

CAPITULO III

III. DIAGNÓSTICO FÍSICO NATURAL EN LA CUENCA DEL RÍO PIURA

3.1 ZONAS DE VIDA

Las características climáticas de la cuenca baja del río Piura están influenciadas por la corriente peruana, de aguas frías procedentes del Pacífico Sur. Así como, por las Corrientes Cálidas procedentes de la Zona Ecuatorial, dicha influencia se centra especialmente de aquellas áreas aledañas al litoral, pero esta influencia va disminuyendo a medida que ésta se aleja del litoral marino en dirección hacia la vertiente occidental. En la cuenca baja del río Piura se presentan zonas muy secas, como es el caso de la población de Chusis, Bernal, Montegrande (Chusis con 33,4 mm; Bernal, 27,1 mm; Montegrande, 34,1 mm) que se encuentran a altitudes menores a los 30 msnm.

En la cuenca media y alta del río Piura, corresponden al escenario de la Cordillera Occidental de Los Andes, a pesar de la baja altitud, las que se ubican aproximadamente a 3 500 msnm, influenciada también por la latitud, la corriente peruana, las Corrientes Cálidas procedentes de la Zona Ecuatorial, las que definen las tendencias en el comportamiento de los parámetros meteorológicos e irregularidades climáticas que caracterizan a dicha cuenca. Existiendo diferencias locales y anomalías climáticas generado tanto por la orografía y la orientación de la misma.

Como en la mayoría de las cuencas de la vertiente del Pacífico, en la cuenca del río Piura, las lluvias se presentan durante la estación de verano, mientras que durante el invierno las precipitaciones son escasas. Es importante mencionar que existe una relación directa entre la precipitación y la altitud, a mayor altitud mayor precipitación. Las lluvias se incrementan desde 27,1 mm en Bernal, hasta 1 240,3 mm en Huar Huar (colindante al área de estudio); mientras que las temperaturas disminuyen desde 25°C en Partidor, hasta 10,7°C en Arenales (colindante al área de estudio).

Asimismo se ha efectuado un análisis durante la presencia del Fenómeno El Niño, especialmente del denominado Niño Extraordinario (1982-1983) y el valor promedio de la cuenca, observándose que la mayor variación de precipitación se presenta en la cuenca media y baja del río Piura.

En las vertientes occidentales se presentan neblinas entre los 2 000 y 3 000 msnm, pero pueden extenderse más durante la estación lluviosa, descendiendo hasta 1 500 msnm. Estas neblinas permanecen acumuladas en la parte media inferior de la vertiente, formando nubes estacionarias, ascendiendo generalmente por la tarde al nivel de 3 000 msnm. Las grandes cantidades de vapor acuoso que llegan del Océano Pacífico a la vertiente occidental del Norte del país, se deben a la poca condensación en la costa y sobre el mar.

Con la información meteorológica proveniente de las estaciones se utilizó la metodología de Leslie Holdridge, (Diagrama de Zonas de Vida) a fin de determinar las zonas de vida, siendo los insumos necesarios para su determinación: la biotemperatura promedio anual, la precipitación multianual y la elevación sobre el nivel del mar.

En la cuenca del río Piura se determinó trece zonas de vida, todas ubicadas en la región latitudinal Tropical, tres en el piso basal las cuales son: desierto superárido - Tropical (ds-T), matorral desértico – Tropical (md-T), monte espinoso – Tropical (mte-T), seis en el Premontano: desierto desecado – Premontano Tropical (dd-PT), desierto superárido – Premontano Tropical (ds-PT), desierto perárido – Premontano Tropical (dp-PT), matorral desértico – Premontano Tropical (md-PT), monte espinoso – Premontano Tropical (mte-PT), bosque seco – Premontano Tropical (bs-PT); dos en el piso Montano Bajo: bosque seco – Montano Bajo Tropical (bs – MBT), bosque húmedo – Montano Bajo Tropical (bh-MBT); y finalmente dos en el piso Montano: bosque húmedo – Montano Tropical (bh-MT) y bosque muy húmedo – Montano Tropical (bmh-MT).

3.1.1 Información Meteorológica

En el área de estudio se ha inventariado una red meteorológica que está a cargo en su mayoría por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Proyecto Especial Chira Piura (PECHP) y empresas privadas.

Para el caso del presente estudio se ha considerado las estaciones meteorológicas que se presentan en el Cuadro N° 1 asimismo se visualiza las estaciones meteorológicas involucradas en el mapa N° 2. La mayor cantidad de estaciones de esta red meteorológica se encuentra aún funcionando, a excepción de algunas estaciones pluviométricas actualmente inoperativas. El resumen de la información analizada, a nivel de promedios mensual y anual, se muestra en los Cuadros N° 2.

Cuadro Nº 1

Relación de estaciones meteorológicas de la cuenca del río Piura

Nº	ESTACION	AMBITO ESTUDIO	TIPO	CUENCA	COORDENADAS UTM		ALTITUD	AÑO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
					X COORD	Y COORD					
1	Chusis	D	CO	Piura	520681.72	9389504.08	10	1964	Piura	Sechura	Sechura
2	Paita	F	PLU	Paita	488915.53409	9438117.12741	60	1976	Piura	Paita	Paita
3	Bayovar	F	PLU	Piura	498154.88292	9355211.94587	9	1963	Piura	Piura	Sechura
4	Laguna Ramón	D	PLU	Piura	544364.32255	9392477.04944	20	1973	Piura	Sechura	
5	La Esperanza	F	CO	Paita	493286.05584	9456418.14456	12	1960	Piura	Paita	Colan
6	Montegrande	D	MAO	Piura	534349.02	9406569.91	27	1972	Piura	Piura	La Arena
7	San Miguel	D	CO	Piura	534212.03	9420065.47	25	1953	Piura	Piura	Catacaos
8	Miraflores	D	CO	Piura	542762.31593	9428893.33981	30	1971	Piura	Piura	Castilla
9	Bernal	D	PLU	Piura	528523.11186	9396260.30976	16	1964	Piura	Sechura	Bernal
10	Mallares	F	PLU	Piura	529784.36025	9463137.01381	45	1971	Piura	Sullana	Marcavelica
11	Campus UDEP	D	CO	Piura	540083.61779	9428465.02584	45	1991	Piura	Piura	Piura
12	Radar UDEP	D	CO	Piura	540328.21901	9425517.08384	45	1991	Piura	Piura	Piura
13	Corpac Piura	D	CO	Piura	542483.00695	9425208.74746	49	1932	Piura	Piura	Castilla
14	Curbán	D	PLU	Piura	575965.24	9452909.04	70	1963	Piura	Piura	Tambogrande
15	Chilaco	F	CO	Piura	554900.31396	9480963.27363	90	1960	Piura	Sullana	Sullana
16	Chulucanas	D	CO	Piura	592473.07299	9435849.57799	95	1942	Piura	Morropón	Chulucanas
17	San Joaquín	D	PLU	Piura	571952.67285	9432105.98672	230	1973	Piura	Piura	Castilla
18	Somate	F	PLU	Piura	550919.86399	9471754.11818	95	1965	Piura	Sullana	Sullana
19	Morropón	D	CO	Piura	612526.45250	9427304.71127	140	1952	Piura	Morropón	Morropón
20	El Tablazo	D	CO	Piura	558941.42746	9459953.72412	120	1958	Piura	Piura	Tambogrande
21	El Papayo	D	CO	Piura	546222.71034	9498901.19821	149	1991	Piura	Sullana	Lancones
22	Cruceta	D	CO	Piura	581749.35	9465532.76	150	1964	Piura	Piura	Tambogrande
23	Malingas	D	PLU	Piura	580499.96	9450063.07	125	1974	Piura	Piura	Tambogrande
24	Hualtaco	D	PLU	Piura	575323.52	9463121.83	120	1969	Piura	Piura	Tambogrande
25	San Isidro	D	PLU	Piura	581324.17643	9471238.14133	160	1972	Piura	Piura	Las Lomas

..... Continua

.....Continuación

Nº	ESTACION	AMBITO ESTUDIO	TIPO	CUENCA	COORDENADAS UTM		ALTITUD	AÑO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
					X COORD	Y COORD					
26	Corral del Medio	D	PLU	Piura	623764.94311	9426954.99810	200	1986	Piura	Morropón	Sta.Catalina de Moz
27	Bigote	D	PLU	Piura	633985.14	9412259.30	200	1970	Piura	Morropón	Salitral
28	Virrey	D	PLU	Olmos	612462.56025	9388359.95317	229	1964	Lambayeque	Lambayeque	Olmos
29	Tejedores	D	CO	Piura	583815.46	9474207.20	200	1958	Piura	Piura	Las Lomas
30	San Pedro	D	PLU	Piura	607719.24	9436558.03	200	1974	Piura	Morropón	Chulucanas
31	Las Lomas	F	PLU	Piura	583188.54049	9485544.28662	250	1963	Piura	Piura	Las Lomas
32	Partidor	D	CO	Piura	578343.04349	9477626.73719	240	1958	Piura	Frías	Las Lomas
33	San Lorenzo	F	CO	Piura	586389.90755	9482715.68215	240	1957	Piura	Piura	Las Lomas
34	Barrios	D	PLU	Piura	644998.86	9415323.71076	370	1973	Piura	Morropón	Salitral
35	Chignia	D	PLU	Piura	644008.00	9383383.43	390	1972	Piura	Huancab.	Huarmaca
36	Paltashaco	D	PLU	Piura	623622.25	9435900.25	890	1970	Piura	Morropón	Sta.Catalina de Moz
37	Sausal de Culucan	F	CO	Chira	636786.79598	9474842.53785	1050	1963	Piura	Ayabaca	Ayabaca
38	Huancabamba	F	PLU	Huancabamba	716131.79465	9419357.97044	1952	1972	Piura	Huancab.	Huancabamba
39	Canchaque	D	PLU	Piura	654480.00	9405612.51	1200	1963	Piura	Huancab.	Canchaq.
40	Sapillica	F	PLU	Piura	612729.81294	9472070.82589	1446	1972	Piura	Ayabaca	Sapillica
41	Santo Domingo	D	PLU	Piura	624178.56708	9443807.42516	1475	1963	Piura	Morropón	Sto. Domingo
42	Pirga	D	PLU	Piura	649089.69	9375385.85	1670	1972	Piura	Huancab.	Huarmaca
43	Frías	D	PLU	Piura	616766.73	9454893.77	1720	1963	Piura	Ayabaca	Frías
44	Huancabamba	F	CO	Huancabamba	659973.43025	9419414.38382	1952	1951	Piura	Huancab.	Huancabamba
45	Pacaipampa	F	PLU	Piura	647210.85422	9448194.50647	2000	1962	Piura	Ayabaca	Pacaipampa
46	Huarmaca	F	CO	Piura	663389.18	9384336.09	2180	1963	Piura	Huancab.	Huarmaca
47	Ramos de Congoña	F	PLU	Piura	660092.47824	9371869.75855	2200	1964	Piura	Huancab.	Huancabamba

..... Continua

..... Continuación

Nº	ESTACION	AMBITO ESTUDIO	TIPO	CUENCA	COORDENADAS UTM		ALTITUD	AÑO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
					X COORD	Y COORD					
48	Chalaco	D	PLU	Piura	633558.87	9442513.39	2100	1963	Piura	Morropón	Chalaco
49	Pasapampa	D	PLU	Piura	657262.07	9434082.34	2380	1963	Piura	Huancab.	Huancabamba
50	Palo Blanco	F	PLU	Quiroz	650523.99828	9441645.63108	2800	1972	Piura	Ayabaca	Ayabaca
51	Jacocha	F	PLU	Piura	662561.09935	9425043.04297	2900	1964	Piura	Huancab.	Huancabamba
52	Arrendamientos	F	PLU	Chipillico	621982.34314	9465654.20813	3075	1972	Piura	Ayabaca	Sapillica
53	Arenales	F	CO	Chira	627387.88639	9455909.69919	3080	1968	Piura	Ayabaca	Frías
54	Altamiza	D	PLU	Piura	640484.94933	9439792.24893	2575	1972	Piura	Morropón	Chalaco
55	Salala	F	PLU	Piura	669961.35169	9436077.61479	3170	1965	Piura	Huancab.	Huancabamba
56	Huar - Huar	F	PLU	Piura	670007.19373	9437948.86127	3150	1963	Piura	Huancab.	Huarmaca
57	Talaneo	F	PLU	Piura	659828.30345	9442731.36961	3430	1963	Piura	Ayabaca	Pacaipampa

D = Dentro del ámbito de estudio

F = Fuera del ámbito de estudio.

Fuente = Elaboración propia

Cuadro Nº 2

Resumen de datos meteorológicos de la cuenca del río piura y áreas adyacentes

Nº	ESTACION	CUENCA	ALTITUD	Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria	Media	
1	Chusis	Piura	10																
	Precipitación			1965 - 1980, 1996-1999	3.6	6.1	11.9	3.2	0.8	0.4	0.4	0.5	0.8	1.7	0.8	.3.0	33.4		
	Temperatura med			64-66, 68-76, 88-89	25.2	26.6	26.4	24.8	23.3	21.7	20.5	20.4	20.4	20.9	21.9	23.5		23.0	
	Temperatura max			64-76, 88-89	30.8	31.8	32.0	30.8	29.4	26.5	25.3	25.2	26.0	26.2	27.3	28.9		28.4	
	Temperatura min			65-76, 88-89	20.6	21.8	21.7	20.3	18.8	17.5	16.5	16.7	16.4	15.7	16.9	19.2		18.5	
	H. R. media			64-69,74-76,78,84	69.5	71.1	69.6	72.9	73.5	73.5	75.3	75.3	74.7	74.8	72.6	71.0		72.8	
2	Paita	Paita	60																
	Precipitación			76-78, 80, 84-86	9.2	9.1	12.8	1.4	5.3	0.1	0.0	0.0	3.9	0.5	0.0	0.0	42.3		
3	Bayovar	Piura	9																
	Precipitación			63-71, 74-75	1.6	0.3	3.6	0.5	0.2	0.0	0.1	0.5	0.9	0.7	0.1	0.3	8.8		
4	Laguna Ramón	Piura	20																
	Precipitación			74-90	1.7	4.0	3.4	1.3	0.4	0.0	0.0	0.2	0.1	0.3	0.2	1.0	12.6		
5	La Esperanza	Paita	12																
	Precipitación			60-62, 67-82, 84-92,94-97,99	3.7	6.8	11.2	4.3	0.3	0.3	0.0	0.1	0.2	0.4	0.3	2.7	30.3		
6	Montegrande	Piura	27																
	Precipitación			72-82/84-91	6.2	10.6	9.5	3.8	1.1	0.1	0.1	0.2	0.5	0.5	0.8	0.7	34.1		
	Temperatura med			73-82/84-91	25.6	26.6	26.4	25.1	22.8	21.2	20.3	19.9	20.4	21.0	22.0	23.9		22.9	
	Temperatura max			72-82/84-91	32.5	33.2	33.4	32.0	29.6	27.7	26.7	26.9	27.9	28.5	29.3	31.2		29.9	
	Temperatura min			72-82/84-91	20.9	22.3	22.0	19.8	18.8	17.6	16.9	16.2	16.4	17.1	17.8	19.6		18.8	
	H.R. media			73-82/84-91	69.0	69.6	70.0	71.6	74.2	75.1	75.8	75.8	73.9	73.7	71.8	69.4		72.5	
	Evaporación Tanq			73-82/84-90	231.9	210.2	222.5	201.7	174.8	151.2	144.5	151.9	163.7	180.6	186.6	217.8		186.5	
	Heliofanía Med			72-82/84-91	7.1	7.0	7.4	7.8	7.3	6.4	5.7	6.1	6.7	6.8	7.1	7.3		6.9	

Continúa.....

.....Continuación

Nº	ESTACION	CUENCA	ALTITUD	Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria	Media		
7	San Miguel	Piura	25																	
	Precipitación			53,56-59/66-82,84-94, 2001	8.8	10.0	22.2	7.5	1.4	0.3	0.0	0.1	0.3	0.8	1.0	1.9		54.3		
	Temperatura med			66-82/84-92, 94	25.7	26.6	26.4	25.0	23.0	21.3	20.3	20.4	20.8	21.4	22.4	24.1			23.1	
	Temperatura max			66-70/73-80,82,84-92,94-97	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	
	Temperatura min			66-70;74-82,84-92,94-97	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	
	H.R. media			72-82;84-92;94-97	69.0	69.6	71.1	73.8	76.5	78.7	78.4	77.6	76.0	73.3	71.7	70.2			73.8	
	Evaporación Tanq			73-82/84-92/94-96	229.7	211.5	219.6	196.4	176.1	149.5	143.5	159.7	175.6	194.3	198.0	221.8			189.6	
	Heliofanía Med			66-82/84-92/94-97	7.1	6.8	7.4	7.6	7.0	6.0	5.7	6.6	7.1	7.0	7.2	7.3			6.9	
8	Miraflores	Piura	30																	
	Precipitación			72-82/84-97,99-2003	5.7	13.3	37.8	16.5	1.8	0.3	0.1	0.1	0.2	0.7	1.3	9.6		87.4		
	Temperatura med			72-82/84-97/99-03	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	
	Temperatura max			72-82/84-97/99-03	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	
	Temperatura min			72-82/84-97/99-03	21.4	22.7	22.4	21.1	19.2	17.7	16.8	16.8	16.9	17.5	18.1	19.9			19.2	
	H.R. media			73-82/84-92/95-97/99-00	65.0	65.1	66.0	67.2	70.1	72.7	73.0	72.8	70.8	70.8	69.5	68.0			69.3	
	Evaporación Tanq			72-82/84-92/97	262.7	231.8	239.4	221.8	201.8	171.6	168.8	181.7	200.7	222.1	228.2	242.4			214.4	
	Heliofanía Med			72-82/84-97/99-00	6.8	6.4	6.9	7.3	7.2	6.5	6.3	6.7	7.2	7.3	7.3	7.2			6.9	
9	Bernal	Piura	16																	
	Precipitación			64-82,84-87,93-97, 99	2.4	5.9	11.0	3.3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.4	0.6	0.5	2.1		27.1		
10	Mallares	Chira	45																	
	Precipitación			72-82,84-97,02-03	7.8	32.5	44.4	23.3	3.0	0.2	0.0	0.3	0.3	0.8	0.5	9.0		122.1		

Continúa.....

.....Continuación

Nº	ESTACION	CUENCA	ALTITUD	Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria	Media	
11	Campus UDEP	Piura	45																
	Precipitación			91-97, 99-03	3.5	12.8	44.3	30.0	1.5	0.5	0.0	0.0	0.1	0.3	1.8	17.4	112.2		
	Temperatura med			91-97,99-03	25.9	27.2	27.3	25.7	24.1	21.9	20.7	20.7	21.2	21.9	22.6	24.4		23.6	
	Temperatura max			91-97,99-03	33.7	34.5	34.8	33.3	30.8	28.7	27.6	28.2	29.5	30.0	30.8	32.4		31.2	
	Temperatura min			91-97, 99-03	21.3	22.8	22.6	21.2	19.7	18.1	17.0	17.1	17.5	17.7	18.4	20.0		19.5	
	H.R. media			91-03	68.0	66.2	68.2	69.5	72.2	75.7	76.6	75.3	74.5	73.4	72.3	69.5		71.8	
12	Radar UDEP	Piura	45																
	Precipitación			1991-95	2.2	5.1	55.3	27.5	2.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.9	96.0		
	Temperatura med			1991-95	26.5	27.4	27.3	26.0	24.4	22.5	20.7	20.8	21.4	21.9	22.5	24.4		23.8	
	Temperatura max			1991-95	36.5	36.9	37.3	36.3	34.0	32.0	30.7	31.1	31.1	32.3	33.1	34.8		33.8	
	Temperatura min			1991-95	19.2	21.2	20.8	19.1	17.5	16.5	14.3	14.9	15.8	15.5	15.0	17.3		17.3	
	H.R. media			1991.95	68.9	66.1	68.6	70.5	73.9	75.8	77.8	77.4	75.8	74.6	73.9	70.6		72.8	
13	Corpac Piura	Piura	49																
	Precipitación			43-82, 84-97, 99-03	6.4	18.2	26.0	8.9	0.8	0.2	0.1	0.1	0.0	1.0	0.9	1.8	64.4		
	Temperatura med			56-82, 84-97, 99-03	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	
	Temperatura max			56-82, 84-97, 99-03	33.4	34.1	34.2	33.0	30.8	28.7	27.8	28.1	29.0	29.6	30.5	32.0		30.9	
	Temperatura min			56-82, 84-03	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	
	H.R. media			56-82, 84-97, 99-03	60.1	59.2	60.7	62.7	66.2	69.1	71.0	70.0	68.3	66.9	65.3	63.3		65.2	
14	Curbán	Piura	70																
	Precipitación			65, 72-79	38.6	72.3	179.8	21.6	5.2	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7	1.1	3.5	323.5		
15	Chilaco	Piura	90																
	Precipitación			84-97, 99-03	11.0	37.1	99.0	29.8	2.5	0.8	0.1	0.1	0.4	0.9	1.4	12.8	195.9		

Continúa.....

.....Continuación

Nº	ESTACION	CUENCA	ALTITUD	Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria	Media
16	Chulucanas	Piura	95															
	Precipitación			42-67,72-82,84-89,97,99-03	19.8	87.9	107.5	34.3	2.5	0.2	0.1	0.3	0.2	1.0	0.7	11.6	266.1	
	Temperatura med			74-82/84-89	26.3	26.6	26.1	25.8	24.0	22.2	21.5	21.8	22.2	22.9	23.6	25.2		24.0
	Temperatura max			74-89	33.2	33.3	33.3	32.6	31.5	30.0	29.5	30.4	31.5	32.0	32.3	33.2		31.9
	Temperatura min			74-82/84-89	21.0	22.1	21.5	20.5	18.4	16.9	16.2	16.2	16.1	17.2	17.8	19.4		18.6
	H.R. media			72-82, 84-89	67.6	71.1	73.5	72.1	72.9	75.1	75.1	72.9	70.1	69.6	68.5	68.2		71.4
	Evaporación Tanq			73-82, 84-89	223.2	187.0	194.6	191.0	188.1	166.0	161.3	181.5	193.5	216.4	214.1	229.6		195.5
	Heliofanía Med			72-82/84-89	5.0	4.4	5.5	5.4	5.7	5.7	5.6	6.3	6.8	6.6	6.5	5.8		5.8
17	San Joaquín	Piura	230															
	Precipitación			73-82, 94-97	10.5	40.8	46.6	5.6	0.4	0.3	0.1	0.3	0.7	0.4	0.7	4.7	111.1	
18	Somate	Piura	95															
	Precipitación			67-78	17.7	25.5	102.8	6.9	2.1	0.1	0.0	0.0	0.2	1.0	1.2	1.6	159.1	
19	Morropón	Piura	140															
	Precipitación			52-66,68-69,71-82,84-92, 94-97, 99-03	24.9	68.2	136.0	45.0	3.0	0.4	0.1	0.3	0.2	1.1	1.1	10.4	290.7	
	Temperatura med			74-82/84-97	26.3	26.7	26.5	25.8	24.3	22.6	21.6	21.8	22.6	22.9	23.9	25.3		24.2
	Temperatura max			73-82/84-97	32.9	32.7	32.8	32.2	31.2	30.0	29.3	30.2	31.6	31.9	32.3	32.7		31.7
	Temperatura min			73-82, 84-87	21.3	22.3	22.0	21.0	19.1	17.2	16.0	15.9	16.2	17.0	18.0	19.6		18.8
	H.R. media			74-82, 84-92, 94-97	68.1	70.8	73.6	72.4	72.1	72.9	72.4	70.5	68.5	68.7	68.5	68.7		70.6
	Evaporación Tanq			73-82,84-92, 94-98	198.9	167.1	167.1	163.7	162.2	141.5	146.1	156.6	178.4	195.5	194.9	209.2		173.4
	Heliofanía Med			73-79,82,84-92,94-97	4.1	4.1	4.9	4.8	5.3	5.8	6.6	7.1	7.1	6.6	6.3	5.3		5.7
20	El Tablazo	Piura	120															
	Precipitación			59-60, 62-73	17.0	25.4	69.9	10.4	0.4	0.2	0.2	0.2	1.2	1.5	1.6	2.4	130.4	
	Temperatura med			59-60,64-66	26.0	26.8	26.4	25.9	23.9	22.7	20.7	21.6	21.8	22.0	22.5	24.5		23.7

Continúa.....

.....Continuación

Nº	ESTACION	CUENCA	ALTITUD	Período	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria	Media
21	El Papayo	Piura	149															
	Precipitación			1991-95	3.2	175.9	106.1	61.6	2.5	0.7	0.0	0.0	0.0	1.5	0.2	3.6	355.3	
	Temperatura med			1991-95	27.8	28.3	28.0	27.4	26.1	24.5	22.3	21.2	22.0	22.9	23.3	25.2		24.9
	Temperatura max			1991-95	34.3	34.8	34.4	33.4	32.2	30.6	28.9	28.3	29.7	30.5	31.0	32.7		31.7
	Temperatura min			1991-95	20.9	22.1	21.9	21.4	20.1	18.0	16.2	14.7	15.5	16.1	16.6	18.6		18.5
	H.R. media			1991.95	69.4	68.4	72.6	75.2	74.2	71.8	73.0	71.8	68.4	70.0	70.6	66.2		71.0
22	Cruceta	Piura	150															
	Precipitación			64-78	27.2	46.3	148.6	26.6	5.9	1.5	0.0	0.4	0.3	2.9	1.8	3.0	264.5	
	Temperatura med			64-66	27.4	28.0	27.6	26.6	25.5	23.6	23.2	23.7	24.1	24.1	24.9	25.7		25.4
23	Malingas	Piura	125															
	Precipitación			74-78	33.1	69.1	61.9	5.7	3.7	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	174.4	
24	Hualtaco	Piura	120															
	Precipitación			68-72	7.8	20.5	188.1	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.7	3.9	232.8	
25	San Isidro	Piura	160															
	Precipitación			72-73, 75-76, 78	31.1	68.8	247.3	11.7	7.3	1.1	0.0	0.7	0.0	0.4	0.0	9.4	377.8	
26	Corral del Medio	Piura	200															
	Precipitación			86-90, 92	62.8	75.1	160.9	93.3	14.6	1.1	0.3	1.8	0.0	3.7	2.5	5.3	421.4	
27	Bigote	Piura	200															
	Precipitación			71-80,82, 84-90, 93-97,99, 02-03	35.2	100.0	142.0	68.0	3.5	0.2	0.1	0.4	0.3	2.0	0.8	21.4	373.9	
28	Virrey	Olmos	229															
	Precipitación			71-80,82,84-87	15.1	26.8	103.1	15.9	0.7	0.2	0.0	0.0	0.2	0.8	0.3	2.6	165.7	

Continúa.....

.....Continuación

Nº	ESTACION	CUENCA	ALTITUD	Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria	Media
29	Tejedores	Piura	200															
	Precipitación			61-80	21.3	39.6	91.8	28.3	4.9	1.7	0.4	0.3	0.8	2.5	1.2	3.2	196.0	
	Temperatura med			61-80	26.4	27.0	26.9	26.3	24.7	22.8	21.8	22.2	22.6	22.9	23.6	25.2		24.4
	Temperatura max			70-80	32.1	32.4	32.2	31.4	30.1	28.3	28.0	28.8	29.8	30.4	30.6	31.6		30.5
	Temperatura min			70-80	20.9	21.8	21.7	20.6	19.0	17.3	16.2	15.8	15.8	16.3	17.3	19.0		18.5
	H.R. media			59-60,63-76, 69-76	62.5	64.1	69.2	67.8	69.9	71.0	70.9	68.8	67.0	66.5	66.3	64.6		67.4
30	San Pedro	Piura	200															
	Precipitación			69-76, 74-82, 84-92	31.9	98.5	196.0	47.0	11.1	2.0	1.9	1.1	1.1	3.6	4.3	17.9	416.4	
31	Las Lomas	Piura	250															
	Precipitación			64-74, 78-80, 82, 84-87	12.7	28.0	94.2	26.9	6.4	6.3	0.1	0.1	0.4	2.9	1.9	9.4	189.3	
32	Partidor	Piura	240															
	Precipitación			63-66, 73-78	36.5	58.0	78.9	36.9	8.3	0.8	0.0	0.3	0.7	1.7	1.4	0.5	224.0	
	Temperatura med			63-66	26.7	26.9	27.7	26.6	25.3	24.1	23.2	23.5	23.5	23.4	24.2	26.2		25.1
	Temperatura max			63-66, 68-71	32.1	32.8	33.1	32.1	30.8	28.3	29.1	29.7	30.4	30.4	30.8	27.5		30.6
	Temperatura min			63-66, 68-71	20.8	20.9	22.0	19.9	18.5	17.0	15.7	15.6	17.4	16.5	17.3	18.7		18.4
33	San Lorenzo	Piura	240															
	Precipitación			57-58,93-97, 99-03	28.4	80.1	155.8	87.0	7.3	1.0	0.2	0.0	0.2	2.4	1.9	18.5	382.8	
	Temperatura med			60-66	26.2	26.9	26.6	25.7	24.2	22.6	21.7	22.2	22.9	23.1	23.6	24.9		24.2
34	Barrios	Piura	370															
	Precipitación			74-82, 84-92	45.7	117.0	198.0	76.4	12.5	1.3	0.4	1.8	2.0	5.4	4.8	25.6	490.9	
35	Chignia	Piura	390															
	Precipitación			73-82, 84-92	21.7	59.2	117.1	46.4	6.4	0.9	0.2	0.6	0.9	4.4	2.3	13.3	273.4	

Continúa.....

.....Continuación

Nº	ESTACION	CUENCA	ALTITUD	Período	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria	Media
36	Paltashaco	Piura	890															
	Precipitación				78.4	161.4	222.1	73.5	16.1	5.3	2.2	3.1	2.5	6.2	5.2	46.8	622.8	
37	Sausal de Culucan	Chira	1050															
	Precipitación			63-82, 84-92	34.0	50.1	66.1	50.5	18.8	5.6	1.6	2.9	5.4	16.4	13.8	18.7	283.9	
38	Huancabamba CO	Huancabamba	1952															
	Precipitación			52-82,84-96	48.9	68.2	83.6	54.3	26.6	11.3	8.8	10.5	11.3	33.4	42.3	46.3	445.5	
	Temperatura med			59-63/69-82	18.4	18.2	18.1	18.2	18.0	17.9	17.8	18.2	18.5	18.7	19.0	18.5		18.3
	Temperatura max			86-96	23.6	23.5	24.2	24.0	24.1	23.1	22.9	23.2	24.1	25.2	26.2	25.3		24.1
	Temperatura min			86-96	12.5	13.0	12.4	12.9	12.1	11.8	10.9	11.2	11.9	12.1	11.7	12.0		12.0
39	Canchaque	Piura	1200															
	Precipitación			64-82, 84-91, 02-03	108.7	176.5	240.6	121.3	25.9	7.2	2.6	2.9	3.3	12.6	14.4	47.6	763.6	
40	Sapillica	Piura	1446															
	Precipitación			72-80, 84-99	90.6	128.9	176.7	94.7	33.9	12.1	3.4	7.1	4.7	3.0	6.5	26.4	588.0	
41	Santo Domingo	Piura	1475															
	Precipitación			64-82,84-90, 92	144.8	208.7	275.0	155.0	43.3	6.9	2.6	5.6	6.3	13.5	15.8	21.9	899.4	
42	Pirga	Piura	1670															
	Precipitación			73-82	70.6	181.1	193.8	131.0	27.9	13.1	3.5	4.5	8.3	13.6	14.7	69.0	731.1	
43	Frías	Piura	1720															
	Precipitación			64-82, 84-92, 02-03	156.2	249.0	313.0	150.5	40.5	8.2	3.0	5.0	8.1	19.2	23.5	69.9	1046.1	
44	Huancabamba PLU	Huanca bamba	1952															
	Precipitación			72-82, 84-96	47.3	70.4	81.0	63.4	26.3	12.3	11.6	16.0	13.1	37.0	44.0	49.4	471.8	
45	Pacaipampa	Piura	2000															
	Precipitación			63-82, 84-91	107.3	157.8	189.7	166.0	62.8	16.7	8.0	8.5	19.3	54.1	51.4	71.8	913.4	

Continúa.....

.....Continuación

Nº	ESTACION	CUENCA	ALTITUD	Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria	Media	
46	Huarmaca	Piura	2180																
	Precipitación			64-82,84-92, 98, 02-03	108.1	176.2	235.3	149.5	47.1	17.6	5.7	8.2	14.9	38.2	41.4	79.1	921.2		
	Temperatura med			74-78,80-82,84-92	13.5	13.5	14.1	14.2	14.6	15.3	15.4	15.4	15.0	14.7	14.1	13.8			14.5
	Temperatura max			73-82,84-92	17.1	16.7	17.8	18.2	19.1	20.2	20.6	20.5	19.9	18.9	18.5	17.9			18.8
	Temperatura min			74-82,84-92	11.5	11.7	12.0	12.2	12.1	12.2	11.9	12.0	11.6	11.4	11.1	11.2			11.7
	H.R. media			84-92	93.9	96.1	95.3	95.0	89.7	80.6	73.2	73.2	78.5	81.4	82.9	89.7			85.8
	Heliofanía Med			74-82,84-92	2.8	2.1	2.8	3.0	4.1	6.2	7.8	7.7	6.6	5.5	5.4	4.3			4.9
47	Ramo de Congoña	Piura	2200																
	Precipitación			64-76	49.8	80.5	116.8	90.0	21.8	6.0	1.5	7.1	9.3	25.7	47.4	18.2	474.1		
48	Chalaco	Piura	2100																
	Precipitación			64-75, 77-80,82, 84-97,02-03	111.0	183.6	244.6	143.6	44.5	11.6	4.8	6.7	10.2	29.5	27.7	68.4	886.2		
49	Pasapampa	Piura	2380																
	Precipitación			1964-82, 84-92	110.3	151.1	171.1	109.3	41.4	13.7	5.9	10.6	17.2	60.3	48.7	77.5	817.1		
50	Palo Blanco	Quiroz	2800																
	Precipitación			72-82, 84-89, 92	87.4	120.4	121.7	118.6	54.3	19.2	17.3	17.2	28.5	48.3	49.1	64.1	746.1		
51	Jacocha	Piura	2900																
	Precipitación			64-75	61.4	80.3	94.2	89.7	51.2	34.6	22.8	24.2	29.0	56.5	60.4	47.2	651.5		
52	Arrendamientos	Chipillico	3075																
	Precipitación			72-82, 84-92	56.6	96.3	108.8	73.4	25.1	9.4	4.7	8.5	6.7	23.0	22.3	29.1	463.9		
53	Arenales	Chira	3080																
	Precipitación			73-82, 84-90	79.3	122.3	112.0	94.0	34.6	9.7	6.5	10.3	11.9	34.1	26.0	43.7	584.4		
54	Altamiza	Piura	2575																
	Precipitación			73-82, 84-92	109.8	147.7	143.0	123.6	70.3	19.5	14.6	11.3	19.7	29.7	28.5	52.1	769.8		

Continúa

..... Continuación

Nº	ESTACION	CUENCA	ALTITUD	Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sumatoria	Media
55	Salala	Piura	3170															
	Precipitación			66-73	114.3	99.2	123.1	92.9	59.8	51.8	52.8	40.9	62.2	68.1	73.9	79.9	918.9	
56	Huar - Huar	Piura	3150															
	Precipitación			66-80,82,84-85,87	162.9	174.1	202.6	114.5	77.5	105.8	68.5	65.2	51.9	70.3	54.9	92.2	1240.4	
57	Talaneo	Piura	3430	64-82,84, 86-92	68.7	74.3	93.2	67.5	40.4	41.2	33.4	29.2	31.3	48.3	40.3	51.1	618.9	
	Precipitación																	

Fuente: Elaboración propia

Elementos Meteorológicos

a. Temperatura

De la red de estaciones meteorológicas existentes, 15 estaciones, ubicadas dentro del ámbito de la cuenca del río Piura son las únicas que registran este elemento meteorológico. Dichas estaciones se encuentran ubicadas entre los 10 y 2180 msnm. Y a fin de complementar la información de dicho parámetro meteorológico se cuentan con 06 estaciones meteorológicas adicionales que se encuentran cerca del ámbito de estudio y poseen similitud con el área analizada. El período de registro en la cuenca del río Piura es variable, como es el caso de la estación de Corpac Piura cuyo periodo de registro es desde 1956 al 2003, mientras que la estación de Partidor su periodo es desde 1963 a 1966.

Considerando la relación que existe entre la altitud y temperatura donde las temperaturas empiezan a bajar debido a la altura, con una gradiente térmica que se encuentra alrededor de los 0,5°C por cada 100 m de ascenso. Por ello se efectuó una correlación estadística que nos ha permitido generar información para las demás estaciones meteorológicas ubicadas dentro del ámbito de estudio, tal como se muestra en el cuadro N° 3 y gráfico N° 4.4.1.1 Es importante mencionar que dicha información tiene que ser considerada como referencial (basada sólo en 15 estaciones).

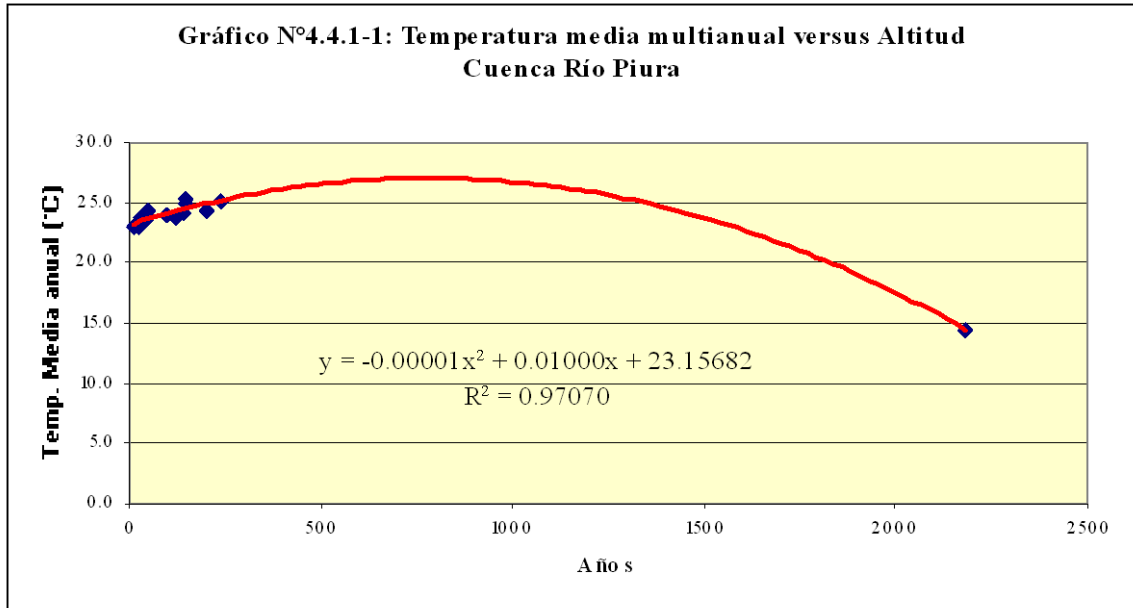
Cuadro N° 3

Relacion temperatura media multianual versus altitud

N°	ESTACION	AMBITO ESTUDIO	TIPO	ALTITUD	Temp media multianual
1	Chusis	D	CO	10	23.0
2	San Miguel	D	CO	25	23.1
3	Montegrande	D	MAO	27	22.9
4	Miraflores	D	CO	30	23.7
5	Campus UDEP	D	CO	45	23.6
6	Radar UDEP	D	CO	45	23.8
7	Corpac Piura	D	CO	49	24.4
8	Chulucanas	D	CO	95	24.0
9	El Tablazo	D	CO	120	23.7
10	Morropón	D	CO	140	24.2
11	El Papayo	D	CO	149	24.9
12	Cruceta	D	CO	150	25.4
13	Tejedores	D	CO	200	24.4
14	Partidor	D	CO	240	25.1
15	Huarmaca	D	CO	2180	14.5

Gráfico N° 4.4.1.1

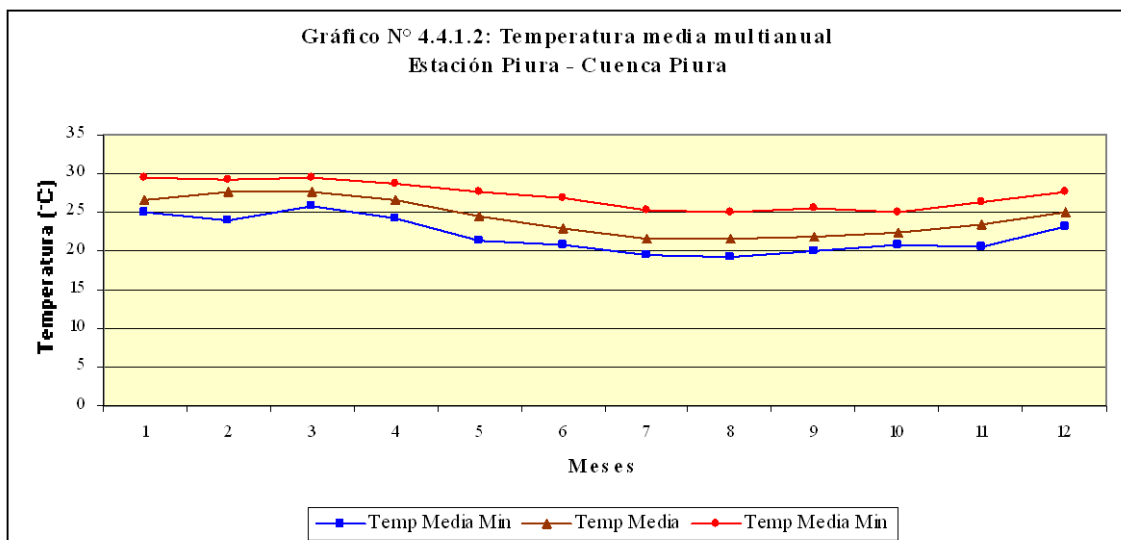
Temperatura media multianual versus Altitud Cuenca Río Piura



En la estación Corpac Piura, la temperatura promedio multianual (1956-2003) es de 24,4°C y la oscilación promedio a lo largo del año es del orden de los 10,3°C, comprendida entre los 29,5°C (enero) y 19,2°C (agosto), tal como se observa en gráfico N°4.4.1.2

Gráfico N° 4.4.1.2

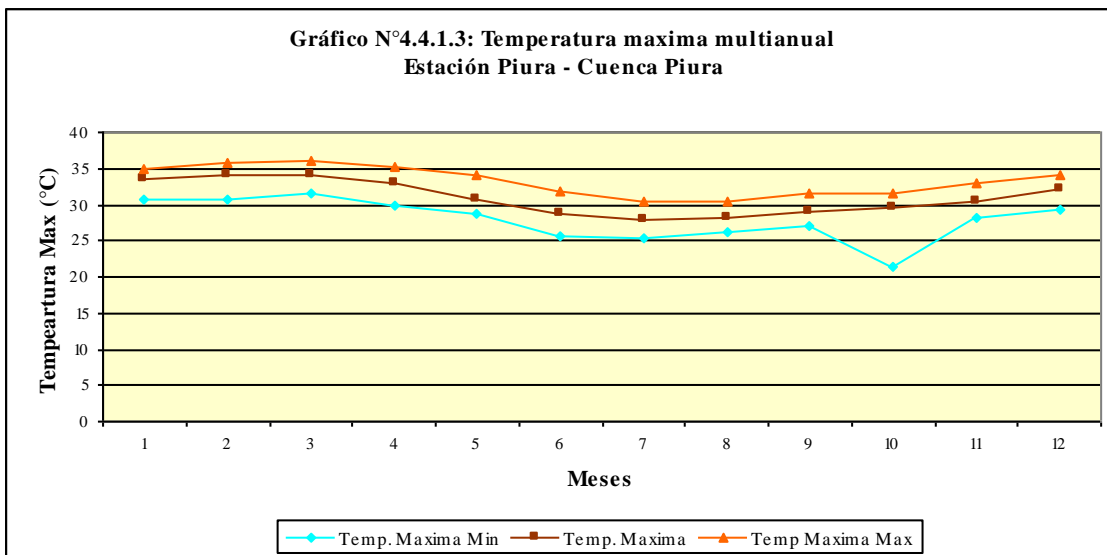
Temperatura media multianual Estación Piura - Cuenca Piura



En la misma estación, la temperatura máxima multianual (1956-2003) es de 30,9°C y la oscilación promedio a lo largo del año es del orden de los 14,6°C, comprendida entre los 36,1°C (marzo) y 21,5°C (octubre), tal como se observa en gráfico N°4.4.1.3

Gráfico N° 4.4.1.3

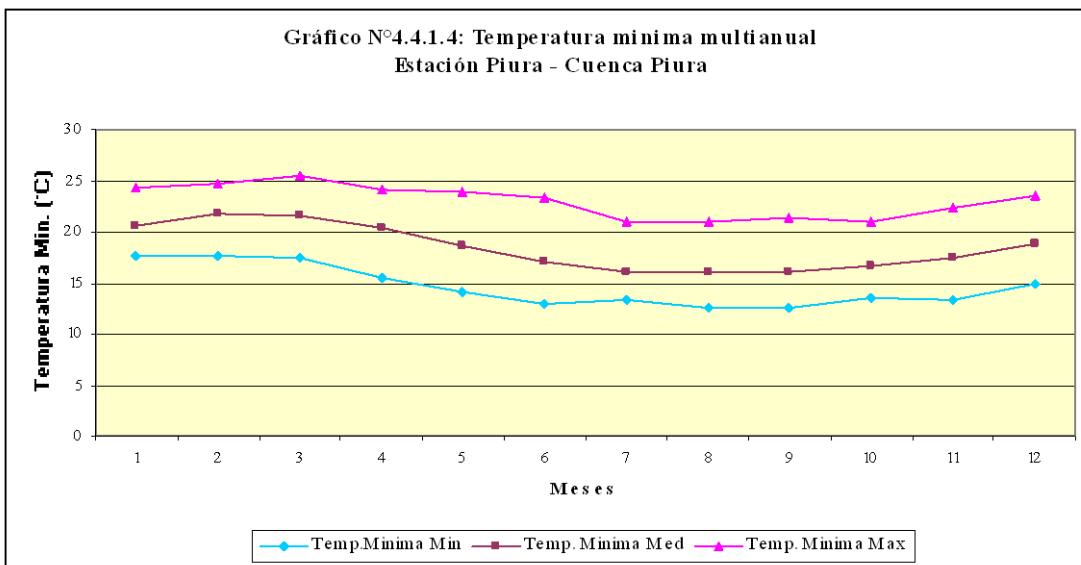
Temperatura máxima multianual Estación Piura - Cuenca Piura



Y en relación a la temperatura mínima multianual (1956-2003) es de 18,4°C y la oscilación promedio a lo largo del año es del orden de los 13,0°C, comprendida entre los 25,5°C (marzo) y 12,5°C (setiembre).

Gráfico N° 4.4.1.4

Temperatura mínima multianual Estación Piura - Cuenca Piura



En lo que respecta a los temperaturas medias, máximas y mínimas en la estación de Corpac Piura, las mayores temperaturas generalmente se presentan en la estación de verano (enero, febrero, marzo) mientras que las menores temperaturas se presentan entre la estación de invierno y primavera (agosto, setiembre y octubre) de julio con 13,6°C.

b. Lluvia

En el ámbito de estudio, del total de estaciones (57) de la red meteorológica que registran la precipitación pluvial, 29 estaciones meteorológicas se encuentran dentro del ámbito de estudio, además de 27 observatorios meteorológicos que están colindantes y cuyos datos son considerados como referenciales.

Desde el litoral de la cuenca del río Piura hasta una altitud de 500 metros, la información procede de las estaciones de Chusis (33,4 mm), Laguna Ramón (12,7 mm), Montegrande (34,3 mm), San Miguel (54,3 mm), Miraflores (85,8 mm), Bernal (27,1 mm), Campus UDEP (112,4 mm), Radar UDEP (96,1 mm), Corpac Piura (64,5 mm), Chulucanas (266,1 mm), San Joaquin (111,1 mm) Morropón (290,7 mm), El Tablazo (130,8 mm), Cruceta (264,5 mm), Chignia (273,5 mm), Bigote (373,8 mm), Virrey (165,6 mm), Tejedores (195,8 mm), San Pedro (416,4 mm), Partidor (224,0 mm) y Barrios (490,9 mm); lo que indican que la lluvia varían entre 12,7 mm a 490,9 mm, sin considerar los episodios denominados Fenómenos de Niño Extraordinarios (1982-83 y 1997-98).

En el sector comprendido entre los 500 y 1,500 msnm, se ha contado con la información proveniente de las estaciones Paltashaco (622,9 mm), Canchaque (763,5 mm), Santo Domingo (899,6 mm), que registran precipitaciones más altas que las anteriores, (Cuadro N° 4 y gráfico N°4.4.1.5), que señalan claramente una relación directa entre la precipitación y la altitud (a mayor altitud mayor precipitación). Se estima tanto por los datos pluviométricos analizados como por las observaciones de flora, que en el mencionado rango de altitud pasarían las isoyetas de 500 a 700 mm de promedio multianual respectivamente, volumen de agua concentrada durante los tres meses de la época de verano (enero, febrero y marzo).

En el sector, ubicado entre los 1500 y 2000 msnm, se presentan las estaciones de Frías (1946,1 mm) y el observatorio de Pirga (731,1 mm) siendo por ello necesario considerar otras estaciones colindantes como es el caso de las estaciones de Huancabamba (445,1 mm) y Pacaipampa (913,3 mm)

Entre los 2,000 y 3,000 msnm, la información existente procede de cuatro estaciones de las cuales son: Chalaco (886,2 mm), Pasapampa (817,1 mm), Altamiza (769,8 mm) y Huarmaca (921,2 mm), que se encuentran dentro de la cuenca del río Piura, asimismo existen otras cuatro estaciones fuera del ámbito de estudio adicionales las cuales son: Ramos de Congoña (474,1 mm), Palo Blanco (746,1 mm) y Jacocha (651,6 mm) por las observaciones de campo y el registro de las estaciones meteorológicas las precipitaciones se encuentran aproximadamente en un rango de 700 a 950 mm, confirmándose la relación estadística anterior.

Y entre altitudes superiores a los 3,000 m.s.n.m., la información existente procede de una estación meteorológica dentro del área de estudio como es el caso de Altamiza (769,8 mm), recurriendo a la información referencial de estaciones como son:

Arrendamientos (463,7 mm), Arenales (584,2 mm), Salala (818,9 mm), Huar Huar (1240,3 mm) y Talaneo (618,8 mm), aparentemente los valores de precipitación son superiores a los 950 mm.

Cuadro N° 4
Lluvias totales multianuales.

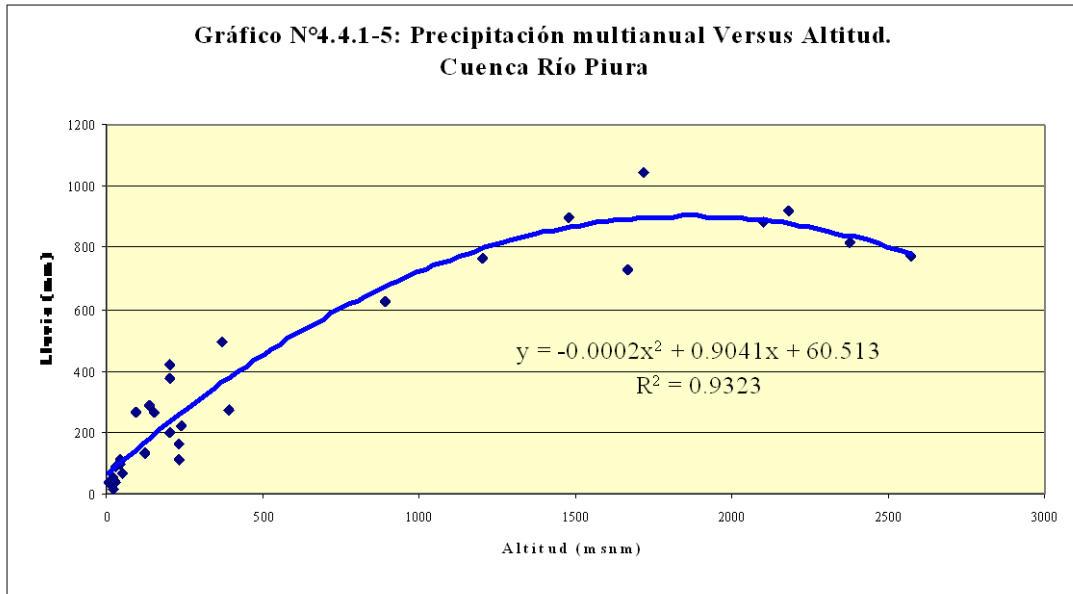
N°	ESTACION	AMBITO ESTUDIO	TIPO	ALTITUD	LLUVIA
1	Chusis	D	CO	10	33.4
2	Laguna Ramón	D	PLU	20	12.7
3	Montegrande	D	MAO	27	34.3
4	San Miguel	D	CO	25	54.3
5	Miraflores	D	CO	30	85.8
6	Bernal	D	PLU	16	27.1
7	Campus UDEP	D	CO	45	112.4
8	Radar UDEP	D	CO	45	96.1
9	Corpac Piura	D	CO	49	64.5
10	Chulucanas	D	CO	95	266.1
11	San Joaquín	D	PLU	230	111.1
12	Morropón	D	CO	140	290.7
13	El Tablazo	D	CO	120	130.6
14	Cruceta	D	CO	150	264.5
15	Bigote	D	PLU	200	373.8
16	Virrey	D	PLU	229	165.6
17	Tejedores	D	CO	200	195.8
18	San Pedro	D	PLU	200	416.4
19	Partidor	D	CO	240	224.0
20	Barrios	D	PLU	370	490.9
21	Chignia	D	PLU	390	273.5
22	Paltashaco	D	PLU	890	622.9
23	Canchaque	D	PLU	1200	763.5
24	Santo Domingo	D	PLU	1475	899.6
25	Pirga	D	PLU	1670	731.1
26	Frías	D	PLU	1720	1046.1
27	Chalaco	D	PLU	2100	886.2
28	Pasapampa	D	PLU	2380	817.1
29	Altamiza	D	PLU	2575	769.8
30	Huarmaca	D	CO	2180	921.2

D = Dentro del área de estudio
F = Fuera del área de estudio

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 4.4.1.5

Precipitación multianual Versus Altitud Cuenca rio Piura



Las precipitaciones totales multianuales en cada estación (Gráfico N°4.4.1-6), a lo largo de sus períodos completos de registro, demuestran que existe una marcada desuniformidad en el régimen pluvial. En el caso de la estación de Piura, para el período de análisis comprendido entre los años 1943 – 2003, existe un rango de oscilación del orden de los 691,9 mm (0.0 mm en el año 1991 y 691,9 mm en el año 1998). Asimismo se observa tres “picos” extremos durante su periodo de registro de Corpac Piura, estos excesos de precipitación ocurre durante la presencia del evento climático denominado Fenómeno El Niño – FEN.

Y en el caso de la estación Chulucanas (gráfico N°4.4.1-7), las lluvias totales anuales, también tienen la misma tendencia, dicha estación se encuentra a 95 metros sobre el nivel del mar, salvo en algunos años en donde la lluvias han sido superiores a la “normal” como es el caso de los años 1965 y 1972, siendo éste último año, donde se registro la presencia del Fenomeno El Niño

Mientras que la estación Altamiza que se encuentra a una altitud de 2575 msnm, para el periodo 1972 a 1992 (con un registro de 19 años), existe un rango de oscilación del orden de los 442,5 mm (0,0 mm en el año 1985 – estación de estiaje y 442,5 mm en el año 1977- estación de verano). Tal como se puede apreciar en el Gráfico N°4.4.1-8, las lluvias son muy variables, observándose el decrecimiento de las lluvias en esta estación.

Gráfico N° 4.4.1.6

Estación "Corpac Piura" Lluvia total mensual. Periodo: 1943-2003

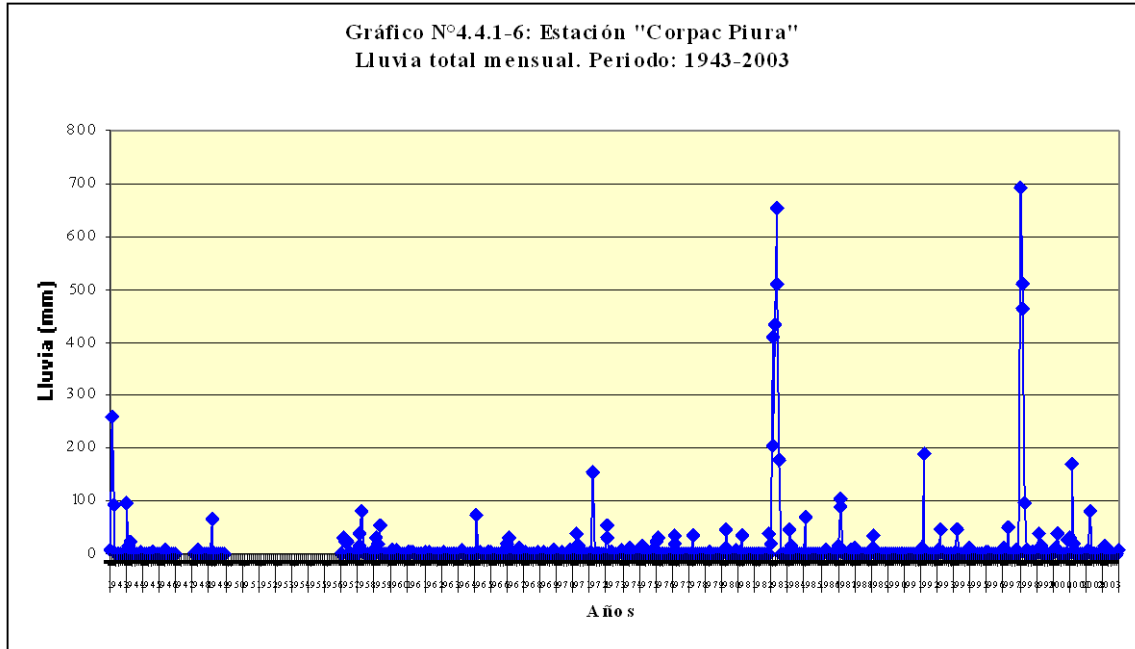


Gráfico N° 4.4.1.7

Estación "Chulucanas" Lluvia total mensual. Periodo: 1942-2003

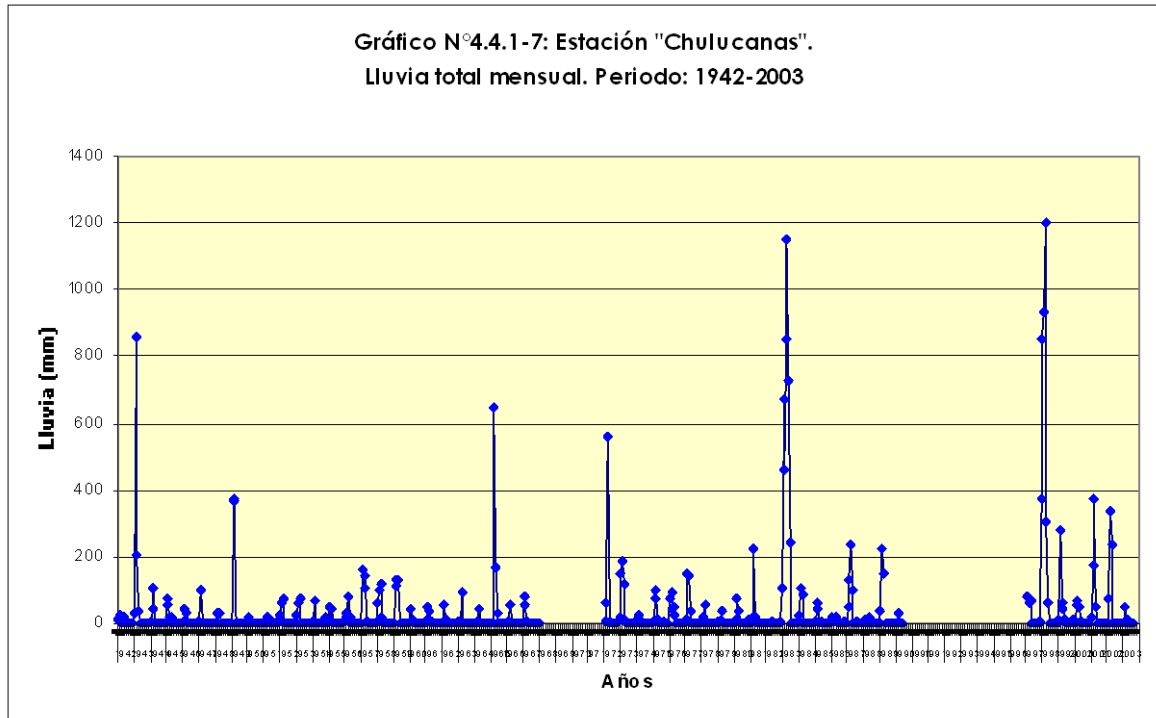
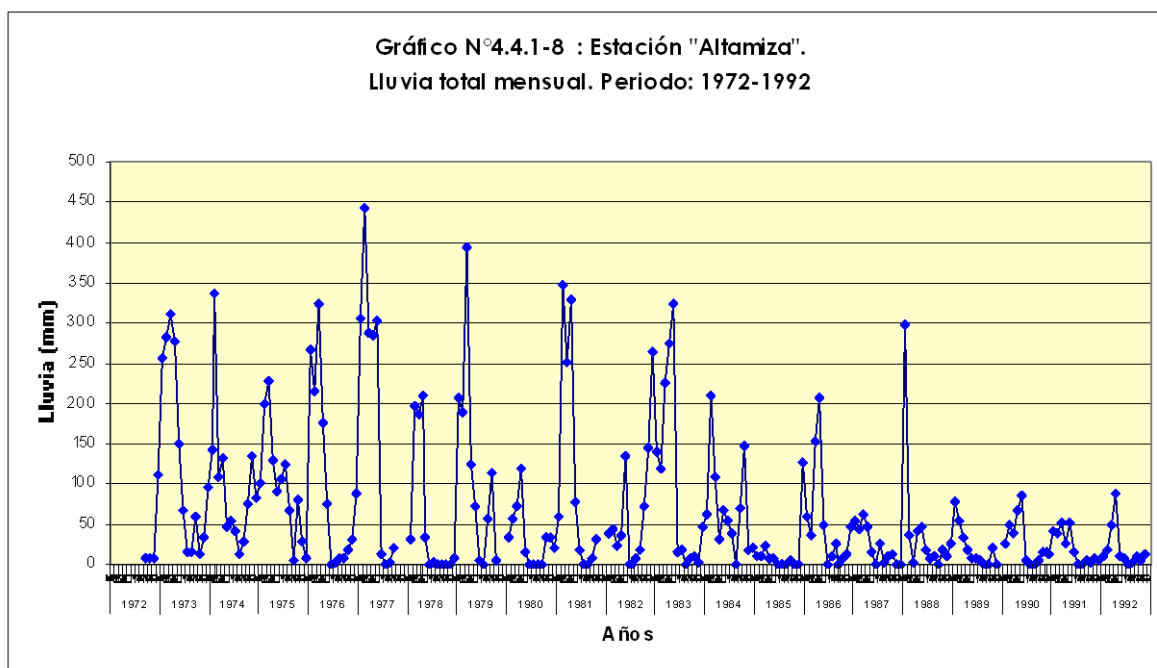


Gráfico N° 4.4.1.8

Estación "Altamiza" Lluvia total mensual. Periodo: 1972-1992



Solamente se ha analizado tres estaciones (Corpac Piura, Chulucanas y Altamiza), considerando que estas son representativas de la cuenca baja (<50 msnm), media (50 a 350 msnm) y alta (>350 msnm hasta aproximadamente 3400) de la cuenca del río Piura, que poseen buen record histórico y poseen consistente información. Las lluvias totales multianuales de las demás estaciones analizadas, se presentan en el anexo.

Los promedios anuales de cada estación demuestra, en general, la existencia de una correlación entre la altitud y la precipitación, es decir, que a mayores elevaciones corresponden lluvias más intensas, con excepción de algunos casos, especialmente de estaciones ubicadas dentro de una misma zona, en donde las diferencias de altura son relativamente muy pequeñas las variaciones en el volumen de la precipitación pueden ser atribuidas a razones de posición con respecto al flujo de las corrientes de aire húmedo.

Análisis de las Lluvias durante la Precipitación multianual y la lluvia durante el Fenómeno El Niño Extraordinario 1982-83

En cuanto a las lluvias registradas en la cuenca del río Piura, en años normales, son de pequeños volúmenes; sin embargo, ocurren lluvias torrenciales en años excepcionales, sobre todo durante los meses de enero - abril y más a menudo de marzo - abril. A fin de analizar su distribución espacial de las lluvias multianuales para el denominado "año normal" se efectuó el trazado de isoyetas para la lluvia multianual de la cuenca baja (inferiores a los 50 msnm) del río Piura en la que se encuentran

ubicadas las estaciones de Montegrande, Miraflores, Bernal, Laguna Ramon, San Pedro, Virrey, Chusis, Corpac Piura, San Miguel en ellas se denoto que las lluvias fluctuan aproximadamente entre los 100 mm a excepción de la estaciones de San Pedro y Virrey, estas estaciones muy cercanas a la cuenca media.

Y en la cuenca media, solo se observan a las estaciones de Chulucanas, Morropon y San Joaquin donde las lluvias son superiores a los 100 mm e inferiores a los 291 mm. Mientras que en la cuenca alta del río Piura, se encuentran las estaciones de Santo Domingo, Huarmaca, Altamiza, Barrios, Canchaque, Chalaco, Chignia, Frías, Paltahasco, Pasapampa, cuyos registros fluctuan entre los 491 mm (a excepción de la estación de Chignia) hasta 1100 mm aproximadamente.

Estos recurrentes volúmenes de lluvia, aparte de sus efectos desastrosos en algunos años, tienen efectos benéficos para plantas y animales, ya que recargan los acuíferos subterráneos que son aprovechados por muchas especies, incrementando de esta forma la fauna y flora de la zona.

Dichas lluvias inusuales, tienen relación con los episodios del Fenómeno El Niño - FEN, considerando que cada FEN es diferente al otro, variando su intensidad y recurrencia.

Los últimos Niños de 1982 – 1983 y 1997 – 1998, han sido los más intensos y a pesar de que se tomaron las medidas del caso, sus efectos a nivel nacional y en especial en el ámbito de estudio fueron muy perjudiciales.

A fin de analizar la distribución espacial de las lluvias del FEN Extraordinario 1982-83, se efectuó el trazado de isoclinas durante el evento climático mencionado. La importancia de estos análisis, por medio de los mapas de isoyetas, es observar espacialmente como se distribuyó las lluvias en la cuenca en mención.

Es importante mencionar que la información proveniente de las isoyetas del FEN 82-83 es bastante general considerando que solo se utilizó información procedente de 22 observatorios para toda la cuenca del río Piura.

Es así que en la cuenca Alta si bien es cierto se incrementaron las lluvias, éstas superaron a las lluvias multianuales “normales” en 1,5 a 5,3 veces más como es el caso de las estaciones de Altamiza y Chignia.

Y en la cuenca media del río Piura se observó que las lluvias multianuales “normales” fueron superadas por las lluvias del FEN 82-83 entre 9,9 a 30,4 veces más, como es el caso de las estaciones de Morropon y San Joaquin.

Mientras que en la cuenca baja del río Piura las lluvias multianuales “normales” fueron extremadamente superadas durante el FEN 1982 – 83; entre 8,5 a 212,2 veces más, como es el caso de las estaciones de San Pedro y la Laguna San Ramón respectivamente.

Y a fin de determinar la variabilidad tanto para las lluvias multianuales “normal” y las lluvias acaecidas durante el FEN 82-83 durante el año, se analizó la precipitación promedio multianual de las estaciones de Corpac Piura, Chulucanas y Huarmaca versus la precipitación multianual del Fenómeno del Niño Extraordinario como es el

caso del producido en 1982-83, tal como se observa en el cuadro N° 5 y Gráfico N°4.4.1-9

En los mapas N° 3 y 4, durante la precipitación multianual (sin FEN 82- 83 y 97-98) se observó que las isohietas fluctúan entre los 10 mm a 1100 mm (isohietas de color negro), mientras las isohietas durante el FEN 82-83 las isohietas de lluvias se encuentran entre los 1000 mm a 4000 mm, efectuando la superposición de ambos mapas se observó que las mayores anomalías de las lluvias se presentan en las áreas ubicadas en la cuenca baja y media del río Piura, pero más en la cuenca baja. Comparando ambos mapas de isohietas de “año medio” y durante el “FEN 82-83” se observó que los valores de las lluvias en la zona de la laguna Ramon es el de mayor volumen de lluvias en toda la cuenca.

En resumen, esto significa que generalmente en la cuenca baja del río Piura las lluvias totales multianuales “normal ó medio”son infimas, durante el FEN 82-83 las lluvias son extraordinarias, apartándose mucho del año medio; mientras que en la cuenca alta, las precipitaciones son más regulares y estables y se apartan un poco del año medio.

Considerando ello, las áreas más vulnerables son específicamente las zonas áridas y semiáridas, donde existe muy poca cobertura vegetal cuyas lluvias durante el Fenómeno El Niño estaría fluctuando entre los 1000 a 3600 mm de precipitación que aunado a la características de la roca madre podría generar erosión de lomas e inundación en las ciudades y centros poblados de la cuenca del río Piura.

Cuadro N° 5

Lluvias multianuales “normal” y lluvias multianuales fen 82-83. Cuenca del río Piura

ESTACION	LLUVIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Monte-grande	Lluvia Multianual Total	6.2	10.6	9.5	3.8	1.1	0.1	0.1	0.2	0.5	0.5	0.8	0.7	34.1
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	169.4	73.5	304.4	495.1	250.2	19.1	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	1314.5
Miraflores	Lluvia Multianual Total	5.7	13.3	37.8	16.5	1.8	0.3	0.1	0.1	0.2	0.7	1.3	9.6	87.4
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	324.5	161.7	427.1	778.4	379.4	192.4	0.7	0.5	0.0	0.0	0.1	8.5	2273.3
Chulucanas	Lluvia Multianual Total	19.8	87.9	107.5	34.3	2.5	0.2	0.1	0.3	0.2	1.0	0.7	11.6	266.1
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	672.3	463.0	854.2	1150.7	725.7	242.0	2.4	0.0	1.7	2.2	0.0	6.9	4121.1
Morropon	Lluvia Multianual Total	24.9	68.2	136.0	45.0	3.0	0.4	0.1	0.3	0.2	1.1	1.1	10.4	290.7
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	574.8	299.3	494.4	1030.7	372.2	97.6	5.9	0.0	3.5	3.2	0.6	9.0	2891.2
Sto.Domingo	Lluvia Multianual Total	144.8	208.7	275.0	155.0	43.3	6.9	2.6	5.6	6.3	13.5	15.8	21.9	899.4
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	330.5	358.0	821.1	782.1	364.4	25.0	0.0	9.6	29.4	36.6	19.0	19.0	2794.7
Huarmaca	Lluvia Multianual Total	110.0	182.9	238.8	158.3	48.1	17.1	5.6	8.0	14.4	37.0	40.0	76.5	936.7
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	355.7	297.5	620.5	286.2	172.1	33.3	11.0	0.3	13.3	53.5	29.0	97.0	1969.4
Altamiza	Lluvia Multianual Total	109.8	147.7	143.0	123.6	70.3	19.5	14.6	11.3	19.7	29.7	28.5	52.1	769.8
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	140.7	119.5	226.3	273.7	323.8	14.6	19.3	0.0	7.3	9.4	2.8	47.7	1185.1
Barrios	Lluvia Multianual Total	45.7	117.0	198.0	76.4	12.5	1.3	0.4	1.8	2.0	5.4	4.8	25.6	490.9
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	306.1	427.9	763.8	517.2	286.5	147.6	4.0	0.3	0.4	13.3	1.0	31.3	2499.4
Bernal	Lluvia Multianual Total	2.4	5.9	11.0	3.3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.4	0.6	0.5	2.1	27.1
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	89.0	85.5	295.0	330.0	195.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1038.5
Canchaque	Lluvia Multianual Total	108.7	176.5	240.6	121.3	25.9	7.2	2.6	2.9	3.3	12.6	14.4	47.6	763.6
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	417.0	381.1	783.1	298.3	195.3	42.7	13.3	1.9	8.8	30.6	16.8	72.5	2261.

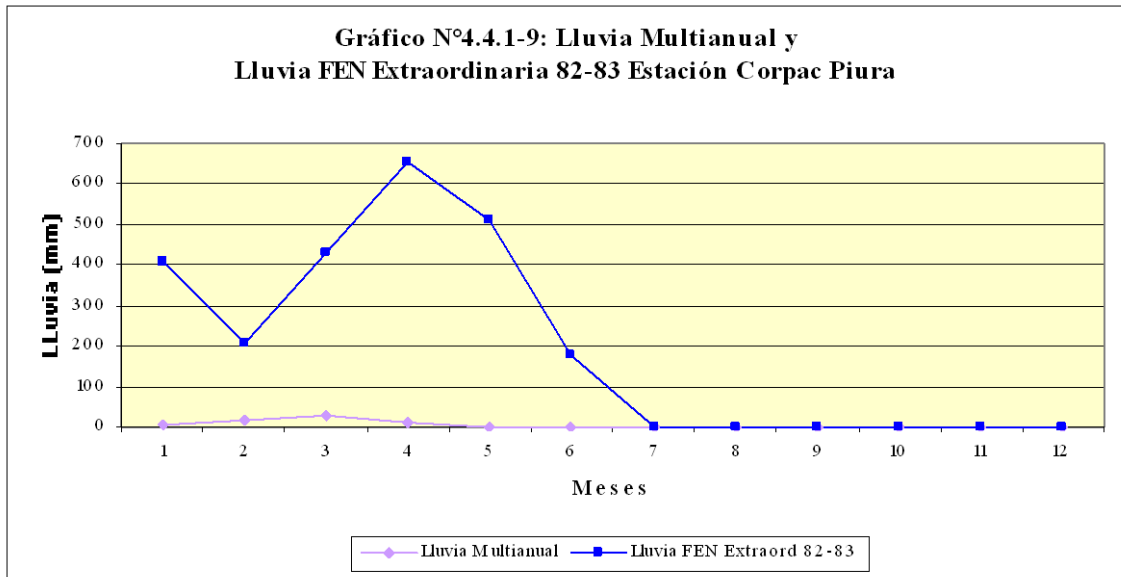
Cuadro N° 5

Lluvias multianuales “normal” y lluvias multianuales fen 82-83. Cuenca del río Piura

ESTACION	LLUVIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Chalaco	Lluvia Total Multianual	111.0	183.6	244.6	143.6	44.5	11.6	4.8	6.7	10.2	29.5	27.7	68.4	886.2
	Lluvia T. M. Fen Extraord 82-83	349.8	161.0	601.2	404.7	126.0	31.0	15.0	0.0	9.1	63.3	39.3	105.1	1905.5
Chignia	Lluvia Total Multianual	21.7	59.2	117.1	46.4	6.4	0.9	0.2	0.6	0.9	4.4	2.3	13.3	273.4
	Lluvia T. M. Fen Extraord 82-83	215.1	193.9	399.7	386.8	184.1	45.2	2.2	0.0	0.0	6.0	1.7	4.8	1439.5
Frias	Lluvia Total Multianual	156.2	249.0	313.0	150.5	40.5	8.2	3.0	5.0	8.1	19.2	23.5	69.9	1046.1
	Lluvia T. M. Fen Extraord 82-83	600.4	374.4	613.0	587.7	491.3	159.6	16.0	5.7	20.6	58.7	35.6	151.7	3114.7
Lag. Ramon	Lluvia Total Multianual	1.7	4.0	3.4	1.3	0.4	0.0	0.0	0.2	0.1	0.3	0.2	1.0	12.6
	Lluvia T. M. Fen Extraord 82-83	11.6	696.0	1060.4	473.0	358.3	70.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	2674.1
Paltahasco	Lluvia Total Multianual	78.4	161.4	222.1	73.5	16.1	5.3	2.2	3.1	2.5	6.2	5.2	46.8	622.8
	Lluvia T. M. Fen Extraord 82-83	679.1	395.2	765.1	653.1	639.8	280.2	3.0	1.0	3.3	14.1	11.9	43.6	3489.4
Pasapampa	Lluvia Total Multianual	110.3	151.1	171.1	109.3	41.4	13.7	5.9	10.6	17.2	60.3	48.7	77.5	817.1
	Lluvia T. M. Fen Extraord 82-83	271.2	118.7	371.1	139.2	120.1	15.3	6.0	0.0	24.9	73.4	29.2	154.7	1323.8
San Joaquin	Lluvia Total Multianual	10.5	40.8	46.6	5.6	0.4	0.3	0.1	0.3	0.7	0.4	0.7	4.7	111.1
	Lluvia T. M. Fen Extraord 82-83	572.3	200.7	601.7	1025.7	762.7	207.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	3382.4
San Pedro	Lluvia Total Multianual	31.9	98.5	196.0	47.0	11.1	2.0	1.9	1.1	1.1	3.6	4.3	17.9	416.4
	Lluvia T. M. Fen Extraord 82-83	744.9	530.0	699.5	772.0	622.5	149.3	0.0	0.0	0.0	8.1	1.5	18.0	3545.8
Virrey	Lluvia Total Multianual	15.1	26.8	103.1	15.9	0.7	0.2	0.0	0.0	0.2	0.8	0.3	2.6	165.7
	Lluvia T. M. Fen Extraord 82-83	460.9	200.3	679.7	908.1	649.2	188.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3086.4
Chusis	Lluvia Total Multianual	26.2	18.2	20.5	3.4	0.8	0.4	0.4	0.5	0.8	1.6	0.8	2.9	76.5
	Lluvia T. M. Fen Extraord 82-83	59.9	432.1	294.3	189.1	25.5	39.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1040.1
Corpac Piura	Lluvia Total Multianual	6.4	18.2	26.0	8.9	0.8	0.2	0.1	0.1	0.0	1.0	0.9	1.8	64.4
	Lluvia T. M. Fen Extraord 1982-83	408.0	204.0	431.0	653.0	512.0	178.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2386.7
San Miguel	Lluvia Total Multianual	8.8	10.0	22.2	7.5	1.4	0.3	0.0	0.1	0.3	0.8	1.0	1.9	54.3
	Lluvia T. M. Fen Extraord 1982-83	249.8	162.4	296.9	549.7	353.0	130.6	0.0	0.5	0.0	0.8	0.1	4.2	1748.0

Gráfico N° 4.4.1.9

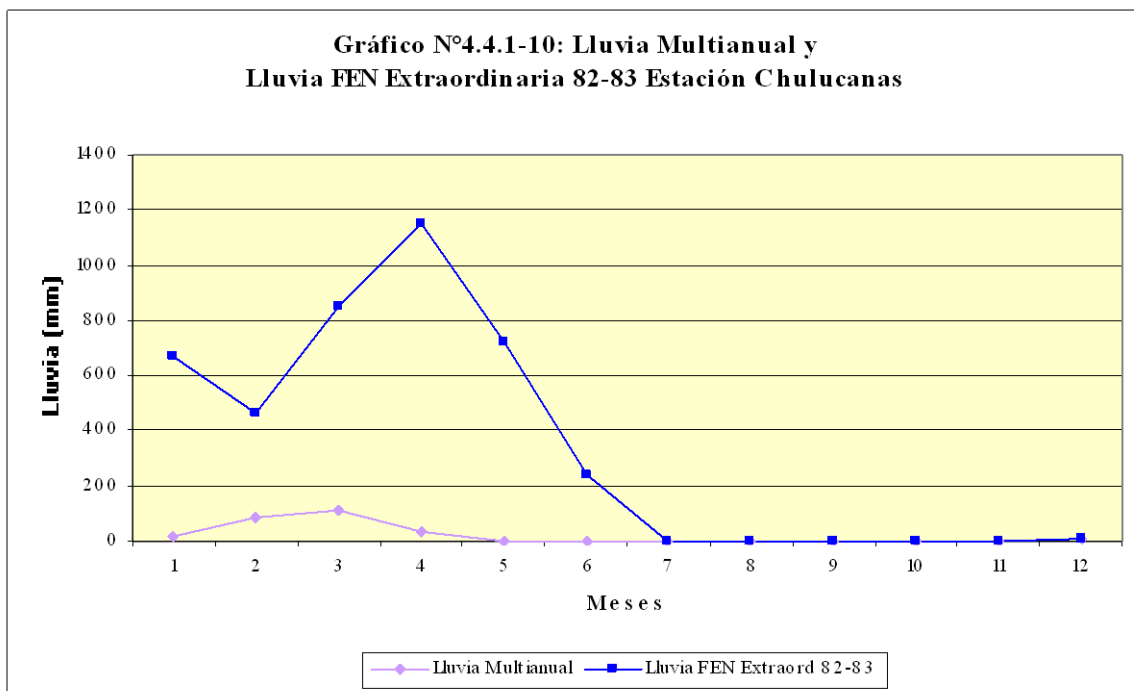
Lluvia multianual y Lluvia FEN extraordinaria 82-83. Estación Corpac Piura.



En cada una de las observatorios se ha observado que las mayores precipitaciones durante el Fenómeno El Niño (FEN) 82-83 se presentaron durante los meses de verano (enero, febrero, marzo y abril), superando ampliamente a la lluvia multianual “normal”, en el caso de la estación de Corpac Piura en el FEN 82-83 llovió 63,8 y 73.4 veces más que la lluvia total multianual durante los meses de enero y abril respectivamente, gráfico N°4.4.-9.

Gráfico N° 4.4.1.10

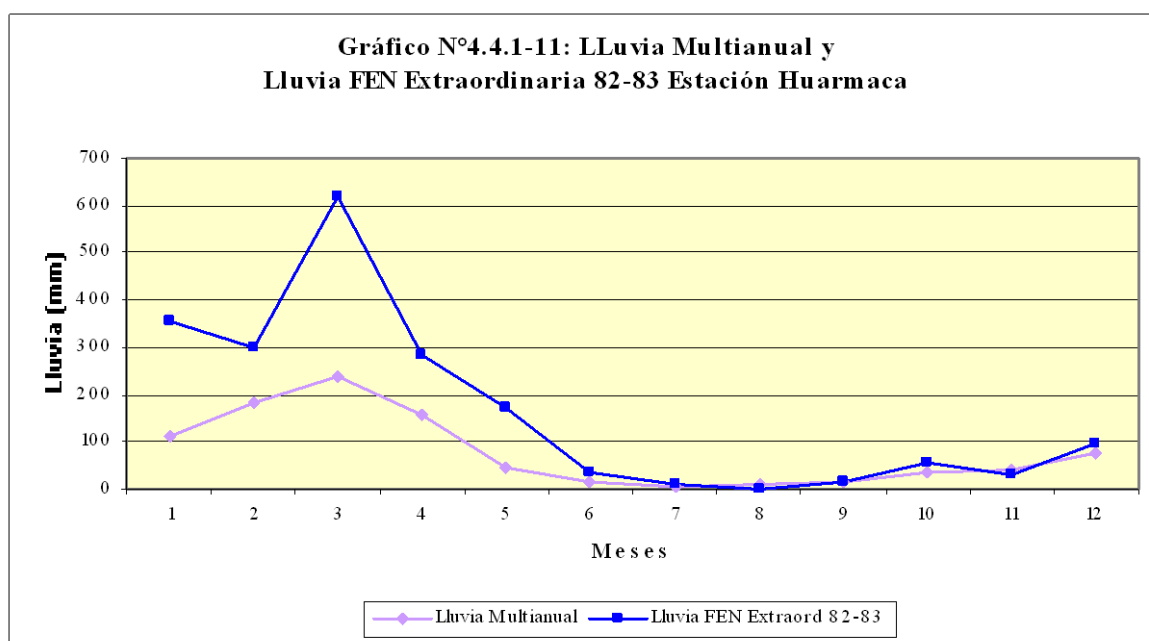
Lluvia multianual y Lluvia FEN extraordinaria 82-83. Estación Chulucanas.



En el caso de la estación de Chulucanas, ubicada en la cuenca media del río Piura, la lluvia multianual durante el FEN 1982-83 supero a la lluvia multianual "normal" en 34 y 33,5 veces más durante el mes de enero y abril respectivamente, ver gráfico N°4.4-10. Y en la estación de Huarmaca, ubicada a 2180 metros sobre el nivel del mar, la lluvia del FEN 82-83 supero en 3,2 y 2,6 veces más que la lluvia multianual "normal" durante los meses de enero y marzo respectivamente, tal como se puede observar en el gráfico N°4.4-11.

Gráfico N° 4.4.1.11

Lluvia multianual y Lluvia FEN extraordinaria 82-83. Estación Huarmaca.



c. Humedad Relativa

La información de dicho elemento meteorológico proviene de doce estaciones meteorológicas que se encuentran en el ámbito de estudio y son: Montegrande, San Miguel, Miraflores, Radar UDEP, Chusis, Corpac Piura, Campus UDEP todas ellas ubicadas en la cuenca baja del río Piura, en la cuenca media de dicho río se encuentran Chulucanas, Morropón, El Papayo, Tejedores, en la cuenca alta sólo se tiene a la estación de Huarmaca.

De acuerdo a la información la humedad relativa de la cuenca baja del río Piura de las estaciones anteriormente mencionadas fluctuá entre 59,2 a 78,7%, tal como se observa en el Gráfico N°4.4.1-12. En la cuenca media se observa dos tendencias, una de las cuales se muestra en las estaciones de Chulucanas y Tejedores donde las mayor humedad relativa media se presenta entre los meses de la estación seca (julio y agosto) con 75,1% y 71% respectivamente y en los observatorios de El Papayo y

Morropón la mayor humedad relativa se presenta en los meses de verano (abril y marzo) con 75,2% y 73,6% respectivamente. Ver Gráfico N°4.4.1-13.

Gráfico N° 4.4.1.12
Humedad relativa media. Cuenca Baja del río Piura.

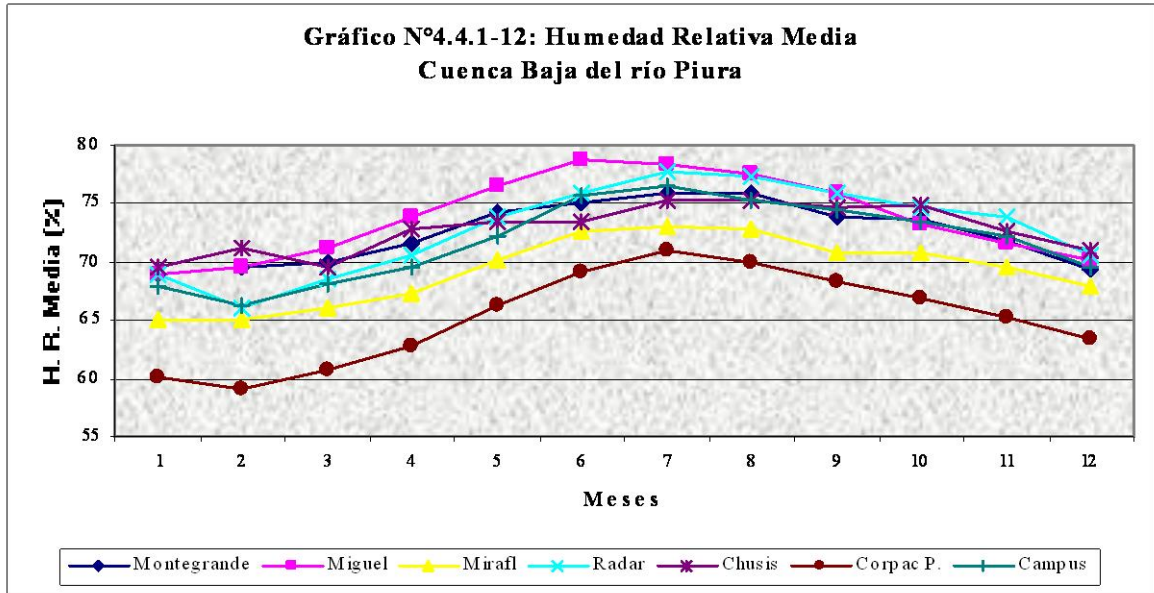
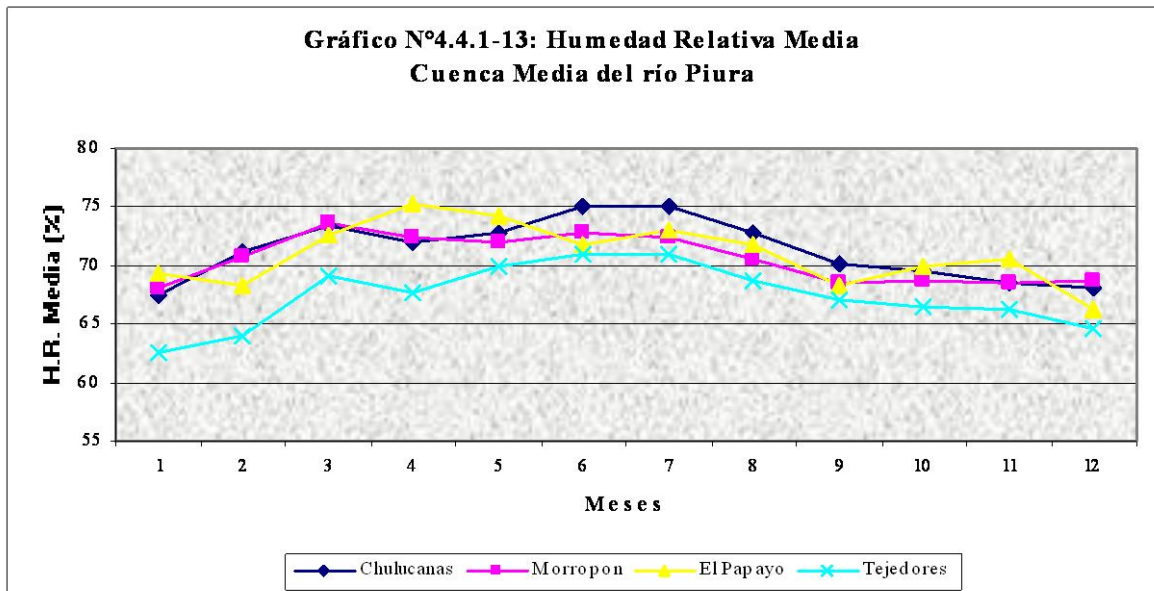


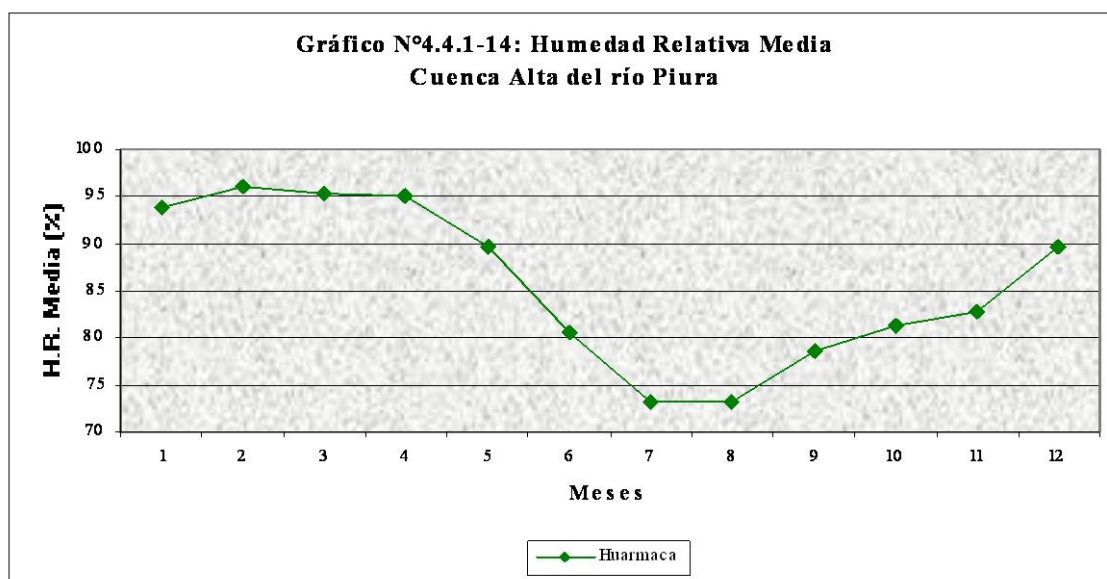
Gráfico N° 4.4.1.13
Humedad relativa media. Cuenca Media del río Piura.



Mientras que en la cuenca alta, sólo existe un observatorio meteorológico que es la estación de Huarmaca, en donde se observa que la humedad relativa fluctúa entre los 73 a 96%, registrándose la mayor humedad relativa media durante la estación de verano.

Gráfico N° 4.4.1.14

Humedad relativa media. Cuenca Alta del río Piura.



La mayor o menor humedad del aire tiene bastante importancia en las actividades humanas, pues cuanto más alta es la humedad relativa media del aire en una localidad, mayor es la probabilidad de que se produzcan rocíos, como resultado del descenso nocturno de la temperatura del follaje y demás partes de las plantas; también es posible que el rocío perdure más tiempo en el curso del día. Todo ello trae como consecuencia que en los lugares con elevada humedad relativa media del aire proliferen las más diversas enfermedades de las plantas cultivadas.

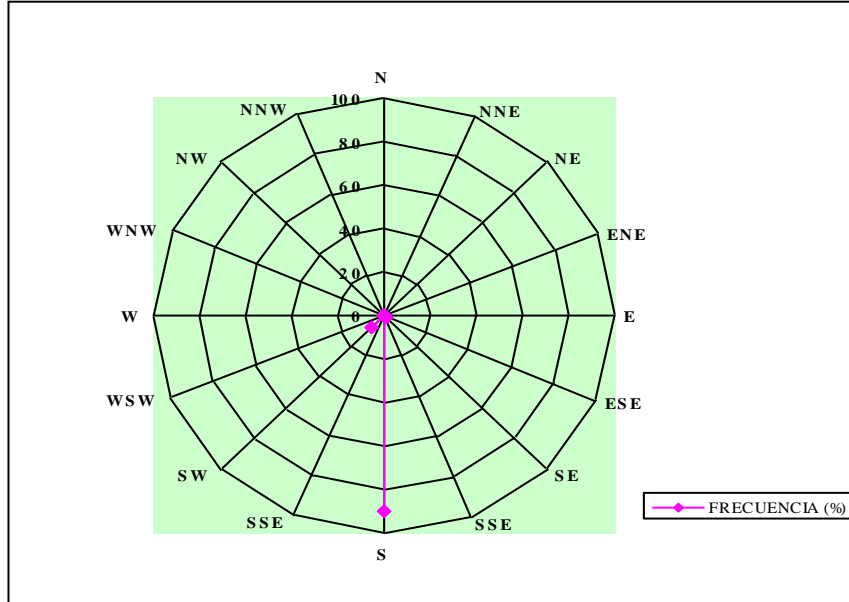
d. Viento

Del total de estaciones sólo se contó con ocho estaciones que se ubican dentro de la cuenca del río Piura y poseen dicho elemento meteorológico y son: Montegrande, San Miguel, Miraflores, Chulucanas, Morropón, Corpac Piura, Huarmaca y Tejedores. A fin de analizar dicho elemento meteorológico se seleccionó sólo tres estaciones, por poseer un aceptable record histórico y por ser representativas de la cuenca baja, media y alta del río Piura. Mapa N° 5.

En la cuenca baja se analizó la estación de Corpac Piura cuyo periodo es de 1971 al 2003 sin considerar los años extraordinarios como son el 1982-83 y 1997-98.

Gráfico N° 4.4.1.15

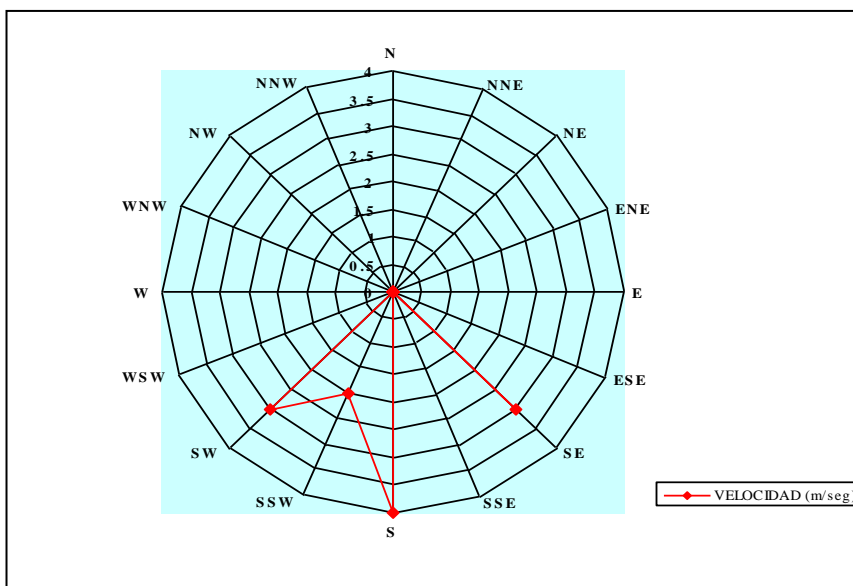
Frecuencia Promedio del viento. Estación de Corpac Piura. Cuenca Baja del río Piura.



En la cual se observa que el 90% de los vientos que se presentan en la estación de Corpac Piura provienen de la dirección Sur, mientras que la velocidad media es de 4 m/s, tal como se observa en el gráfico N°4.4.1-15 y 4.4.1-16.

Gráfico N° 4.4.1.16

Velocidad media del viento (m/s). Estación de Corpac Piura. Cuenca Baja del río Piura.



Mientras que en la cuenca media, se analizó la estación de Chulucanas donde el 86% de los vientos predominantes provienen del Sur siendo su velocidad de 4 m/s, a su vez se denotó que existe un 10% de vientos que vienen del SurOeste con una velocidad de 4 m/s. Tal como se muestra en los Gráficos N°4.4.1-17 y 4.4.1-18.

Gráfico N° 4.4.1.17

Frecuencia Promedio del viento. Estación de Chulucanas. Cuenca Media del río Piura.

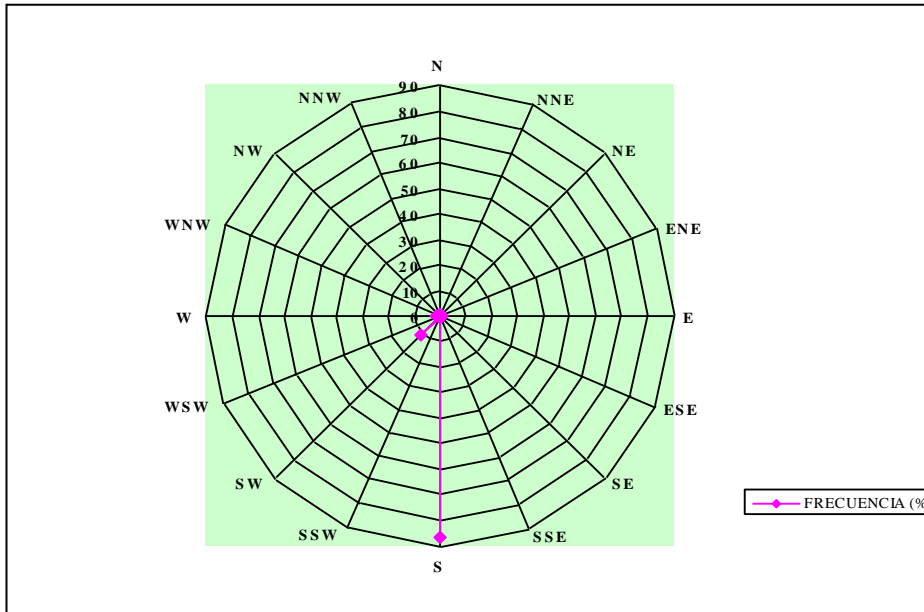
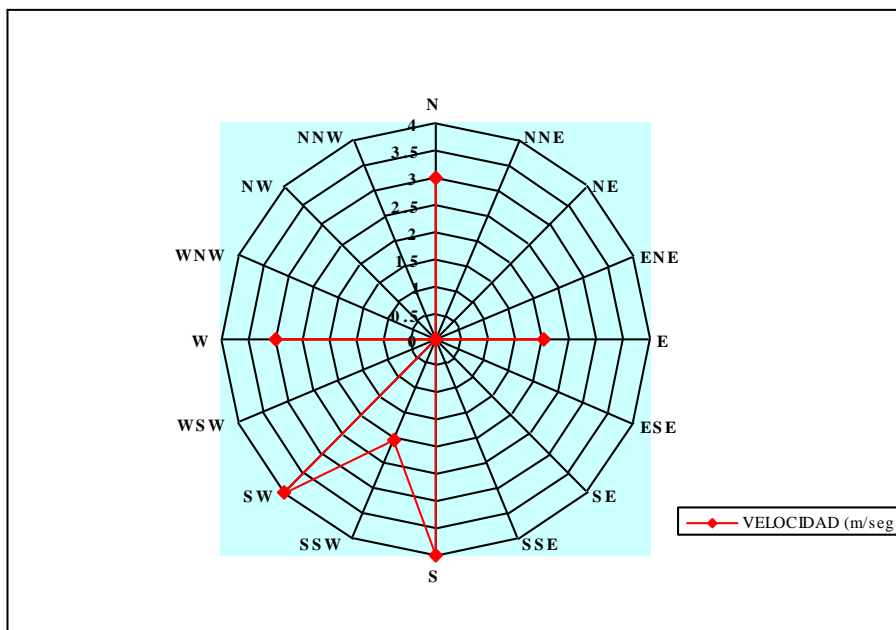


Gráfico N° 4.4.1.18

Velocidad media del viento (m/s). Estación de Corpac Piura. Cuenca Baja del río Piura.



Y en la cuenca alta en la estación de Huarmaca, existe un variabilidad de los vientos, en las que se distribuye de la siguiente forma: el viento predominante proviene del SurEste con una frecuencia de 58,6% y una velocidad media de 5 m/s, mientras que el 33% provienen del Oeste con una velocidad media de 4 m/s, a su vez existe el viento del Este con una frecuencia de 8,6% con una velocidad media de 8 m/s. Tal como se observa en los Gráficos N°4.4.1-19 y N°4.4.1-20

Gráfico N° 4.4.1.19

Frecuencia Promedio del viento. Estación de Huarmaca. Cuenca Alta del río Piura.

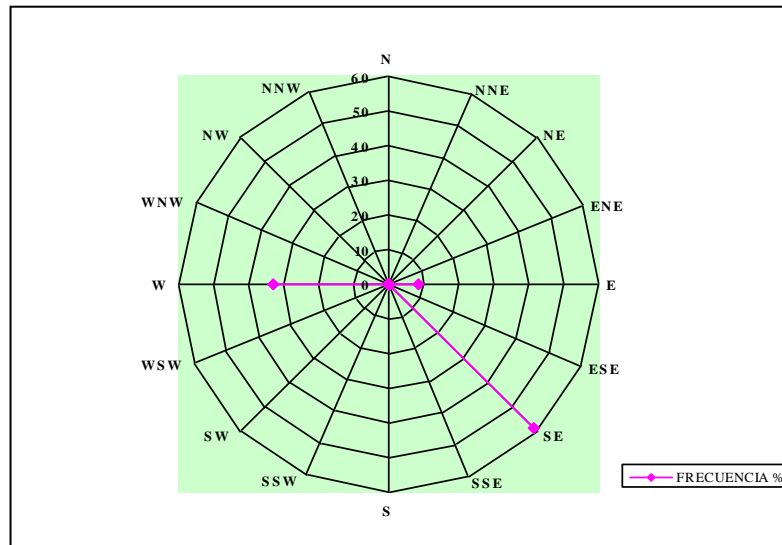
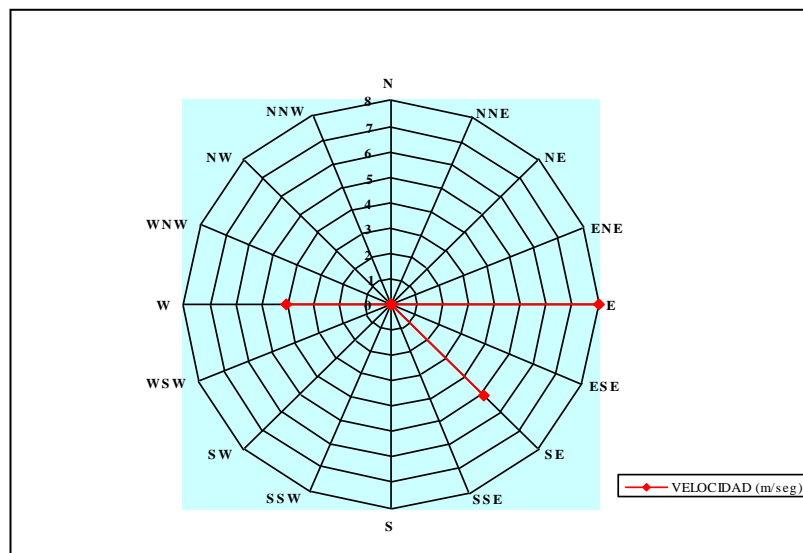


Gráfico N° 4.4.1.20

Velocidad media del viento (m/s). Estación de Huarmaca. Cuenca Alta del río Piura.

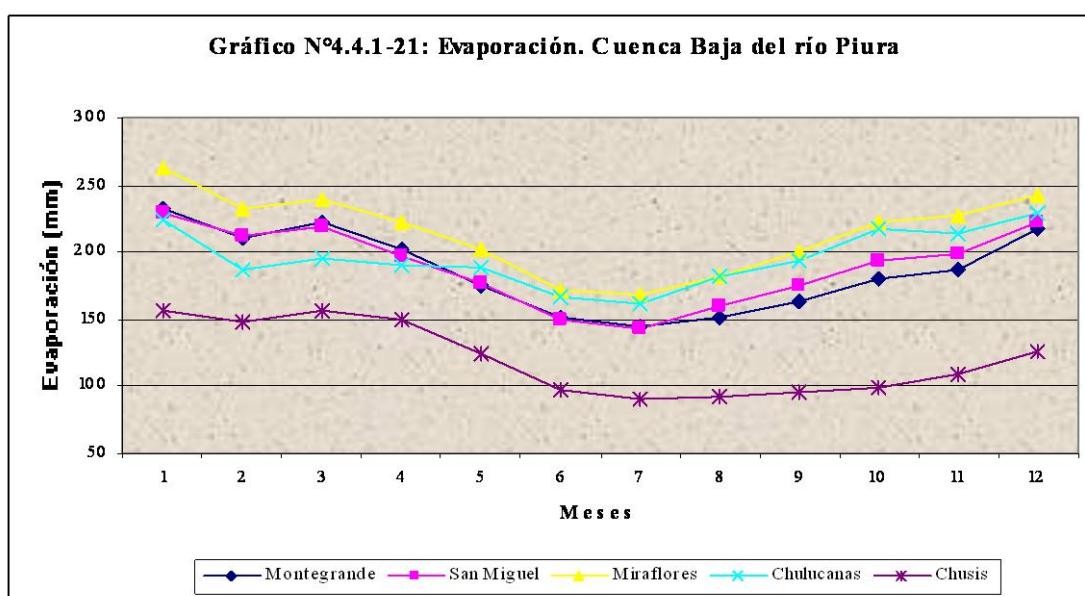


f. Evaporación

En la cuenca del río Piura, este elemento meteorológico es registrado por las estaciones meteorológicas de Miraflores, San Miguel, Montegrande, Chusis, Chulucanas, Cruceta, Morropón, Huarmaca, todas ellas ubicadas dentro del ámbito de estudio.

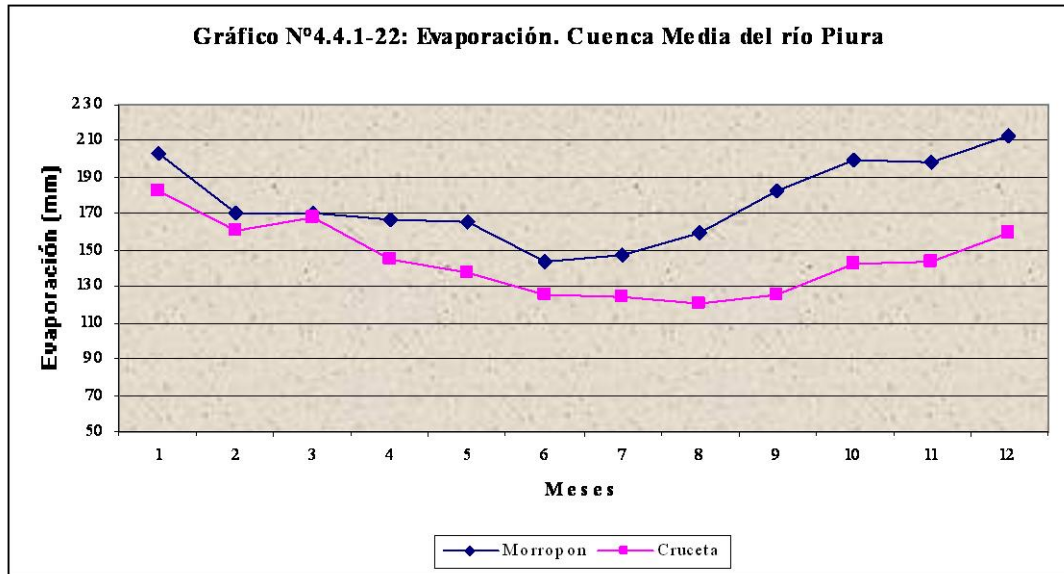
Los datos de evaporación han sido registrados con evaporímetros de los tipos Tanque; a fin de efectuar el análisis de dicho elemento meteorológico se dividió el ámbito de estudio en cuenca baja, media y alta. Es así que en la cuenca baja del río Piura se cuenta con la mayoría de los observatorios como es el caso: Miraflores, San Miguel, Montegrande, Chusis, Chulucanas, en el gráfico N°4.4.1-21 se observa que la evaporación fluctúa entre los 90,1 a 262,7 mm, denotándose que las máximas evaporaciones se registra en los meses de verano y las mínimas durante la época de estiaje (junio, julio y agosto).

Gráfico N° 4.4.1-21
Evaporación. Cuenca Baja del río Piura



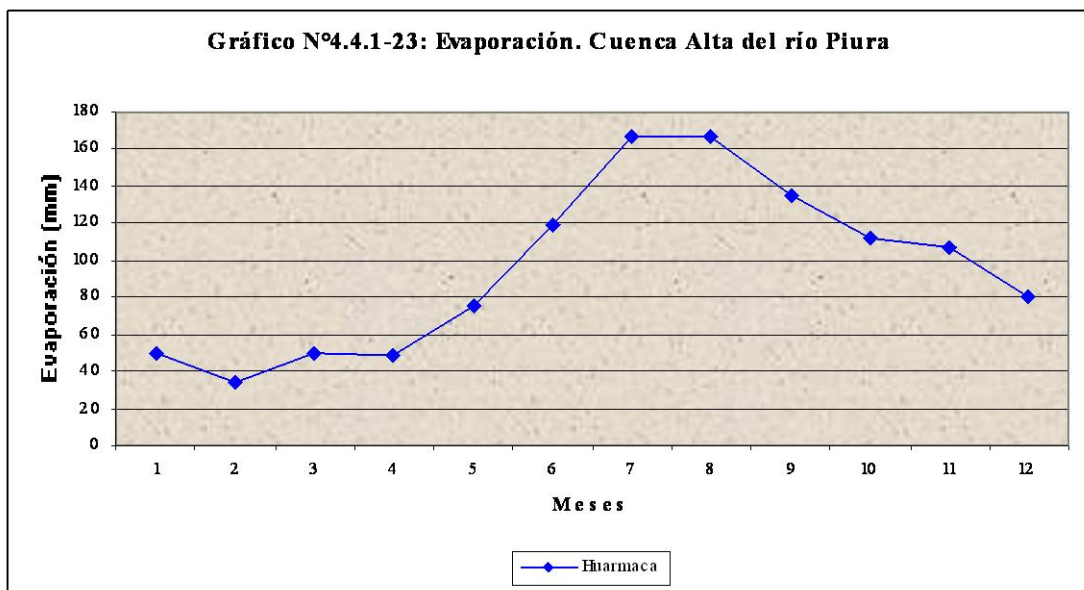
La evaporación de la cuenca media del río Piura, se basa en la información procedente de las estaciones de Morropón y Cruceta, y la evaporación fluctúa entre 120,7 mm y 212,9 mm (Gráfico N°4.4.1-22), es importante mencionar que la información de Cruceta se debe considerar como referencial considerando que tiene pocos años de registro.

Gráfico N° 4.4.1-22
Evaporación. Cuenca Media del río Piura



Mientras que en la cuenca alta del río Piura sólo se cuenta con una estación meteorológica que es Huarmaca, cuyo mínimo valor de evaporación es de 34,1 mm y el máximo valor es de 166,6 mm, asimismo se denota que las mayores valores de evaporación se presenta en la época de estiaje entre los meses de julio y agosto y los menores valores se presenta en la estación de verano (desde enero a abril), tal como se observa en el Gráfico N°4.4.1-23.

Gráfico N° 4.4.1-23
Evaporación. Cuenca Alta del río Piura



3.1.2 Zonas de Vida en la Cuenca del Río Piura

Según el sistema de Leslie Holdridge adoptado en este estudio, la cuenca del río Piura 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. De acuerdo al sistema de Leslie Holdridge se ha determinado la existencia de trece (13) zonas de vida, distribuidas en cuatro (04) pisos altitudinales, tal como se observa en el Cuadro N° 6.

Cuadro N° 6

Diagnóstico físico natural en la cuenca del río piura

ZONAS DE VIDA	N°	REGIÓN LATITUDINAL	PISO ALTITUDINAL	DENOMINACIÓN	SIMBOLOGÍA
	1	Tropical (T)	Basal	desierto superárido	ds-T
	2			matorral desértico	md-T
	3			monte espinoso	mte-T
	4		Premontano	desierto desecado	dd-PT
	5			desierto superárido	ds-PT
	6			desierto perárido	dp-PT
	7			matorral desértico	md-PT
	8			monte espinoso	mte-PT
	9			bosque seco	bs-PT
	10		Montano Bajo	bosque seco	bs-MBT
	11			bosque húmedo	bh-MBT
	12		Montano	bosque húmedo	bh-MT
13	bosque muy húmedo			bmh-MT	

Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista económico, las zonas de vida que tienen mayor importancia se encuentran ubicados en el piso montano bajo-Tropical y el piso montano-Tropical, estos pisos ecológicos poseen recursos naturales que son muy valorizados por el hombre. Mientras que el recurso agua es el factor limitante para la actividad agrícola ubicada en los pisos altitudinales Premontano y Basal

En el presente estudio se ha identificado, evaluado y descrito cada una de ellas; asimismo se menciona el uso actual y potencial, información básica necesaria para estudios posteriores. Asimismo es importante mencionar que el presente estudio se basó en el mapa de zonas de vida a la escala 1:250,000, al cual se han efectuado correcciones basadas en la información disponible y el trabajo de campo, aunque es necesario efectuar estudios más específicos al respecto.

En el Mapa Mapa N° 2, se muestra la distribución de las zonas de vida en la cuenca del río Piura, las que se describen a continuación.

PRIMER PISO: BASAL

a. Desierto superárido – Tropical (ds-T)

■ Ubicación y Extensión Superficial

El desierto superárido-Tropical, en la cuenca del río Piura, se extiende principalmente en la cuenca baja del río en mención desde aproximadamente los 10 metros sobre el nivel del mar hasta altitudes inferiores a los 100 msnm de altitud, abarcando una extensión superficial de 162 488,09 ha, que representa el 13,90% del área de estudio.

■ Relieve

Comprende las estribaciones de las partes bajas de la cuenca del río Piura, caracterizadas predominantemente por un relieve topográfico plano, con algunas áreas onduladas.

■ Condiciones Climáticas

En esta zona de vida, se encuentra la estación de Miraflores (operativa – 30 msnm) y Corpac Piura (operativa – 49 msnm), en el caso de la estación Miraflores la lluvia multianual mínima es de 2,2 mm acaecida en 1996 y máxima en 343,6 mm ocurrida en 1992 (sin considerar los años 1983 y 1998), teniendo como lluvia multianual (promedio) 85,8 mm., mientras que en la estación de Corpac Piura (operativa), la lluvia multianual mínima es de 0,0 mm (1991) y máxima en 363,1 mm (1943), teniendo como lluvia multianual (promedio) 64,5 mm. En ambas estaciones presentan información amplia como es el caso de la estación Corpac cuyo periodo de información es de 50 años mientras que la estación de Miraflores el periodo de análisis es de 29 años.

Teniendo en cuenta que no se tiene una buena densidad de estaciones meteorológicas y de acuerdo a la observación in situ se estima que las precipitaciones en esta zona de vida fluctúan aproximadamente entre 70 y 100 mm. Asimismo, se cuenta con información real de la temperatura media multianual por intermedio de la estación Corpac Piura que registra 24,4°C, con lo cual se puede estimar que la temperatura media multianual fluctúa entre 24°C y 25°C. La condición de humedad del suelo es: SUPERARIDO.

■ Cobertura Vegetal

La cobertura vegetal en esta zona de vida es muy escasa, pero existen algunas áreas cubiertas con arbustos adaptadas a condiciones de extrema sequedad (xerófilos) dispersos, gramíneas estacionales que emergen en invierno con la humedad de las neblinas o por las lluvias extremas inusuales que favorecen la emersión de dicha vegetación, así como se observó especies arbóreas muy dispersas como el “algarrobo” (*prosopis pallida*) y el “sapote” (*angulata capparidis*).



Foto N° 1

Los Ejidos, vegetación ribereña, 40 m.s.n.m.
Zona de vida: Desierto superárido – Tropical (ds-T)

■ **Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente**

Se cultiva solo en el valle del río Piura que atraviesan esta formación ecológica y potencialmente estas tierras son aptas para agricultura, pero estas se incorporarán bajo el sistema de riego siempre y cuando se disponga del líquido elemento vital que es el agua.

Es por ello que dentro de esta zona de vida se encuentra la Represa Los Ejidos la cual constituye una infraestructura de reserva de agua para las diversas actividades productivas, básicamente el almacenamiento se efectúa durante la estación de lluvias a fin de que en los meses restantes se distribuya el recurso agua, para las distintas actividades antropicas. En dicha Represa se observó la presencia de un pluviómetro a cargo del Proyecto Especial Chira Piura.

b. Matorral desértico – Tropical (md-T)

■ **Ubicación y Extensión Superficial**

Abarca la llanura costera, colinas, cerros bajos y laderas del pie de monte de la cordillera occidental de los Andes. Se extiende casi en la cuenca media del río Piura desde 1800 msnm hasta aproximadamente los 2200 msnm, abarcando una extensión superficial de 187 295,51 ha, que representa el 16,02% del área en estudio.

- **Relieve**

Se encuentra en la llanura costera ocupando mayormente terrenos ondulados y las partes medias, es decir, las laderas con pendientes moderadas y mayormente inclinadas de los cerros bajos.

- **Condiciones Climáticas**

Esta zona de vida es más lluviosa que la anterior, tal como se registra en la estación de San Joaquin, en dicha estación ubicado a una altitud de 230 m de altitud, la lluvia multianual asciende a 111,1 mm, y se concentra casi íntegramente durante los meses de lluvias veraniegas (enero a marzo), por lo que se estima que la lluvia multianual fluctúa entre 125 y 225 milímetros. En esta zona de vida no existe un estación climatológica que nos proporcione información referente a la temperatura media, por ello se estima que la temperatura media fluctúa aproximadamente entre los valores 23,5°C y 24,6°C. Mientras que la condición de humedad del suelo es: PERARIDO.

- **Cobertura Vegetal**

La cobertura vegetal tiene una composición florística un poco más compleja y heterogénea que la anterior formación ecológica; las especies arbóreas se encuentran presentes en una menor proporción, entre las especies se destacan “algarrobo” (*Prosopis Pallida*), “Faique” (*Acacia sp.*) y de manera localizada “Hualtaco” (*Loxopterygium guasango*), también se encuentran arbustos como el “sapote” (*Capparis angulata*) entre otros. A su vez se presentan cactáceas de porte columnar grueso y prismático del género *Cereus*. Asimismo se puede observar una cobertura de gramíneas de corto período vegetativo que emerge durante la estación de verano.

- **Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente**

Esta zona de vida se encuentra ocupada por una cobertura vegetal natural, similar a la mencionada anteriormente; la misma que es aprovechada por el pastoreo; durante el período de los meses lluviosos de enero hasta abril inclusive. En las tierras con riego se cultiva panllevar y frutales tropicales. Potencialmente se puede desarrollar la actividad agropecuaria en forma permanente y económicamente rentable si se dota de agua de regadío.

Generalmente las tierras con riego se cultivan panllevar así como árboles frutales tropicales. Por otro lado, el manejo del bosque ralo es una alternativa de producción forestal, aquí se encuentran los bosques ralos de algarrobo más importantes del departamento.

c. Monte espinoso – Tropical (mte-T)

■ Ubicación y Extensión Superficial

Dicha unidad de vida se ubica en la cuenca media del río Piura, generalmente por debajo de 500 msnm. Abarca una extensión superficial de 97 330,36 ha; 8,32% de la cuenca en mención.

■ Relieve

Se encuentra en la llanura costera ocupando mayormente terrenos ondulados así como colinosos, es decir, las laderas con pendientes moderadas y mayormente inclinadas de los cerros bajos. Áreas fuertemente inclinadas son típicas hacia las partes inferiores del flanco occidental.

■ Condiciones Climáticas

En la presente zona de vida se ubica la estación climatológica de Morropón, cuya lluvia multianual es de 290,7 mm a su vez presenta lluvias mínimas como lo ocurrido en el año 1990 con 25,8 mm en el mismo periodo de análisis se presentan fuertes lluvias como el presentado en el año 1992 con 857,7 mm, es importante manifestar que no se ha considerado los años 1983 y 1998, para el análisis de la lluvia multianual de la mencionada estación.

En esta misma zona de vida también se ubica las estaciones pluviométricas de San Pedro, Barrios y Chignia ubicados a una altitud de 200, 370 y 390 metros cuyas lluvias son de 416,4, 490,9 y 273,5 milímetros. De acuerdo a lo anteriormente mencionado se estima que la lluvia multianual de esta zona de vida fluctúa entre los 250 y 500 milímetros. Asimismo la temperatura media en la estación de Morropón es de 24,2°C, por lo que se estima que la temperatura media en esta zona de vida fluctúa entre los 24°C y 25°C. Siendo la condición de humedad: ARIDO

■ Cobertura Vegetal

La vegetación primaria es un bosque abierto de porte relativamente bajo, constituido casi proporcionalmente por árboles, arbustos y cactáceas presentándose la vegetación herbácea abundante solo durante la estación de lluvias veraniegas. En las áreas más húmedas de esta zona de vida se pueden distinguir “ceibo” (*Ceiba pentandra*), “pasallo” (*Eriotheca ruzii*),

“palo santo” (*Bursera graveolens*), entre otras. Y en las áreas más secas de esta unidad se tiene al “algarrobo” (*Prosopis pallida*), “charán” (*Caesalpinia corimbosa*), entre otros.

- **Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente**

La actividad agrícola se lleva a cabo en terrenos cercanos a los ríos para aplicar riego permanente a los cultivos de plátano, arroz, yuca y maíz. Potencialmente dicha unidad presenta condiciones térmicas favorables donde es factible desarrollar cultivos tropicales siempre y cuando se cuente del recurso agua.

SEGUNDO PISO: PREMONTANO

a. Desierto desecado – Premontano Tropical (dd-PT)

- **Ubicación y Extensión Superficial**

La presente zona de vida se ubica en la cuenca baja del río Piura, y se extiende desde el litoral hasta aproximadamente altitudes superiores a los 50 m, abarcando una extensión superficial de 101 123,97 ha, que representa el 8,65% del área en estudio.

- **Relieve**

Comprende las estribaciones de las partes bajas de la cuenca del río Piura, caracterizadas 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.

- **Condiciones Climáticas**

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, en dichas estaciones las lluvias multianuales son: 33,4 mm, 34,3 mm y 27,1 mm respectivamente. Considerando ello, se estima que la lluvias totales anuales fluctúan aproximadamente entre los 0 a 31 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.

- **Cobertura Vegetal**

En la zona continental la vegetación casi no existe o es muy escasa, pero en la zona marino costero de San Pedro existe el ecosistema denominado “Manglares de San Pedro” en la cual se observó el “mangle rojo” (*Rhizophora mangle*), “mangle” (*Avicennia germinia*), asimismo se observó, otros tipos de pequeñas manchas verdes de especies halófilas dentro del extenso paisaje árido (arenal).

- **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, a excepción de aquellas áreas colindantes al río Piura donde las condiciones edáficas y la disponibilidad de agua para riego permiten el desarrollo de la actividad agrícola en gran escala así como de cultivos de panllevar.

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.

Es importante mencionar que existe el potencial para actividades turísticas relacionadas a los hermosos paisajes, avifauna que encierra los pocos manglares existentes en la zona, como es los Manglares de San Pedro.

b. Desierto superárido – Premontano Tropical (ds-PT)

- **Ubicación y Extensión Superficial**

Su extensión abarca la llanura costera y el resto está ocupando colinas, cerros bajos, abarcando una extensión superficial de 172 534,63 ha, que representa el 14,76% del área total de la cuenca del río Piura.

- **Relieve**

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

- **Condiciones Climáticas**

Las estaciones climatológicas que se ubican dentro de esta zona de vida son la estación de Laguna San Ramón, San Miguel, Campus

UDEP y Radar UDEP cuyas lluvias multianuales son de 12,7, 54,3, 112,4 y 96,1 mm, lo que hace estimar que la lluvia multianual para la presente zona de vida varía entre 30 y 70 mm, las estaciones de Laguna San Ramón, Campus UDEP y Radar UDEP han sido consideradas en esta zona de vida debido a la existencia de una vegetación natural propia del desierto superárido – Premontano Tropical aún cuando en estas tres últimas estaciones las lluvias superan dicha zona.

Y en relación a la temperatura media, la estación más representativa es la estación de San Miguel que registra 23,1°C, en dicha estación se registra temperaturas medias menores como es el caso del año 1971 que se registro una temperatura media de 20,9, asimismo se observó temperaturas mínimas mayores como el registrado en el año 1983 con 25,9°C, observándose que en dicha estación se observa una variabilidad de 5°C de la temperatura media.

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.

■ 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*).

■ 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.

En esta misma zona de vida se observa la presencia del estuario de Virrilla, el cual es un conducto natural en donde ingresan las mareas hasta el continente y se observó la presencia de actividad piscícola artesanal.

c. Desierto perárido – Premontano Tropical (dp-PT)**■ Ubicación y Extensión Superficial**

Dicha zona de vida se ubica aproximadamente entre los 100 metros sobre el nivel del mar hasta aproximadamente los 180 metros, abarcando áreas onduladas y acercándose hacia las porciones inferiores de las estribaciones andinas occidentales, su extensión superficial es de 61 815,39 ha, que representa el 5,29% del área total de la cuenca del río Piura.

■ Relieve

La configuración topográfica varía desde suave plano hasta colinado, propio de las planicies de la llanura, son áreas secas intervenidas por el hombre.

■ Condiciones Climáticas

Esta zona de vida no cuenta con ninguna estación meteorológica, por lo que de acuerdo al diagrama bioclimático de Holdridge se estima que la lluvia total multianual fluctúa aproximadamente entre los 70 hasta los 130 mm, mientras que la temperatura media varía entre los 23° y 24°C.

El promedio de evapotranspiración potencial total por año para esta zona de vida, de acuerdo al Diagrama Bioclimático de Holdridge, varía entre 8 y 16 veces la lluvia, ubicándola, por lo tanto, en la provincia de humedad: PERARIDO.

■ Cobertura Vegetal

La vegetación que se presenta son áreas de “algarrobos” (*Prosopis pallida*), “bichayo” (*Capparis ovalifolia*), “sapote” (*Capparis angulata*), se presenta también el “aromo” (*Acacia huarango*). Entre los arbustos resaltan el “Charamusco”, “overo” y el “satuyo”, asimismo se observó vegetación estacional que emergen con las lluvias de verano.

■ Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente

Las tierras con disponibilidad de agua de riego son utilizadas para la siembra de una gran variedad de cultivos tropicales. Existen tierras con muy alto valor agrícola que se incorporaría a la agricultura intensiva siempre que se les dote de agua de regadío.

d. Matorral desértico – Premontano Tropical (md-PT)**■ Ubicación y Extensión Superficial**

Se ubica en la cuenca media del río Piura, cerca a las estribaciones occidentales de la cordillera occidental de los andes, asimismo se distribuye en pequeñas áreas discontinuas hacia el interior de los valles encajonados de la vertiente occidental, con una extensión de 6 645,70 ha lo que representa un porcentaje de 0,57%

■ Relieve

De igual manera el relieve topográfico varía entre ondulado y quebrado con algunas áreas de pendientes suaves.

■ Condiciones Climáticas

En dicha zona de vida se ubican las estaciones meteorológicas de Chulucanas, Cruceta, Virrey, Tejedores, cuyas lluvias totales multianuales son: 266,1, 264,5, 165,6, 195,8 mm respectivamente, por lo que se estima que las lluvias totales multianuales varían entre 120 mm a 250 mm aproximadamente.

Mientras que la temperatura media se registra en las estaciones de Chulucanas, con 24°C, por lo que se estima que las temperaturas medias varían entre 23°C y 24°C aproximadamente. Asimismo en dicha zona de vida se presenta la estación de Cruceta y Tejedores cuyas temperaturas medias son superiores al rango. Pero estas no han sido consideradas en la zona de vida por no contar con un buen registro de periodo de información. La condición de humedad del suelo es: ARIDO.

■ Cobertura Vegetal

En relación a la vegetación característica de esta zona se ha observado al “sapote” (*Capparis angulata*), “bichayo” (*Capparis ovalifolia*), las cactáceas también están presentes como el género neoraimondia de porte columnar prismático gigante, asimismo presenta una vegetación herbácea rala como son las gramíneas y de corto periodo vegetativo.

■ Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente

La mayor parte de los terrenos de esta zona de vida es utilizada para el pastoreo de ganado caprino, aprovechando los pastos estacionales que se desarrollan durante el periodo de lluvias veraniegas. En las áreas que se disponen de agua es donde se desarrolla la actividad agrícola pero de pequeña envergadura, muchas veces solamente con carácter de subsistencia.

El aprovechamiento de dicha zona de vida es de extracción maderera especialmente del “algarrobo” (*Prosopis pallida*) el cual se utiliza como

recurso energetico, su madera es considerada la mejor para leña mientras que sus frutos son utilizados como alimento para el ganado.

e. **Monte espinoso– Premontano Tropical (mte-PT)**

■ **Ubicación y Extensión Superficial**

El monte espinoso – Premontano Tropical se ubica en la cuenca media del río Piura con una extensión de 87 490,12 ha que representa el 7,48% de la cuenca en mención, se circunscribe mayormente hacia el lado de la vertiente occidental, comprende gran parte del valle de Huancabamba.



Foto N° 2

Ruta a Frías 1000 msnm, zonas más altas se encuentran sobre los 3000 msnm. Zona de vida: Monte espinoso – Premontano Tropical (mte-PT)

■ **Relieve**

La configuración topográfica es predominantemente quebrada, alternada con escasas áreas relativamente suaves situadas a lo largo de los ríos o fondo de valles.



Foto N° 3

Arbol, “palo santo” ubicado en los alrededores de la represa San Lorenzo. Zona de vida: Monte espinoso – Premontano Tropical (mte-PT)

■ Condiciones Climáticas

En esta formación ecológica se encuentra ubicada la estación de Bigote siendo la lluvia multianual de 373,8 mm dicha lluvia se distribuye durante los meses de enero a abril inclusive, favoreciendo el rebrote de toda la vegetación natural, principalmente de la vegetación herbácea graminal, que es aprovechada para el pastoreo y el ramoneo por el ganado vacuno y caprino. Dicha zona de vida no cuenta con estaciones climatológicas por lo que se asume que la temperatura media multianual es inferior a los 24°C.

De acuerdo al diagrama de Holdridge, tienen un promedio de evapotranspiración potencial total por año variable entre 2 y 4 veces la lluvia, que las ubica consiguientemente en la provincia de humedad: SEMIARIDO.

■ Cobertura Vegetal

Predominan los bosques caducifolios, donde destacan el “pasallo” (*Eriotheca ruizii*), “guayacán” (*Tabebuia crysantha*), así como vegetación arbustiva como la “borrachera” (*Ipomoea carnea*), el overo

(*Cordia lutea*). Estas últimas germinan por la presencia de las lluvias veraniegas, así como pequeñas inclusiones de cactáceas.

- **Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente**

En los terrenos con vegetación herbácea y arbustiva estacional, se lleva a cabo un pastoreo de ganado caprino, habiendo generado en muchos de los casos una fuerte degradación de la vegetación así como un proceso erosional del suelo lo que por ende origina a procesos geomorfológicos externos, especialmente durante la época de lluvias y aún más este se agudiza por la presencia del Fenómeno El Niño. Y en terrenos que disponen de agua de regadío hay cultivos tropicales.

f. **Bosque seco– Premontano Tropical (bs-PT)**

- **Ubicación y Extensión Superficial**

Esta formación ecológica se encuentra en laderas de la vertiente occidental de la cordillera de los andes, ocupa una extensión de 104 112,07 lo cual ocupa una extensión de 8,90% de la cuenca del río Piura. Se encuentra a una altitud entre los 1000 msnm hasta aproximadamente los 1800 msnm.

- **Relieve**

La configuración topográfica es predominantemente inclinada, ya que se ubica sobre las laderas que enmarcan gran parte de los valles interandinos, siendo pocas las áreas de topografía suave.

- **Condiciones Climáticas**

Dentro de esta unidad ecológica se ubican las estaciones de Paltashaco, Canchaque, Santo Domingo, Pirga, Frías, cuyas lluvias totales multianuales son: 622,9 mm, 763,5 mm, 899,6 mm, 731,1 mm y 1046,1 mm respectivamente, considerando que no se cuenta con la información referente a temperatura media se estima que la temperatura media anual varía aproximadamente entre 16°C y temperaturas medias inferiores a los 20°C.

Según el diagrama bioclimático de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 1 y 2 veces la lluvia y, por lo tanto, se ubica en la provincia de humedad: SUBHUMEDO.

- **Cobertura Vegetal**

La vegetación natural esta constituida por un bosque pluvifolios tipo sabanas, entre los árboles se tiene “tara” (*Caesalpinia tinctoria*), el cual esta acompañado con las bromeliaceas “achupallas” (*Puya sp*), en las zonas inferiores de esta zona de vida se observó la presencia de

“cabuya” (*Fourcroya sp*), “maguey” (*agave sp*) entre lñas más representativas.

- **Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente**

Generalmente se cultivan productos de panllevar los cuales estan supeditados a la época de lluvias. La actividad agrícola en esta zona de vida es menor en comparación con la actividad pecuaria, Dicha formación ecológica es utilizada para el pastoreo de ganado vacuno y caprino. El pastoreo caprino es llevado a cabo en laderas de fuerte pendiente y con una excesiva carga animal, por lo que ha degradado la vegetación natural así como del recurso suelo.

TERCER PISO: MONTANO BAJO

- a. **Bosque seco– Montano Bajo Tropical (bs-MBT)**

- **Ubicación y Extensión Superficial**

Se ubica en la cuenca alta de la cuenca del río Piura entre los 2,000 msnm hasta los 2,500 msnm, abarcando una extensión superficial de 33 140,59 ha, que representa el 2,83% del área total de la cuenca del río en mención.

- **Relieve**

El relieve varía de suave a plano, propio de las terrazas de los valles interandinos, a inclinado, típico de las laderas que encierran a dichos valles.

- **Condiciones Climáticas**

En esta zona de vida se ubica las estaciones de Chalaco (1720 msnm), Pasapampa (2380 msnm), Altamiza (2575 msnm), que registran lluvias totales multianuales de 886,2 mm, 817,1 mm y 769,8 mm respectivamente.

Considerando que existen estaciones que nos proporcione la información de temperatura media multianual se estima que la temperatura media fluctua entre los 13°C y 15°C, asimismo en las zonas más altas se ha observado la presencia de neblinas, que otorgan al lugar mayor concentración de humedad y baja temperatura.

Según el diagrama bioclimático de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 1 y 2 veces la lluvia, ubicando por lo tanto a esta zona de vida en la provincia de humedad: SUBHUMEDO.

- **Cobertura Vegetal**

La vegetación primaria ha sido deteriorada y sustituida en gran parte de los cultivos que están supeditados a la estación de lluvias. Uno de los indicadores vegetales muy significativo en esta zona de vida es la “retama” (*Spartium junceum*), así como del “maguey” (*Agave sp.*).

- **Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente**

Considerando que en esta zona de vida presentan unas lluvias totales multianuales relativamente bajas, se desarrolla una agricultura de secano pero limitada, se cultiva panllevar tales como maíz, hortalizas, etc.

b. Bosque húmedo– Montano Bajo Tropical (bh-MBT)

- **Ubicación y Extensión Superficial**

Se ubica en la cuenca alta del río Piura, aproximadamente entre los 2,500 msnm hasta los 2 900 msnm, abarcando una extensión superficial de 25 095,30 ha lo que representa el 2,15% de la cuenca del río Piura.

- **Relieve**

El relieve topográfico es predominantemente inclinado, con escasas áreas de topografía suave, ya que su mayor proporción se sitúa sobre las laderas de los valles interandinos, que en muchos de los casos las pendientes sobrepasan los 60%

- **Condiciones Climáticas**

La única estación meteorológica que se encuentra en dicha zona de vida es la estación de Huarmaca que se encuentra a una altitud de 2180 msnm donde la lluvia total multianual es de 921,2 mm, en dicha estación se observó que las lluvias multianuales son variables tal como se presentó en el año 1969 con 1474,8 mm mientras que el año 1966 la lluvia multianual fue de 401,6 mm por lo que se estima que la lluvia total multianual para esta zona fluctúa aproximadamente entre los 900 y 1300 mm, mientras que la temperatura media multianual en la estación de Huarmaca es de 14,5°C, por lo que se estima que la temperatura media multianual varía entre 12°C a 14°C.

Según el diagrama bioclimático de Holdridge, tienen un promedio de evapotranspiración potencial total por año variable entre la mitad (0.5) y una cantidad igual (1) al volumen promedio de lluvia total por año, lo que ubica a esta zona de vida en la provincia de humedad: HUMEDO.

- **Cobertura Vegetal**

La vegetación original ha sido desboscada, básicamente por sus condiciones bioclimáticas se ha instalado las actividades agrícolas y pecuarias.

- **Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente**

Considerando las condiciones biofísicas, la actividad predominante en esta zona es la actividad agropecuaria., se observa una diversidad de cultivos, siendo el factor que limita su desarrollo las temperaturas bajas que suelen presentarse en estas zonas, así como también la presencia de neblinas. Potencialmente, las tierras de esta zona de vida son catalogadas como de protección.

CUARTO PISO: MONTANO

a. Bosque húmedo– Montano Tropical (bh-MT)

- **Ubicación y Extensión Superficial**

Esta formación ecológica se ubica en la cuenca alta del río Piura, específicamente en la zona norte en las cumbres altas de la cuenca en mención, ocupa una extensión de 3095,67 ha lo que representa el 0,26% del área total.

- **Relieve**

El relieve es predominantemente empinado ya que conforma el borde o parte superior de las laderas que enmarcan a los valles interandinos.

- **Condiciones Climáticas**

En dicha zona de vida no se encuentra ninguna estación meteorológica por lo que se asume que la lluvia total multianual varía aproximadamente entre los 600 a 900 mm, con una temperatura media anual entre 9°C y 12°C.

Según el diagrama bioclimático de Holdridge, esta zona de vida tiene un promedio de evapotranspiración potencial total variable entre la mitad (0,5) y una cantidad igual (1) al volumen de lluvia total por año, lo que ubica a esta zona de vida en la provincia de humedad: HUMEDO.

- **Cobertura Vegetal**

La cobertura vegetal de esta zona de vida está representada por especies como *Baccharis sp*, *Monina sp*, *Lupinus sp.*, *Robus*,

Oreopanax, alnus, entre otros. Se ha observado presencia de especies arbóreas como el “Quinual” (*Polylepis sp.*) utilizados como cercos.

- **Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente**

En esta formación ecológica se concentra generalmente la actividad agrícola en secano, preferentemente se emplean plantas nativas como la “papa”, “oca”, “olluco”, entre otros.

b. Bosque muy húmedo– Montano Tropical (bmh-MT)

- **Ubicación y Extensión Superficial**

La presente zona de vida se presenta en las cumbres altas de la cordillera occidental de los andes, ocupa una extensión de 6 931,52 ha lo que representa el 0,59% del área de estudio.

- **Relieve**

El relieve topográfico es por lo general accidentado con laderas fuertes cuya pendiente es superior al 60%.

- **Condiciones Climáticas**

La lluvia total multianual de dicha zona de vida es superior a los 1000 mm, mientras que la temperatura media multianual fluctúa aproximadamente entre los 6°C a 12°C.

Según el diagrama bioclimático, se estima que la zona de vida tiene un promedio de evapotranspiración potencial total por año variable entre la cuarta parte (0.25) y la mitad (0.5) del promedio de precipitación total por año, lo que la ubica en la provincia de humedad: PERHUMEDO.

- **Cobertura Vegetal**

La cobertura vegetal de esta zona de vida está representada por especies como el “suro” (*Chusquea sp.*), “Chilca” (*Miconia andina*), “cucharilla” (*Oreocallis sp.*) “Quinual” (*Polylepis sp.*), “carapacho” (*Weinmannia sp.*), (*monina sp.*), entre otras.

- **Uso Actual y Potencial de la Tierra y problemática existente**

El uso agrícola y pecuario de esta zona de vida es muy limitado, debido principalmente a la alta humedad y baja temperatura. En las zonas altas y un poco más secas, se lleva a cabo un pastoreo de ganado vacuno y ovino en forma extensiva. Debido a la topografía accidentada y de acuerdo a las características bioclimáticas esta zona de vida no es apropiada para fines agropecuarios, sino para ser destinadas para protección.



Foto N° 4

Matorral seco ralo, margen derecha del río Piura, Sector Tamarindo. 70 msnm



Foto N° 5

Margen derecha del río Piura - Bajo Piura. Yapato frente a Bernal. 60 m.s.n.m.

3.1.3 Unidades de Sensibilidad en Relación al Clima y Zonas de Vida

Para el presente trabajo se analizó las variables relacionadas al clima como a las zonas de vida y que a su vez se cuente con dicha información, por lo que se denota coincidentemente que ambos utilizan los mismos elementos meteorológicos para sus respectivas metodologías. Considerando ello se evaluó, analizó y priorizó los indicadores a utilizar a fin de determinar las unidades generales de vulnerabilidad física por clima de la cuenca del río Piura. Contando con dichos indicadores se efectuará un análisis específico por cada una de las áreas de interés como son: Bajo Piura, Yapatera y San Francisco.

Asimismo, cabe mencionar que hubiera sido óptimo contar con información más específica como es la lluvia máxima en 24 horas por cada una de las estaciones involucradas en la cuenca del río Piura, pero el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI no proporcionó la información requerida para el presente estudio.

3.1.4 Determinación de los Indicadores de Sensibilidad

Considerando la información meteorológica que se cuenta en la cuenca del río Piura se observó que las variables físicas resaltantes tanto para el clima y las zonas de vida son las siguientes: lluvia y temperatura.

En el primer caso, se analizan solamente la lluvia total multianual del año medio, que viene a ser la lluvia total anual durante el periodo de registro de cada estación sin considerar las lluvias extraordinarias acaecidas durante el Fenómeno El Niño 1982-83 y 1997-98.

La lluvia total multianual del año medio (isoyeta de año medio) será comparada con la lluvia extraordinaria del Fenómeno El Niño 1982-83 (isoyeta de FEN 82-83) a fin de determinar las áreas físicas de la cuenca del río Piura donde existe riesgo de erosión pluvial. Dicho indicador se reconoce como Coeficiente de Variabilidad de Lluvia.

En el segundo caso, se utilizará la temperatura media registrada en sólo 15 estaciones las cuales se encuentran dentro de la cuenca del río Piura, por la poca información de temperatura y poca cobertura espacial no se ha trazado las isólineas respectivas para la cuenca del río Piura. El análisis sólo se efectuará en las cuencas de interés del Bajo Piura, Yapatera y San Francisco y dicho indicador se reconoce como coeficiente de variabilidad de temperatura.

Dichas temperaturas medias multianuales serán comparadas con las estaciones con que cuenten información tanto de temperatura mínima y máxima durante el FEN 82-83 y ver la variabilidad que existe entre dichos parámetros y su interrelación con los cultivos predominantes de las cuencas de interés.

Criterios para la determinación de indicadores de sensibilidad

Los criterios utilizados para determinar los indicadores son los siguientes:

En relación a Lluvia: Coeficiente de variabilidad

- Factibilidad: Información disponible para el presente estudio.
- Complejidad: Sencillo y definido
- Viables: Medido en cada una de las estaciones meteorológicas que forman parte de la cuenca del río Piura.
- Flexible: Fácilmente replicable en áreas de reconocimiento a lo largo de la costa peruana del Perú.
- Indicador de estado: Medición de las características climáticas puntuales existentes en la cuenca del río Piura referente a la calidad en un momento de tiempo definido.

Descripción técnica del indicador de sensibilidad:

- a. *Nombre: Coeficiente de variabilidad de la lluvia*

Definición: Se desea medir áreas riesgosas por erosión pluvial en el área física de la cuenca del río Piura, mediante la relación de lluvia multianual del año medio versus lluvias extraordinarias.

Formula:

$$\text{Coef Variación PP} = \frac{\text{PP FEN83}}{\text{PP año medio.}}$$

Unidad de medida: Adimensional

Descripción: Cuantas veces ha sido superada la lluvia multianual del año medio ante la presencia de la Lluvia multianual FEN 83 por cada estación meteorológica.

Cobertura: Cuenca del río Piura

Georeferenciación: Isolíneas de Coeficiente de variación mapa N°CZ-04 – Mapa de Areas Sensibles por lluvias.

- b. El *coeficiente de variación de la temperatura* es similar al coeficiente de variabilidad de la lluvia.

Nombre: Coeficiente de variabilidad de temperatura

Definición: Se desea medir áreas puntuales riesgosas por cambio de temperatura en el área física y biológica de la cuenca del río Piura, mediante la relación de temperatura multianual del año medio versus temperatura que se presenta durante el FEN.

Formula:

$$\text{Coef Variación } T^{\circ} = \frac{T^{\circ} \text{ EN83}}{T^{\circ} \text{ año medio.}}$$

Unidad de medida: Adimensional

Descripción: Cuantas veces ha sido superada la temperatura multianual del año medio ante la presencia de la temperatura multianual FEN 83 por cada estación meteorológica.

Cobertura: Cuenca del río Piura

Georeferenciación: No presenta isolíneas de Coeficiente de variación considerando que no existe una cobertura de información referente a temperatura. La información del coeficiente es a nivel puntual.

3.1.5 Descripción de las Unidades de Sensibilidad en Relación al Clima y Zonas de Vida

Mediante la determinación de los coeficientes de variabilidad de lluvias tal como se observa en el Cuadro N° 5, por cada una de las estaciones meteorológicas que se encuentran dentro del ámbito de estudio y áreas adyacentes.

Cuadro N° 5

Coeficiente de variabilidad de lluvias (pp fen 83/pp año medio. Cuenca del río Piura y áreas adyacentes)

ESTACION	LLUVIA	LLUVIA MULTIANUAL	DIFERENCIA	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD
Monte grande	Lluvia Total Multianual Año medio	34.1		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1314.5	1280.4	38.5
Miraflores	Lluvia Total Multianual Año medio	87.4		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	2273.3	2185.9	26.0
Chulucanas	Lluvia Total Multianual Año medio	266.1		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	4121.1	3855.0	15.5
Morropon	Lluvia Total Multianual Año medio	290.7		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	2891.2	2600.5	9.9
Sto. Domingo	Lluvia Total Multianual Año medio	899.4		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	2794.7	1895.3	3.1
Huarmaca	Lluvia Total Multianual Año medio	936.7		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1969.4	1032.7	2.1
Altamiza	Lluvia Total Multianual Año medio	769.8		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1185.1	415.3	1.5
Barrios	Lluvia Total Multianual Año medio	490.9		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	2499.4	2008.5	5.1
Bernal	Lluvia Total Multianual Año medio	27.1		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1038.5	1011.4	38.3
Canchaque	Lluvia Total Multianual Año medio	763.6		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	2261.4	1497.8	3.0

Cuadro N° 5

Coefficiente de variabilidad de Lluvias (pp fen 83/pp año medio. Cuenca del río Piura y areas adyacentes

ESTACION	LLUVIA	LLUVIA MULTIANUAL	DIFERENCIA	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD
Chalaco	Lluvia Total Multianual Año medio	886.2		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1905.5	1019.3	2.2
Chignia	Lluvia Total Multianual Año medio	273.4		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1439.5	1166.1	5.3
Frías	Lluvia Total Multianual Año medio	1046.1		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	3114.7	2068.6	3.0
Laguna Ramón	Lluvia Total Multianual Año medio	12.6		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	2674.1	2661.5	212.2
Las Lomas	Lluvia Total Multianual Año medio	189.3		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	4228.3	4039.0	22.3
Mallares	Lluvia Total Multianual Año medio	122.1		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	2355.5	2233.4	19.3
Pacaipampa	Lluvia Total Multianual Año medio	913.4		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1734.9	821.5	1.9
Paita	Lluvia Total Multianual Año medio	42.3		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1541.4	1499.1	36.4
Palo Blanco	Lluvia Total Multianual Año medio	746.1		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1084.2	338.1	1.5
Paltashaco	Lluvia Total Multianual Año medio	622.8		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	3489.4	2866.6	5.6

Cuadro N° 5

Coeficiente de variabilidad de lluvias (pp fen 83/pp año medio cuenca del río Piura

ESTACION	LLUVIA	LLUVIA MULTIANUAL	DIFERENCIA	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD
Pasapampa	Lluvia Total Multianual Año medio	817.1		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1323.8	506.7	1.6
San Joaquin	Lluvia Total Multianual Año medio	111.1		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	3382.4	3271.3	30.4
San Pedro	Lluvia Total Multianual Año medio	416.4		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	3545.8	3129.4	8.5
Talaneo	Lluvia Total Multianual Año medio	618.9		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	702.3	83.4	1.1
Virrey	Lluvia Total Multianual Año medio	165.7		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	3086.4	2920.7	18.6
Arenales	Lluvia Total Multianual Año medio	584.4		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	888.2	303.8	1.5
Chusis	Lluvia Total Multianual Año medio	76.5		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1040.1	963.6	13.6
Corpac Piura	Lluvia Total Multianual Año medio	64.4		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	2386.7	2322.3	37.1
La Esperanza	Lluvia Total Multianual Año medio	30.3		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1819.6	1789.3	60.1
Huancabamba	Lluvia Total Multianual Año medio	445.5		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	523.1	77.	1.2

Cuadro N° 5

Coeficiente de variabilidad de lluvias (pp fen 83/pp año medio cuenca del río Piura y áreas adyacentes)

ESTACION	LLUVIA	Lluvia multianual	Diferencia	Coeficiente de Variabilidad
San Miguel	Lluvia Total Multianual Año medio	54.3		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	1748.0	1693.7	32.2
Sausal de Culucan	Lluvia Total Multianual Año medio	283.8		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	678.3	394.4	2.4
Huancabamba (CO)	Lluvia Total Multianual Año medio	445.4		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	523.1	77.6	1.2
Chilaco	Lluvia Total Multianual Año medio	195.9		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	3362.4	3166.5	17.2
Arrendamiento	Lluvia Total Multianual Año medio	463.9		
	Lluvia T. M. Fen Extraordinario 1982-83	858.5	394.6	1.9

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al Cuadro N° 6 se ploteo y trazó las isolíneas de coeficiente de variación de acuerdo a los siguientes rangos:

Cuadro N° 6

Áreas sensibles por lluvias

SENSIBILIDAD	ÁREAS SENSIBLES POR LLUVIAS
	Coeficiente de Variación (FEN83/Año Medio)
Leve (Baja)	<2.0
Ligero (Media)	2 a 5
Moderado (Alta)	5 a 20
Alto (Muy Alta)	>20

Mediante el trazado de estas isolíneas se determinó “Áreas sensibles por lluvias” en la cual se observó que la cuenca alta no sufre mayor variación en relación a las lluvias extraordinarias mientras que en la cuenca media y baja la lluvia multianual anual del año medio es superada ampliamente por las lluvias anuales del FEN 83 tal como se observa en el Mapa N° 2.

■ Áreas de sensibilidad leve (baja) por lluvias

Las áreas de sensibilidad leve o baja por lluvias se encuentran ubicadas generalmente en la cuenca alta del río Piura, en altitudes superiores o iguales a los 2000 msnm, siendo las localidades más resaltantes que se encuentran en este rango de sensibilidad las siguientes:

LOCALIDAD (ESTACIÓN)	ALTURA	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD
Huancabamba	1952	1.2
Altamiza	2575	1.5
Arrendamientos	3075	1.9
Pacaipampa	2000	1.9
Palo Blanco	2800	1.5
Pasapampa	2380	1.6
Arenales	3080	1.5

■ Áreas de sensibilidad ligero (media) por lluvias

Las áreas de sensibilidad ligera o media por lluvias se encuentran ubicadas generalmente en la cuenca alta del río Piura, entre las altitudes de 1000 a 2000 msnm, siendo las localidades más resaltantes que se encuentran en este rango de sensibilidad las siguientes:

LOCALIDAD (ESTACIÓN)	ALTURA	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD
Santo Domingo	1475	3.1
Huarmaca	2180	2.1
Canchaque	1200	3.0
Chalaco	2100	2.2
Frías	1720	3.0
Sausal de Culucan	1050	2.4

■ **Áreas de sensibilidad moderado (alta) por lluvias**

Las áreas de sensibilidad moderada o alta por lluvias se encuentran ubicadas generalmente en la cuenca media del río Piura, entre las altitudes 50 a 900 msnm, siendo las localidades más resaltantes que se encuentran en este rango de sensibilidad las siguientes:

LOCALIDAD (ESTACIÓN)	ALTURA	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD
Chulucanas	95	15.5
Morropon	140	9.9
Chilaco	90	17.2
Barrios	370	5.1
Chignia	390	5.3
Mallares	45	19.3
Paltashaco	890	5.6
San Pedro	200	8.5
Virrey	229	18.6

■ **Áreas de sensibilidad alto (muy alta) por lluvias**

Las áreas de sensibilidad alta ó muy alta por lluvias se encuentran ubicadas generalmente en la cuenca baja del río Piura, aproximadamente a altitudes inferiores a 50 msnm, siendo las localidades más resaltantes que se encuentran en este rango de sensibilidad las siguientes:

LOCALIDAD (ESTACIÓN)	ALTURA	COEFICIENTE DE VARIABILIDAD
Monte grande	27	38.5
Miraflores	30	26.0
Bernal	16	38.3
Laguna Ramón	20	212.2
Chusis	10	13.6
Corpac Piura	19	37.1
San Miguel	25	32.2

3.2 GEOLOGÍA

3.2.1 Generalidades

Como parte del convenio INRENA-CONAM, para determinar los niveles de vulnerabilidad en la cuenca del río Piura que comprende el análisis del cambio climático en esta parte del país, se ha desarrollado el capítulo de geología y geomorfología, el mismo que servirá de base para el análisis de las otras disciplinas que se vienen desarrollando.

El presente informe es resultado de la revisión de diferentes documentos técnicos desarrollados por diversas instituciones especializadas, así como los estudios de carácter local ejecutados en distintas épocas para identificar los daños ocasionados por fenómenos naturales como “El Niño”. El análisis de la vulnerabilidad a lo largo del valle del río Piura, conlleva a realizar un diagnóstico general de toda la cuenca en base a lo cual se han identificado sectores de mayor importancia donde los agentes ambientales actúan directamente sobre las áreas agrícolas y centros poblados, causando daños considerables que elevan los niveles de riesgo en la parte media y baja de la cuenca, especialmente durante los períodos de lluvias.

Es importante señalar que la cartografía geológica se levantó en base a la carta geológica nacional al 100 000, publicada por INGEMMET (Boletines 39 y 54), cuya información fue verificada durante las visitas de campo y actualizada con ayuda de las imágenes de satélite LANDSAT TM del año 2000.

Las características geológicas regionales en la cuenca, indican la presencia de formaciones superficiales en la parte baja y media donde sobresalen los Tablazos de origen marino y depósitos aluviales y eólicos; mientras que en la región andina predominan las rocas volcánico-sedimentarias, rocas sedimentarias y rocas plutónicas de diferentes edades.

Desde el punto de vista geológico, la cuenca del Río Piura está conformada por una amplia variedad de rocas y agregados con edades comprendidas entre el Pre-Cambriano y el Cuaternario. Las rocas más antiguas que yacen en la cuenca, constituyen el Zócalo Precambriano y el Paleozoico Inferior que conforman un Complejo Metamórfico Igneo desarrollado en varias fases de metamorfismo regional (Caldas, 1979).

Las rocas de edad Mesozoica, del Triásico al Cretáceo, se exponen en el Sector Sur y Noroeste del área, constituyendo las Cuencas de Ñaupe y Lancones, respectivamente y son de naturaleza sedimentaria, volcánicas y volcánico-sedimentarias. A finales del Cretáceo, la cuenca del río Piura sufrió un proceso tectónico originando una marcada denudación, desarrollándose gran parte de las cuencas volcánicas Cenozoicas que conforman el Sector Nor-Oriental (Cuenca de Lancones) y Sur Occidental (Reyes 1987).

Coincidentemente con la depositación de estos materiales en las cuencas de Lancones y Sechura y como consecuencia del efecto de subsidencia producida por los movimientos tafrogénicos que afectaron el área, se produjeron ingresos progresivos del mar hacia el Este, como se puede comprobar en la cuenca de Sechura, donde el desarrollo de estos movimientos iniciados en el Eoceno Superior se tradujo en la

emersión de la Cordillera de la Costa (representada por los Cerros Illescas e Islas Lobos de Tierra y Lobos de Afuera), provocando una amplia zona de hundimiento y de acumulación clástica hacia el Este (Depresión Para Andina) limitada por el frente Occidental de los Andes (Caldas, 1979). Posteriormente a estos sucesos, el vulcanismo se restringió a ciertas áreas. En el Plio-Pleistoceno se acumularon conos de piroclásticos a lo largo de la falla de Huaypirá, los que probablemente son contemporáneos a la sedimentación clástica con influencia volcánica que conforman la formación Tambogrande.

En el Cuaternario, mientras la región Occidental de la cuenca estuvo sometida a movimientos eustáticos dando lugar a la formación de los Tablazos marinos, en la región Occidental, los cinturones orográficos estaban sometidos a efectos de glaciación (con formación de circos glaciares) acumulándose en las partes bajas materiales aluviales o fluviales, formando canteras de agregados, entre las que destacan, Serran, Salitral, Bigote, La Quemazón, Pareja, Piedra El Toro, Pílan, La Viña, Belén, Yapatera, Río Seco, Malingas, Pedregal, Carneros, La Obrilla, Vice, Zapata, Avendaño, Chuchal, San Cristo, etc. Posteriormente a estos sucesos, en la llanura costera se han emplazado mantos de arena eólica durante un tiempo prolongado, persistiendo este proceso hasta la actualidad.

Desde el punto de vista de geodinámica externa, la Cuenca del Río Piura esta constantemente afectada por fenómenos de diferente tipo, de los cuales el más importante es la erosión de sus riberas que provoca deslizamientos de diferente magnitud en las zonas encañonadas de los valles andinos, con efectos de diversa naturaleza en las zonas bajas, siendo la más importante las grandes inundaciones destructivas en época de avenidas.

a. Antecedentes

La cuenca del río Piura se encuentra afectada por diferentes niveles de vulnerabilidad y riesgo, originados principalmente por la presencia de fenómenos naturales como “El Niño” que periódicamente afectan el área y por otro lado la actividad antropica que origina arrastre de sedimentos a través de las quebradas debido a prácticas inadecuadas del manejo de suelos, depredación por sobrepastoreo y deforestación indiscriminada en diferentes partes de la cuenca por la precaria situación económico-social de la población rural.

Las condiciones mencionadas, determinan en la cuenca, tres ambientes bien diferenciados: la cuenca alta con procesos geodinámicos locales y reducida ocupación del territorio, la cuenca media con mayor ocupación del territorio, donde los procesos se ven acelerados por actividad desarrollada y la cuenca baja con mayor vulnerabilidad debido principalmente a las características topográficas que la gobiernan:

Desde la presa Los Ejidos hasta la Laguna Ramón, el río Piura atraviesa la ciudad de Piura dividiéndola en dos sectores Piura y Castilla, y el valle del Bajo Piura con una amplia superficie agrícola en ambos márgenes. El nivel inicial del valle al suroeste de la ciudad de Piura, es de aproximadamente 25 msnm y desciende a unos 7 msnm en el borde Norte de la Laguna Ramón; a 2 msnm en la depresión Las Salinas (parte alta estuario del Virrillá) y a 4

msnm en la ciudad de Sechura. Las áreas del valle, tanto en la margen derecha como margen izquierda, se encuentran por lo general a niveles cercanos a los del cauce del río Piura y en algunos lugares están por debajo.

Debido a estas posiciones altimétricas, el valle siempre estuvo expuesto a inundaciones de mayor o menor magnitud, especialmente durante la ocurrencia del fenómeno El Niño. Los daños sufridos debido a inundaciones, especialmente en la producción agrícola, han dado lugar que en el pasado sean construidos los diques de defensa de ambas márgenes del río en los tramos más vulnerables, los que no estaban en condiciones de otorgar al valle la protección adecuada y necesaria y que colapsaban casi siempre durante la presencia de El Niño, como ocurrió en los años 1983, 1972, 1965 y 1953.

El PECHP, al realizar estudios de fluctuación de niveles freáticos en el valle del Bajo Piura, determinó que la causa principal de niveles freáticos cercanos a la superficie es el mal manejo del agua de riego. Este problema obedece a dos causas principales: a) utilización de métodos tradicionales de riego (pozas de inundación) para el cultivo del algodón y b) introducción del cultivo de arroz en grandes extensiones y en suelos no apropiados (de texturas ligeras).

Evaluaciones realizadas en 1995 por el PECHP revelaron que el 45% del área del valle se encontraba afectada con niveles freáticos superficiales menores que 1,00 m, lo cual evidencia que los problemas de drenaje tienden a incrementarse en el tiempo.

b. Ubicación y acceso

Esta cuenca corresponde al sistema de cuencas de la vertiente del Pacífico, está delimitado por el este con el flanco montañoso de la Cordillera Occidental; por el sur con la cuenca del río Cascajal; por el norte con las cuencas de los ríos Chipillico y Chira y por el oeste con el flanco montañoso de la costa y zocalo marino. El río Piura desemboca en el Océano Pacífico formando un delta en la zona de San Pedro, aunque conserva su pendiente original hacia el Estuario de Virrilá. El área total de la cuenca según datos obtenidos por el proyecto Chira- Piura es de 12, 216 Km².

La cuenca del río Piura se encuentra ubicada en el extremo norte del Perú y corresponde a la zona 17 del esferoide internacional, con coordenadas UTM: 9'351196,25 a 9'477 038,59 norte y 493 547,49 a 676 699,89 este. Políticamente, comprende 5 provincias del Departamento de Piura; Huancabamba, Morropón, Ayabaca, Piura y Sechura.

El acceso a esta cuenca es a través de la carretera panamericana norte antigua hasta el km 50, de donde siguiendo una vía asfaltada se llega a Chulucanas y de este lugar por una carretera en mal estado se llega a la localidad de Frías en la parte alta. También se accede a partir del km. 65, de donde a través de una carretera de tercer orden se llega hasta Canchaque y la divisoria de cuenca. Por el sur, la cuenca se conecta desde la ciudad de Chiclayo mediante la Panamericana.

c. Objetivos

Como objetivos principales del estudio se puede mencionar los siguientes:

- Describir la litología y estructuras geológicas regionales de la cuenca, su origen, características y comportamiento frente a los agentes de geodinámica externa.
- Identificar y describir las principales geoformas que caracterizan la cuenca y determinar las zonas de mayor afectación durante las inundaciones que ocurren frecuentemente.
- Identificar los principales procesos geodinámicos en la zona, diferenciándolos de acuerdo a su origen y magnitud.
- Intentar una zonificación preliminar de las áreas con mayor o menor vulnerabilidad en la cuenca, considerando los parámetros físicos que actúan en forma permanente.

d. Metodología

Para desarrollar el presente estudio se han desarrollado tres tipos de actividades: La primera consistente en recopilación de información básica existente de estudios anteriores los cuales fueron clasificados de acuerdo a cada tema. Luego se realizaron visitas de campo en diferentes sectores de la cuenca, verificando la información existente y actualizando donde era necesario y finalmente se elaboraron los planos y memoria descriptiva en gabinete con ayuda de las imágenes de satélite e información cartográfica existente. Mapa N° 6.

3.2.2 Estratigrafía

Pre-Cambriano

a. Complejo de Olmos (Pe-co)

Aflora en el sector Sur, Sur Oriental de la cuenca, al sur del paralelo 05° y está constituido por una serie de rocas metamórficas depositadas entre el Pre-Cámbrico y el Paleozoico Temprano, se le encuentra en las partes altas del sector de Morropón, valle del Alto Piura, Huancabamba y Olmos.

Consiste de una secuencia de esquistos, de naturaleza dominante pelítica, con un grado de metamorfismo menor que el Complejo de Maraón. El grado de alteración de las rocas varía con el clima, así en el clima relativamente seco de la vertiente del Pacífico, el intemperismo se limita a una leve coloración gris-marrón, en cambio a partir de la Divisoria Continental, donde el clima es más húmedo, la alteración de los minerales máficos imprime a los terrenos un matiz rojizo intenso.

Paleozoico

b. Paleozoico indiviso (Pi)

Esta unidad no diferenciada esta constituida por filitas, cuarcitas, pizarras negras esquistosas, bandeamientos de cuarzo, esquistos pelíticos micáceos y anfibolita. Aflora al oeste de la cuenca, cerca de Paita y en algunos sectores al sur de esta localidad formando acantilados en la cordillera de la costa, de acuerdo a su posición estratigráfica y por correlación con otros macizos metamórficos, se le ubica en el Silúrico Ordovícico.

c. Grupo Salas (Pi-s)

Aflora en los valles del curso superior del Río Piura en el área sur de la cuenca. Litológicamente se halla constituida por filitas argiláceas de gris marron a gris – violácea, intercaladas con cineritas verde pálidas o gris-brunáceas. Este tipo de paquetes se intercalan con capas delgadas de cuarcitas de grano fino, blanco-grisáceas, afectadas por una marcada esquistosidad de fractura. A lo largo de la franja Huarmaca-Canchaque-Los Ranchos, contiene grandes paquetes de rocas lávicas y meta-andesitas que en cierto grado se hallan transformadas en anfibolitas. El grado de metamorfismo que afecta a éstas rocas normalmente es menor que el de los esquistos del Complejo Olmos.

d. Formación Río Seco (Pi-rs)

Se encuentra altamente expuesta en el Caserío de Río Seco (Carretera Morropón-Huancabamba), desde donde los afloramientos se extienden a los valles del curso superior del Río Piura y a sus tributarios, cubriendo gran parte de las áreas de Morropón, Chulucanas y Olmos. Litológicamente, consiste en bancos de 3 a 4 m de cuarcitas, gris oscuro o negras, bastante recristalizadas, con abundante segregación de cuarzo lechoso rellenando fracturas.

Intercalados con los paquetes de cuarcitas se hallan filitas lustrosas cuya tonalidad varía de gris blanquecinas a blanco-amarillentas, así como pizarras lustrosas, cuyas fracturas se hallan alteradas mostrando matices blanquecinos, de formas arborescentes. Los afloramientos de esta formación se hallan suprayaciendo en concordancia con el Grupo Salas.

Mesozoico

a. Formación Savila (Js-s)

Secuencia clástica que se expone en los alrededores de la localidad de Savila, cerca de las nacientes del río limón. En la parte inferior de esta unidad sobresalen areniscas de grano fino color gris plomiso a gris verdosas, la matriz es limolítica o lodolítica bastante cementada con material calcáreo dispuesto en capas de 15 a 20 cm de grosor, luego se superponen areniscas duras gris azulinas que se alternan con capas delgadas de areniscas de grano fino, blanco violáceas bastante fisibles. Hacia el tope se presentan bancos gruesos de areniscas tobáceas gris claras con conglomerados oxidados y brechas de

grano medio a grueso que incluyen fragmentos angulosos de calizas bituminosas y margas oscuras, Hacia el extremo superior continúan limonitas y lodolitas negras en capas delgadas muy fisibles con nódulos de limonita. Cronológicamente se le ubica en el jurásico superior y aflora marginalmente en el extremo suroriental de la cuenca, formando parte de la divisoria.

b. Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

Se exponen en el área Sur Oriental de la Cuenca; observándose en las principales elevaciones cronográficas del área por donde discurre la antigua carretera Panamericana, conformando tres filas de cerros, una viniendo desde los Cerros La Calera y sigue por los Cerros de Ñaupe hasta la altura de Chulucanas-Morropón y las otras dos que siguen por las partes altas de los Ríos Querpón y Chignia, uniéndose en una sola a la altura de Mamayaco de donde se prolonga hacia el Norte, hasta Shuturume; otro afloramiento de menores dimensiones se observa entre Chalaco y el Cerro Sural.

Litológicamente en su porción inferior consiste en bancos masivos de cuarcitas porfidoblásticas de grano medio a fino, con algunos microconglomerados lenticulares, bastante compactos; cuyas coloraciones varían entre el blanco-amarillento hasta los matices rojizos o marrones con brillo resinoso. En el sector de Chignia donde se observa el techo, está compuesto por bancos de cuarcitas grises de 3 a 4 m de grosor conteniendo intercalaciones de lodolitas gris oscuras o negras con restos de flora fósil, se halla cubierta concordantemente por la formación Chignia.

c. Formación San Pedro (Ki-sp)

Aflora en la parte oriental y central de la cuenca en el área de las provincias de Morropón y Ayabaca; infrayaciendo al Volcánico Lancones, sector de San Pedro, desde donde se prolonga hacia la Hda. San Jorge en la carretera Chulucanas-Frias. Está constituido por una potente secuencia clástica volcánica de cerca de 1 200 m; en los niveles inferiores consiste de areniscas tobáceas gris parduscas transformadas a metasedimentitas, y encima areniscas lodolíticas duras color negro, con capas de carbón e intercalaciones delgadas de chert blanco a gris claro.

La parte superior es chértica consistente en capas finamente bandeadas con coloraciones que varían de negras a gris blanquecinas; muy duras, en el tope se hallan lodolitas gris oscuras a negras con nódulos de limonita e intercalaciones de capas delgadas de chert bandeado de color blanco.

d. Formación Chignia (Km-ch)

Se ha localizado esta formación entre la Quebrada del Salado y los alrededores de Mamayaco en el área Sur Oriental de la cuenca conformando el núcleo del sinclinorio de Chignia.

Litológicamente consiste, en su parte inferior, de una alternancia de cineritas blanquecinas, calizas, areniscas amarillentas de grano fino, areniscas

limosas color gris verdosas en capas delgadas y cineritas pálidas fisibles que se intercalan en algunos horizontes de ignimbritas y areniscas calcáreas de matriz tobácea. En la parte superior, se localizan paquetes duros consistentes en tobas lustrosas brechoides, en el tope se hallan margas gris claras, en paquetes duros intercalados con capas de caliza tobácea, blanco-violácea.

e. Volcánico Ereo (Km-ve)

Se localiza principalmente en la parte Nor-Oriental de la Cuenca, esencialmente en el sector de Tambo Grande conformando el núcleo de un gran anticlinorio.

Litológicamente su base está conformada por bancos de lavas andesíticas, porfíricas basálticas o brechas piroclásticas con escasas intercalaciones de materiales tobáceos y brechas intraformacionales intercaladas con lavas félsicas, ácidas o intermedias (de composición riolítica o traquítica), frecuentemente contienen sulfuros diseminados. Se le ha encontrado suprayaciendo al Grupo San Pedro e infrayaciendo al Volcánico La Bocana.

f. Volcánico La Bocana (Km-vb)

Aflora en el área Nor Oriental de la cuenca, en los alrededores de anticlinorio de Las Lomas. Se estima un grosor de 250 m. Litológicamente está constituido por dos miembros; el inferior es aglomerádico, de composición andesítica-dacítica de estructura vacuolar que se intercala con delgadas capas de limolitas, areniscas calcáreas impuras claras y grauwas.

El miembro superior consta de dos niveles, el más bajo está compuesto por lavas y tobas ignimbritas ácidas estratificadas en bancos, intercalados con delgadas capas de sedimentos como calizas, margas, etc.; el nivel superior está compuesto por brechas andesíticas o aglomerados con cemento microbrechoides, que se intercalan con calizas tobáceas; a veces carbonosas y fosilíferas.

En gran parte de los afloramientos, las calizas se hallan metamorfozadas a Skarn por intrusión batolítica. Su contacto inferior con el Volcánico Ereo es por una discordancia deposicional y el superior con el Volcánico Lancones mediante una discordancia erosional.

g. Volcánico Lancones (Km-vl)

Aflora en el área nor oriental de la cuenca, como una gran acumulación volcánico-sedimentaria conformante del núcleo del Sinclinorio de Lancones, de donde se extiende al área de Morropón y Chulucanas conformando fajas angostas. Litológicamente presenta dos facies predominantes, una oriental volcánica y otra occidental volcanoclástica.

A la facie oriental se le reconoce en las partes altas de Frías y Lagunas y está constituida por brechas piroclásticas andesíticas, masivas, con

litoclastos que ha sufrido una marcada alteración en su composición mineralógica por intemperismo, por lo que presentan un aspecto tobáceo.

La facie occidental, está constituida en su base por bancos componentes de andesitas piroclásticas, gris verdosas a gris violáceas en una matriz microbrechosa cementada con calcita, intercaladas con capas sedimentarias más frágiles como margas, calizas areniscosas, limolitas y grauwacas de matriz gris rojiza a gris violácea. Se le encuentra suprayaciendo concordantemente a la formación Volcánico La Bocana e infrayaciendo igualmente la formación Huasimal.

h. Formación La mesa (Ks-m)

Esta formación consiste de calizas masivas que presentan un fracturamiento vertical tipo columna. Conforman una meseta, destacando en la parte superior calizas cristalinas de color gris claro con spots de calcita. Hacia la parte inferior la caliza es oscura nodulosa, presentando por intemperismo coloraciones ocreas, pasando luego a areniscas gris verdosas y limolitas pardo amarillentas.

Aflora aisladamente al oeste de la cuenca, hacia el sureste de Paita, un poco al sur de la carretera que va a Piura, de acuerdo a la evidencia paleontológica encontrada, se considera que corresponde al Cretáceo superior.

Cenozoico

a. Volcánico Llama (Ti-vII)

Se le ha encontrado en el área sur oriental de la cuenca, yaciendo discordantemente sobre unidades más antiguas e infrayaciendo con ligera discordancia angular al Volcánico Porculla con un espesor promedio de 200 m.

Su litología está conformada por bancos masivos de brechas piroclásticas andesíticas gris verdosas y lavas andesíticas que por alteración hidrotermal han tornado a un color violáceo, existiendo algunas ocurrencias de lodolitas tobáceas.

b. Formación Yapatera (Ti-y)

Aflora en la localidad de Yapatera (5 Km al Noroeste de Chulucanas), y en el Sector Oriental de la Presa de San Lorenzo, en los Cerros Huabal, Frayle, Huacas y Totoca.

Está compuesta por una secuencia de conglomerados diagenizados intercalados con areniscas tobáceas, se presenta en bancos densos, con guijarros de cuarcitas que por la oxidación del terreno donde aflora los sedimentos tienen una coloración rojiza a violácea.

Su contacto inferior con el Volcánico Lancones es mediante una discordancia angular y su tope está descubierto. Se le ha calculado un máximo grosor de 150 m.

c. Volcánico Porculla (Tim-vp)

Aflora en el área sur oriental de la cuenca infrayaciendo en discordancia angular sobre el Volcánico Shimbe. Su mayor potencial lo adquiere en el área de Porculla (fuera de la cuenca) donde alcanza una potencia de 600 m.

En la cuenca, esta formación se presenta constituido por tobas líticas riolíticas, gris verdosas con niveles ignimbríticos y brechas de tobas con grandes fragmentos piroclásticos.

d. Formación Zapallal (Tm-za)

Constituye la secuencia terciaria de mayor grosor y extensión regional en el lado occidental de la cuenca del Río Piura, litológicamente, se distinguen dos miembros: El miembro inferior, constituido por una base que yace en contacto gradacional con la formación Montera (acantilado de Punta del Zorro, área de Bayóvar) y una parte alta que se encuentra en el fondo de la depresión Salina Grande (al Sur de la Cuenca). Según Cheney (1961), la parte superior del miembro consiste de tres niveles que de abajo hacia arriba son:

- Diatomita Tobácea,
- Zona Mineralizada Diana, y
- Tobas Grises.

El miembro superior constituye la secuencia mejor expuesta de la formación y aflora en las escarpas de ablación del Tablazo Talara (cerca de las dunas Julián Grande y Julián Chico en la Depresión Salina Grande). Cheney (1961), identifica en este miembro seis paquetes litológicos que en orden ascendente son:

- **Areniscas Huecos de Almeja.-** Conformada por areniscas arcósicas de grano fino a medio, fosilífera; que en su porción superior pasa a niveles conglomerádicos oxidados. En el área de la Laguna Ramón, la formación Zapallal alcanza 30 m. de grosor y constituye un importante acuífero hídrico.
- **Zona Mineralizada Cero.-** Yace en contacto gradacional sobre la anterior, y en sectores limitados se presenta una delgada capa de diatomita. Consiste de capas de fosforita de grano grueso pobremente clasificada.
- **Diatomita Inca.-** Son diatomeas sin ningún contenido de impurezas.
- **Zona Mineralizada Minerva.-** Consiste de oolitos de fosforita, pobremente clasificados:
- **Diatomita Quechua.-** Compuesta de diatomeas bastante puras con una o más capas de fosforita.
- **Diatomita Estéril.-** Bastante pura, color blanco en capas delgadas y muy livianas.

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

e. Formación Miramar (Tm-mi)

La base de la formación consiste de un conglomerado que está constituido por areniscas arcósicas, 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, deleznable 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 arenociliosa; contiene microfósiles como braquiópodos y gasterópodos.

Afloramientos dispersos se han podido identificar al oeste de la cuenca, cerca de Piura. De acuerdo a la evidencia paleontológica encontrada, se considera que esta formación aconteció en el Terciario Mioceno.

f. Formación Chira Verdun (Tm-chv)

Esta formación consiste de conglomerados heterogéneos y areniscas poco compactas con fragmentos redondeados y subangulosos. La Formación Chira está constituida en la parte inferior por lutitas gris púrpura a gris verdosa, la parte media por una secuencia de lutitas arenosas de color gris plumizo, la parte superior contiene areniscas de grano fino laminadas con restos de plantas o lutitas marrones con concreciones arcillo ferruginosas. Contiene abundante yeso relleno de fisuras y fracturas, también algunas capas de bentonita.

La formación Verdún, consiste en un conglomerado basal local, con rodados de areniscas, granito y cuarzo en matriz arenosa seguido de una secuencia de areniscas blancas cuarzosas bien estratificadas y delgadas intercalaciones de lutitas de color gris claro. La parte superior de la formación incluye un paquete de lutitas de color gris verdoso, localmente está presente un conglomerado grueso al tope. Aflora aisladamente al oeste de la cuenca al sur de Paita, se le considera como una unidad productora de petróleo y de acuerdo a la evidencia paleontológica encontrada, se considera que esta formación aconteció en el Terciario Eoceno.

g. Formación Tambo Grande (Ts-tg)

Se localiza en el Sector de Tambo Grande y se extiende entre la Presa de Poechos y la Quebrada de San Francisco. Se estima un grosor de 50 m y yace en discordancia angular sobre los volcánicos cretáceos y su tope está cubierto por depósitos aluviales.

Está conformada por bancos gruesos de areniscas semiconsolidadas, blanco-grisáceas, intercalados con niveles lenticulares de cenizas dacíticas, blancas, de areniscas tobáceas, lodolitas grises y microconglomerados.

Los Tablazos

Los tablazos marinos son relieves escalonados, producto de sucesivos levantamientos radiales del macizo andino que en la margen pacífica no son otra cosa que porciones de la plataforma continental emergida. Teniendo en cuenta la altitud y las localidades donde se encuentran expuestas se ha considerado el tablazo Talara (mas antiguo) y Lobitos (mas joven o mas bajo).

Litológicamente los tablazos estan conformados por conglomerados conchíferos o coquina areniscosa moderadamente consolidada, con cemento calcáreo, con cambios litológicos laterales, conteniendo algunos ejemplares moldes de bivalvos y balanus en estado más o menos fosilizado, en el área de estudio se presentan en el extremo suroeste de la cuenca.

a. Tablazo Talara (Qp-tt)

El tablazo Talara, es la plataforma pleistocénica más alta de la llanura desértica, en forma de una costra sedimentaria; se caracteriza por que su litología varía en razón de la distancia al mar y constituyen conglomerados lumaquelicos o lumaquelas poco consolidadas en matriz bioclástica o arenisca arcósica y en los sectores más orientales están constituidos por conglomerados coquiníferos o coquinas. Los clastos son de naturaleza variada, proveniente de la Cordillera Occidental.

Aflora al sur oeste de la depresion Ramon y cerca al litoral al sur de paita. Se considera que aconteció en el Cuaternario Pleistoceno.

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 ampliamente al oeste de la laguna Ramon extendiendose hacia el norte. Se le ubica en el Cuaternario Pleistoceno.

c. Deposito 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 en los alrededores de la depresion Ramon al sur oeste de la cuenca.

d. Depósito aluvial reciente (Qr-al)

Se encuentran en el curso inferior del Río Piura y en ambos márgenes; en la depresión de Salinas o Ramón en forma discontinua, en parte cubiertos por arena eólica.

Litológicamente están constituidos por material conglomerádico inconsolidado, con cantos rodados de cuarcitas, rocas volcánicas y rocas intrusivas provenientes de la Cordillera Occidental.

e. Depósitos fluviales (Qr-fl)

Se hallan acumulados en el fondo y márgenes de los grandes cursos fluviales, y están constituidos por conglomerados inconsolidados, arenas sueltas y material limo arcilloso. Tienen su mayor amplitud en las zonas de valle y llanura, los depósitos más importantes se encuentran constituyendo las terrazas ubicadas en ambos márgenes del Río Piura y cubiertas por arenas eólicas.

f. Depósito lacustre (Qr-la)

Estos depósitos se encuentran sobre las antiguas marismas o llanuras de inundación, actualmente en proceso de colmatación con arenas eólicas. Por esta razón, las partes más profundas están conformadas por lodos o arcillas bituminosas gris negras, mientras que superficialmente son arenas salobres húmedas o costras de arena caliche.

En muchos lugares, estos depósitos constituyen yacimientos de materiales evaporíticos de valor económico, como resultado de hipersaturación. Se distribuyen mayormente al sur de la depresión Ramón.

g. Cordón litoral (Qr-cl)

Son depósitos de influencia marina y continentales, formados por emersión de costas en forma de pequeñas colinas de arena, dispuestas longitudinalmente y paralelamente a la línea litoral. Estos depósitos se han mapeado al oeste y noroeste de la depresión Ramón.

h. Depósitos de playa (Qr-pl)

Constituyen fajas angostas de arenas de playas recientes, comprendiendo las zonas de alta marea o limitados por cordones litorales. Las playas recientes, son fuente de aporte para los barcanes en movimiento. Se han identificado al oeste de la depresión Ramón.

i. Depósitos eólicos (Qr-e)

Se les encuentra en el sector oriental de la planicie costanera, margen izquierda del Río Piura y sector de Ñaupe, conformando gruesos mantos de arena eólica pobremente diagenizada, estabilizados por la vegetación; morfológicamente constituye colinas disectadas por una red fluvial dendrítica, muy característica que le da un aspecto de tierras malas (Sector de Ñaupe).

Rocas igneas

En la cuenca del río Piura, afloran cuerpos intrusivos que corresponden a diferentes generaciones magmáticas, reconociéndose granitos antiguos que corresponden al Paleozoico y granodioritas, dioritas, granito, tonalita, monzogranito y Gabros que corresponden al Mesozoico.

a. Granito (Pi-g)

Afloramientos intrusivos de pequeña extensión se han mapeado al sur de Paita en el extremo occidental de la cuenca, el bandeamiento que muestran parece ser debido a procesos tectónicos, mostrando bandas gris blanquecinas cuarzo-feldespáticas y bandas oscuras ferromagnesianas, que se originan por la orientación de los minerales ante una compresión. En cierto modo, el emplazamiento parece mantener cierta concordancia con la dirección de las estructuras de las rocas intruídas, dando lugar a que cerca de las zonas de contacto, sean más foliadas.

La composición mineralógica de estos cuerpos y la posición estratigráfica indican edades de emplazamiento correspondientes al paleozoico inferior.

b. Granito, granodiorita, diorita, tonalita, gabro, monzogranito (KT-gr/gd/di/to/gb/mz)

El emplazamiento batolítico en la parte central y oriental de la cuenca del río Piura se ha desarrollado durante el Cretáceo a lo largo de los lineamientos plutónicos principales relacionados con el levantamiento del flanco occidental andino. En la parte media y alta de la cuenca y conformando la mayor parte de la zona montañosa en la margen derecha del río, se distribuyen grandes afloramientos de rocas intrusivas de variada composición (granito, granodiorita, diorita, tonalita, gabro y monzogranito), que se diferencian localmente por el grado de erosión, los acelerados niveles de erosión sobre estos intrusivos constituyen la principal fuente de aporte de materiales que arrastra el río Piura durante cada estación de avenidas.

Importantes afloramientos de granito-granodioritas (*granito Paltashaco*) algo porfiríticos, siendo los de mayor distribución en la zona estudiada, se exponen en el Pueblo de Paltashaco (C. de Morropón) y en los cuadrángulos de Chulucanas, Las Lomas y Ayabaca. Sus mejores exposiciones se presentan en dos sectores: uno cerca al río piscan hasta la presa san Lorenzo y otro

hacia el extremo norte de la hoja de Morropón, la roca es de textura granular porfirítica con ortosa, cuarzo y plagioclasa.

La diorita malingas que varía entre diorita a diorita cuarcífera, de textura granular alotromórfica de grano medio y de color gris verdoso. Aflora en el extremo Sur del cuadrángulo de Las Lomas en los alrededores de Malingas. En el cuadrángulo de Morropón los afloramientos son menores, al igual que en las áreas de Pie de Toro y Bocanegra

Una tonalita gris clara de grano medio (Tonalita Altamisa), que se caracteriza por contener grandes placas de biotita negra aflora al este de Chalaco (C. de Morropón), en la localidad de Altamisa, siendo cartografiado fácilmente en las imágenes de satélite, dada su textura peculiar. Otros cuerpos de Tonalita-granodiorita se encuentran en los alrededores de las lomas y forman parte del complejo anular de esta localidad, están intruidos por un monzogranito. La roca predominante es de composición tonalítica gradando a granodiorita.

Un importante afloramiento de Tonalita-diorita Pamparumbe con tonalidad gris claro, textura granular, caracterizado por sus moteados debido a la concentración de biotita, aflora en el pueblo de Pambarumbe (C. de Morropón), siguiendo una dirección NW-SE, llegando hasta las cercanías de la Represa de San Lorenzo (C. de las Lomas).

Diferentes remanentes de gabros se encuentran en el sector de malingas. Los gabros son rocas oscuras de grano variable que se presentan en grandes cristales lo cual indica una historia de intrusión bastante compleja. Todos muestran la asociación augita- ortopiroxeno, algunas veces con olivino y textura subofítica y granular metamorfica.

3.2.3 Litología

Los componentes litológicos en la cuenca se encuentran bien diferenciados: En las nacientes de la cuenca sobresalen grandes afloramientos de rocas intrusivas y volcánicas con rasgos fisiograficos bien accidentados con vertientes montañosas fuertemente empinadas y valles encañonados, donde los procesos geodinamicos se traducen en grandes aportes de sedimentos hacia el colector principal que constituye el rio Piura.

En la planicie aluvial, sobresalen depósitos cuaternarios de origen fluvio-aluvial, cuya superficie presenta características de buena estabilidad y donde se desarrolla la mayor actividad agrícola, En la planicie costera hacia la parte media y baja de la cuenca, sobresalen potentes depositos de material eólico semiestabilizados en parte por la densa cobertura vegetal (algarrobo) cuya presencia llega hasta cerca del litoral contrarrestando la accion eolica que viene del mar.

Cerca del litoral y en forma amplia sobresalen tambien depositos coquiniferos con conchuelas y estratos salinos, se distribuyen paralelo a la linea de costa a manera de mesas con diferentes niveles conocidos como Tablazos.

3.2.4 Rasgos estructurales

La cuenca del río Piura en su parte alta se encuentra afectada por estructuras NNW - SSE características de los Andes Centrales que varía tomando la dirección NNE - SSW, propio de los Andes Septentrionales (GANSSE, 1978, CALDAS et al, 1987); mientras que en la parte baja forma la llanura costanera.

Tectónicamente esta cuenca se caracteriza por conformar dos zonas morfoestructurales longitudinales, la zona costanera y la cordillera occidental sobresaliendo la segunda por la presencia de una cuenca subsidente (Sechura), entre dos macizos levantados el macizo de Illescas y la cordillera occidental.

La zona costanera conforma la tectónica de basamento donde el macizo de Illescas tiene la forma estructural de un gran anticlinorio con eje general NE-SO, constituido por un complejo metamórfico ígneo con rocas precambrianas consistentes en gneises anfibolitas y tonalitas, superpuesto por una serie paleozoica con cuarcitas, filitas, micaesquistos, migmatitas y granitos. Las características principales en esta zona, son las estructuras en horst y grabens con fallas de alto ángulo, mayormente normales. Las deformaciones hercinianas han afectado considerablemente al conjunto de rocas paleozoicas y precambrianas, dando como resultado estructuras complejas, producto de por lo menos dos fases tectónicas superpuestas.

El sector oriental con rasgos tectónicos regionales, se encuentra en la zona más crítica de los andes, afectada por la llamada flexión de Huancabamba, donde la estructuración NNO-SSE característico de los andes centrales varía a la dirección NNE-SSO, propio de los andes septentrionales. Se considera que esta flexión coincidía con el remplazo axial existente entre dos cadenas que habían evolucionado durante el mesozoico.

La flexión de Huancabamba, es de grandes dimensiones de deformación cortical que controla la configuración del continente sudamericano, hacia el Pacífico se alinea con la dorsal de carnegie y hacia el este con la fosa amazónica. En términos de tectónica de placas se postula que esta deflexión es el resultado de dos juegos de esfuerzos, uno E-O entre las placas sudamericana y de nazca y otro NO-SE debido a la acción de la placa de los cocos.

Las zonas estructurales se han desarrollado en forma particular para cada cuenca, diferenciándose la zona del sinclinorio de Lancones, la zona de corrimientos de Ñaupe y la zona estructural de Huancabamba. La primera corresponde a los andes septentrionales donde los pliegues se han desarrollado con un cambio de dirección de NO a SE, superpuesto por una típica tectónica de fallamiento en bloques. La segunda constituye la zona estructural de mayor deformación en el noroeste del Perú donde los movimientos tangenciales fueron dominantes y de considerable intensidad, desarrollando fallamientos de empuje y de desplazamiento de rumbo, dando como origen un acortamiento de la faja plegada. La zona estructural de Huancabamba presenta dos fases de deformación, una primera de plegamientos que afecta a la estructura mesozoica y una segunda que compromete a la secuencia volcánica terciaria.

Por otro lado, la tectónica regional dominante, ha originado la evolución de grandes fallas, siendo las más importantes en la cuenca las siguientes:

Falla Illescas.- estructura de origen tardi-hercinico reactivado durante varias fases tectónicas del terciario, constituyendo actualmente una zona de falla con mas de 3 km de ancho, formando un sistema de fallas regionales de dirección NO-SE. Durante gran parte del terciario esta falla a jugado un papel importante en el control de la sedimentación (oligoceno, mioceno y plioceno), no existiendo estructuras con estas edades estimando que el bloque occidental se mantuvo emergido durante estas épocas.

Falla Tric-trac.- constituye una importante estructura dentro de la zona illescas su traza es paralela a la falla illescas, y ha sido detectada durante la perforación de pozos exploratorios por petróleo en la zona de Bayóvar. Esta falla de origen tardi-hercinica también ha sido reactivada durante el eoceno superior y el mio-plioceno, controlando la sedimentación regional durante el oligoceno, el rumbo general de esta falla es N 62°O.

Fallas del basamento pre-terciario.- Estas estructuras son importantes por que han segmentado el basamento de la cuenca Sechura en bloques fallados, produciendo regionalmente horst y graben.

3.2.5 Sísmotectónica regional

En este acápite se presenta una revisión de la actividad sísmica ocurrida en el pasado incluyendo la información de datos históricos de los sismos más severos que afectaron la región, luego se ha efectuado el cálculo del peligro sísmico para predecir eventos que podrían ocurrir en la cuenca, considerando las características tectónicas asociadas a la actividad sísmica regional.

Se han utilizado datos determinados por Casaverde y Vargas, (1980); "Sismicidad de la Región Andina" (SISRA), (Arévalo, 1984) y el Catálogo Sísmico de Hipocentros de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) de los Estados Unidos.

■ Sísmotectónica de la cuenca

Los elementos sísmotectónicos principales que afectan a la zona de estudio son:

- La zona de subducción a lo largo de la Costa Oeste del Perú, donde la Placa Oceánica de Nazca, subyace por debajo de la Placa Continental Sudamericana.
- Las fallas tectónicas continentales que genera la Deflexión de Huancabamba.

La Tectónica de Placas señala una interacción por subducción de la Placa de Nazca con relación a la Placa Sudamericana, produciéndose a ángulos variables. La sismicidad y la solución de mecanismos focales de varios sismos peruanos evidencian que esta superficie de escurrimiento es de bajo ángulo (10° - 15°) en la zona central y Norte del Perú (Stauder, 1975).

Como resultado del encuentro de las dos placas y la subducción de la Placa de Nazca, han sido formados la Cadena Andina y la Fosa Perú-Chile, en diferentes

etapas evolutivas los que son responsables de la mayor parte de actividad sísmica en nuestro continente.

- **Parámetros para diseño sismo-resistente.**

Moreano S. (1994), establece mediante la aplicación del método de los mínimos cuadrados y la ley de recurrencia:

$$\text{Log } n = 2.08472 - 0.51704 \pm 0.15432 M.$$

Una aproximación de la probabilidad de ocurrencia y el período medio de retorno para sismos de magnitudes de 7.0 y 7.5 se puede observar en el siguiente cuadro:

MAGNITUD MB	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (AÑOS)			PERÍODO MEDIO DE RETORNO (AÑOS)
	20	30	40	
7.0	38.7	52.1	62.5	40.8
7.5	23.9	33.3	41.8	73.9

En la zona de estudio, el perfil del suelo se puede calificar como tipo S3, correspondiéndole un factor de suelo $S = 1.4$ y un periodo de vibración de 0.9 seg.

En el presente siglo ocurrieron 29 sismos importantes con influencia directa sobre la cuenca, la mayoría ocurrió como producto de la interacción entre la Placa Nazca y la Placa Sudamericana. Los sismos estudiados están basados en los trabajos de Silgado, 1969, 1973, 1975 y 1978 y Alva, 1985. Sin embargo, solo se han registrado los sismos destructores, los que no denotan toda la actividad sísmica de la zona, de los cuales 7 ocurrieron en Piura y han afectado parte de la cuenca.

- **Probabilidad de ocurrencia de una cierta magnitud**

A partir de los resultados obtenidos por Einstein y Lomnitz (1966), aplicando la teoría generalizada de los valores extremos de Gumbel, se puede obtener una serie de resultados referidos a la esperada actividad sísmica futura en términos de los factores a y b previamente determinados. Es así que la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico de magnitud mayor que M en un determinado intervalo de tiempo T , está dada por:

$$P (M, T) = 1 - \text{EXP} (-bM \text{Ln } 10)$$

Utilizando ésta fórmula y los valores determinados de a y b , E. Hernández (INGEMMET, 1989) ha calculado las curvas de probabilidad de ocurrencia de una cierta magnitud para períodos de 10, 20, 50 y 100 años para cada fuente sismogénica.

■ Sismicidad Instrumental

Este período corresponde a los sismos ocurridos en el presente siglo, en que se instalaron por primera vez los instrumentos sismológicos en Sudamérica. Para los sismos detectados con instrumentales se consideran dos períodos:

- i) **1900 – 1962.-** Datos instrumentales con determinaciones aproximadas de localización e hipocentros, con magnitudes calculadas en función de las ondas superficiales.
- ii) **A partir de 1963.-** Datos instrumentales con determinaciones precisas de localización e hipocentros, calculada su magnitud en función de las ondas de cuerpo.

3.2.6 Geología económica

Desde el punto de vista económico, los recursos geológico-mineros y energéticos de la cuenca, están relacionados genéticamente a los procesos geológicos ocurridos en la región, entre los cuales destacan el petróleo y gas natural seguido de minerales metálicos y no metálicos como los fosfatos, sal, gravas y arena, además de haber encontrado buenos reservorios de aguas subterráneas. La actividad minero metálica es mínima, sobresaliendo algunos yacimientos en la parte oriental.

Hidrocarburos.- Según el Anuario Perú en Números revista cuentas 1992, en la cuenca Sechura se ha perforado algunos pozos exploratorios con buenos indicios de petróleo y principalmente existencia de gas.

En la Región Piura la mayoría de los recursos mineros metálicos y no metálicos se encuentran en el ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Río Piura; según la Dirección Regional de Energía y Minas, el estado ha dado en concesión 240 concesiones mineras, las cuales cubren un área total de 423 890 ha.

Dentro de las Concesiones mineras metálicas se tiene un total de 184 con un área total de 160,870 ha, y la diferencia corresponden a concesiones mineras no metálicas, de las cuales la Empresa Grau-Bayovar S.A ostenta 208,844 ha (Fuente INEI, 2002)

Depósitos Metálicos.- En la parte media y alta de la cuenca, existen importantes depósitos polimetálicos, sobresaliendo entre ellos la mina Turmalina en el distrito de Canchaque, con molibdenita, chalcopirita, pirita, esfalerita y wolframita; El yacimiento La Huaca con pórfido de cobre cerca al pueblo de Sallique; El prospecto El Páramo cerca al pueblo de San Felipe con sulfuro de cobre y molibdeno; El prospecto Paltashaco con pirita, chalcopirita, esfalerita y galena; El yacimiento Tambo Grande ubicado en el distrito del mismo nombre constituyendo un importante cuerpo de sulfuros masivos y la mina Potro Bayo cerca al pueblo de las lomas con mineralización de hierro principalmente. A continuación se describen los yacimientos de mayor importancia.

Proyecto Tambo Grande.- El Proyecto Minero Polimetálico Tambogrande que se encuentra en la fase de exploración, comprende 97 concesiones mineras en una superficie total de 87 000 ha, cubre áreas agrícolas de la Irrigación San Lorenzo, áreas agrícolas de ambos márgenes del Río Piura en una longitud aproximada de 25 Km entre Ocoto Alto y Paccha, y parte del Tablazo de Lancones, también cubre a las zonas urbanas de Tambogrande, Paccha y otros Centros Poblados Menores. El proyecto ha sido dividido en tres subproyectos: el área de concesión Tambo grande, el área de concesión Lancones y el área de concesión Papayo.

El subproyecto Tambo grande comprende 10 concesiones y tiene un área aproximada de 10 000 ha. Las concesiones son de propiedad de Minero Perú, empresa que ha otorgado a Manhattan Corporation (MMC) una opción por tres años. El subproyecto Papayo comprende 7 concesiones en un área aproximada de 3 200 ha, encontrándose en propiedad de CEDIMIN S.A.

El potencial minero determinado por la compañía: Manhattan Sechura Cia. Minera S.A., de acuerdo a las exploraciones en el Deposito TG-1 alcanzan a 8 millones de TM de material mineralizado como depósitos de óxidos de oro; contienen 5,2 gr/t de oro equivalentes a 1,3 millones de onzas, 4,8 gr/t de plata equivalentes 12,4 millones de onzas; los depósitos de sulfuros que alcanzan a 62 millones de TM, contienen 0,7 gr/t de oro y 31 gr/t de plata; además se encuentran otros metales que equivalen a 1,7% de cobre y 1,4% de zinc.

Mina Turmalina.- Se ubicada en la parte alta de la cuenca cerca de Canchaque y ha sido cerrada, se tiene información que el último año que funcionó fue hasta 1998 con una producción de 117 TM de metales procesados, la forma de explotación no cuenta con presas de gravedad y sus relevés eran depositados en las faldas de los cerros sin ningún tipo de protección ni tratamiento, de tal manera que en tiempo de lluvias, este material era lavado y transportado hacia las diferentes quebradas, afectando principalmente a la localidad de canchaque. Este problema social ha determinado el cierre temporal de la mina.

Depósitos no metálicos.- Los recursos no metálicos son diversos y de gran importancia, sin embargo los niveles de explotación son restringidos, sobresaliendo los depósitos de arcillas, gravas y arenas localizados en terrazas y cauces activos de los principales ríos y quebradas; Depósitos calcáreos, representados por bancos coquiníferos a lo largo de los tablazos constituyendo un recurso importante para la fabricación de cemento; Salmueras; Fosfatos y Yeso, entre otros.

Las arcillas, gravas y arenas, como material de construcción, se explotan a pequeña escala por pequeños mineros que abastecen a las obras con su propia maquinaria o en la mayoría de los casos sólo se limitan a cobrar por la extracción, sin efectuar ninguna inversión. Sobre los volúmenes de extracción, no se tiene conocimiento dado que los propietarios no proporcionan al sector ningún tipo de información, pero se conoce que durante el estiaje se extrae material en diferentes sectores del río Piura, Qda. San Francisco y el cauce de los ríos Yapatera, Bigote y río seco principalmente.

En el área también se ha encontrado salmuera e importantes horizontes con aguas subterráneas. La sal común se extrae del agua de mar mediante pozas de evaporación, el sistema clásico es captar agua salada para luego evaporarla,

quedando la sal para su tratamiento y comercialización, parte de esta actividad se realiza en la laguna Létira. Para la explotación de aguas subterráneas es necesario realizar estudios a mayor profundidad, considerando que la cuenca del río Piura tiene régimen permanente y aceptables condiciones de explotación.

Energeticos.- Recientemente, se está dando un aprovechamiento hidroenergético de la cuenca del río Piura, contribuyendo a satisfacer las necesidades de energía eléctrica de Piura, a través de la generación eléctrica de la Central Hidroeléctrica de Curumuy, ubicada al final del Canal de Derivación Chira-Piura, con una capacidad instalada de 12 Mw. Existe también el Proyecto Hidroenergético Alto Piura, cuyo Estudio de Factibilidad Complementario, indica que con su puesta en marcha es posible la generación de 130 Mw; no descartándose además la existencia de otros potenciales aprovechamientos hidroenergéticos no cuantificados.

3.3 GEOMORFOLOGIA

3.3.1 Generalidades

La Cuenca del Río Piura, tiene una especial configuración geomorfológica determinada por 2 grandes áreas fisiográficas, la primera de mayor extensión denominada Medio y Bajo Piura, que corresponde a una zona de pendiente muy suave con pequeñas cauces erráticas y quebradas secas que sólo se activan en las épocas del Fenómeno del Niño y por un curso amplio del río principal que con el tiempo a cambiado su lugar de desembocadura. Esta condición del sistema hidrográfico hace difícil definir exactamente el divortium acuarium, tanto para el norte con la Cuenca del Río Chira, así como, por el sur con la Cuenca del Río Cascajal. La segunda área fisiográfica de la Cuenca denominada Alto Piura está constituido por el macizo de la Cordillera Occidental, con valles interandinos de topografía abrupta, donde si se puede definir fácilmente el divortium acuarium con las Cuencas de los ríos Huancabamba, Quiroz y Chipillico.

Para entender mejor la zonificación morfológica de la cuenca, se ha dividido en 3 partes:

Zona Baja desde la desembocadura en el mar hasta una línea coincidente por tramos con la cota 50 msnm, esta zona baja se caracteriza por las escasas precipitaciones menores a 100 mm anuales, por conformar un gran desierto con vegetación típica de bosque seco, con relieve plano y de clima cálido y seco.

La otra parte de la Cuenca corresponde a la Zona Media entre los cotas 50 y 350 msnm, esta parte de la Cuenca corresponde a la zona media de relieve ondulado, clima seco, bosque seco y con precipitaciones que varían entre 100 y 500 mm anuales.

Finalmente la 3ra zona corresponde a la Cuenca Alta de topografía abrupta con ríos de altas pendiente y valles en forma de "V", en esta zona de la cuenca el clima es templado a sub-húmedo y las precipitaciones varían entre 500 y 1000 mm anuales, la vegetación varía desde bosque seco en las partes bajas hasta la vegetación arbustiva propia de los páramos.

3.3.2 Geomorfología general de la cuenca

La cuenca del río Piura presenta formas especiales, únicas en nuestro territorio, geomorfológicamente se ha subdividido en las siguientes unidades. Ver Mapa N° 7.

- a. **Faja Litoral.**- Constituida por playas, salinas, depresiones inundables, barrancos de baja altura y cordones de arena; ocupa una longitud de costa de 56 Km, con un ancho que varía de 1 a 5 Km, y una altitud entre 0 a 25 msnm.
- b. **Macizos Occidentales.**- Constituido por promontorios aislados, cerros con laderas escarpadas disectadas por quebradas de corto recorrido y fuerte pendiente. Los cerros se caracterizan por presentar alturas hasta de 390 msnm.
- c. **Planicie Costera o Depresión Parandina.**- Constituido por la planicie del desierto de Sechura, limitado en ambos márgenes por cadenas montañosas, las cuales se divide en :

Terrazas Marinas o Tablazos.- Corresponde a la faja litoral donde se encuentran terrazas marinas o tablazos, que conforman la vasta llanura desértica. Estos tablazos constituyen superficies planas, cortadas por las depresiones de Ramón y el Valle del Río Piura. El suave relieve de estos tablazos, favorece la migración de grandes cantidades de arena de mar al continente, dando lugar a la formación de dunas de considerable altura y extensión que se ordenan como típicos cinturones de Barcanas.

Las acumulaciones arenosas se intensifican en la parte oriental del tablazo, donde cubren promontorios Pre – Terciarios, adoptando un drenaje del típico dendrítico truncado, alcanzando alturas de hasta 275 msnm terminando en forma de mesetas frente a la margen izquierda del Valle del Río Piura.

Depresión Ramón .- Se denomina así a la cubeta existente en la sub unidad tablazos, área conocida como salinas o Ramón, con cotas que varían entre 7 y 25 msnm; que en época de crecidas excepcionales del Río Piura se unen las lagunas Ramón con Ñapique conformando una laguna de grandes dimensiones, cuyas aguas drenan por el Estuario de Virrilá. La depresión está constituida superficialmente por el suelo areno – salitroso sumamente blando; presenta dimensiones de ancho y largo que varía entre 8 y 14 Km.

El área oriental de la depresión permanece constantemente anegada, dando lugar a la formación de grandes reservas de salmueras, donde la sal se explota ocasionalmente.

Valle del Río Piura.- Al este de la planicie costera discurre con rumbo Sureste – Noroeste el Valle del Río Piura, en sus inicios presenta la típica sección de “V” (Río Huarmaca); a partir de Tambogrande el Valle cambia de rumbo hacia el Suroeste y presenta sus flancos abiertos, limitados por el Tablazo, el que progresivamente decrece en altitud hacia la desembocadura; por la zona de Monte Castillo (Valle Bajo Piura) se abre en abanico configurando una zona inundable en épocas de avenidas excepcionales.

- d. **Estribaciones del Frente Andino.**- Unidad comprendida entre los 200 a 400 msnm; presenta una topografía de colinas y pequeños promontorios con laderas de pendientes suaves a moderadas entre 2% a 20%. Los cerros de las estribaciones andinas están conformadas por rocas de edad cretácea a terciaria que se levantan al Noreste de la cuenca, y cerros de rocas paleozoicas y precámbricas al sur, que se caracterizan por ser estables, presentan una notable aridez y están surcados por quebradas de corto recorrido.
- e. **Frente Andino.**- Comprendido entre los 500 a 3 644 msnm. Corresponde a la denominada vertiente occidental de la Cordillera Occidental de los andes, compuesto por rocas de edad Paleozoica a Terciaria, de naturaleza ígnea, metamórfica y sedimentaria. Está constituida por promontorios de topografía abrupta a moderada, con pendientes entre 20 a 70%; con laderas de vegetación variada, se observa fenómenos de geodinámica externa como deslizamientos, derrumbes y erosión fluvial de los suelos. En esta unidad nacen los tributarios principales del río Piura, los que se caracterizan por presentar corto recorrido, fuerte pendiente y sección transversal "V".

Es destacable la existencia de mesetas en las partes altas constituyendo una franja de páramo en alturas sobre los 3 400 msnm. Conocida como "Meseta andina".

3.3.3 Características físicas de la cuenca

La cuenca del río Piura es de forma irregular en sus nacientes y elongada en el sentido SE-NO hasta la altura de Tambogrande y desde aquí cambia de dirección casi E-O donde tiende a estrecharse hasta la altura del canal de derivación El Tablazo donde vuelve a cambiar bruscamente de dirección N-SO hasta su desembocadura donde tiende a ensancharse tanto por el delta de Chuillachy (Sechura) como la Laguna Ramón.

Limita por el NE con las vertientes altas del río Huancabamba, por el SE con las vertientes altas de los ríos Ñaupe y Santa Rosa; por el NO con las vertientes altas del Río Chira y por el SO con el Océano Pacífico, las lagunas Ramón, Ñapique y desierto de Sechura. La altitud del territorio de la cuenca es cambiante en forma gradual desde el nivel del mar, cota 0+00, hasta los 3 600 msnm geográficamente se halla situado entre las siguientes coordenadas:

Longitud Oeste : 79° 33' - 80° 58'

Latitud Sur : 04° 46' - 05° 43'

El río nace a 3600 msnm, en la divisoria de la cuenca del río Huancabamba, donde inicia su recorrido cruzando las provincias de Morropón y Piura. Su cauce de 280 km tiene una dirección de Sur a Norte, con curvatura desde la Quebrada San Francisco hasta la caída de Curumuy, luego en dirección Sur-Oeste hasta llegar a su desembocadura al Océano Pacífico a través del Estuario de Virrilá.

La pendiente promedio del río Piura entre la Laguna Ramón y la ciudad de Piura es de 0,03%, determinando una zona de inundación; entre Piura y Tambogrande 0,08%; entre Tambogrande y Malacasí 0,13%; y entre Malacasí y el punto de

confluencia del río Piura y San Martín 0,35%. Sus afluentes a partir de la cota 300 msnm, tienen pendiente promedio del 10%, llegando en las partes altas hasta 15%.

El río Piura tiene varios afluentes, principalmente por la margen derecha siendo los más importantes los ríos San Martín, Puzmalca, Río Seco, Bigote, Corral del Medio, La Gallega, Charanal y Yapatera. Estos afluentes son torrentosos y bien definidos, mientras que el cauce del río Piura es de baja pendiente.

3.3.4 Parámetros geomorfológicos

Para plantear una zonificación geomorfológica en la cuenca del río Piura, se debe considerar algunos parámetros de importancia como la predominancia de geoformas inestables cubiertas por arenas móviles, la presencia de unidades aluviales con mayores niveles de estabilidad y las laderas de montaña con diferentes niveles de erosión que influyen directamente sobre las condiciones actuales. Por otra parte características litológicas indican materiales más resistentes en la zona de montañas y colinas, mientras en el valle y zonas de planicies los materiales son más vulnerables debido a la presencia de arenas que se trasladan con las corrientes de viento.

Los procesos geodinámicos, por su parte constituyen un factor importante en la caracterización del área debido a que son los principales parámetros que determinan el relieve actual de la zona. El hombre con sus actividades antropicas, desarrollando la agricultura en forma desordenada también constituyen un parámetro importante en la zonificación del área.

El clima.- La cuenca del río Piura, tiene un clima sub-tropical según la clasificación de Koppen y un clima semi-tropical costero según Pettersen; caracterizados por pluviosidad moderada y altas temperaturas, con pequeñas oscilaciones estacionales.

Específicamente en la parte baja y media de la cuenca, el clima es cálido y seco, típico de la Costa Norte del Perú. Recibe influencia de las variaciones de la Faja Ecuatorial y los cambios de dirección en sentido Este-Oeste de las corrientes marinas de aguas frías (Humbolt) y caliente (Ecuatorial). Estas características ocasionan altas temperaturas ambientales con escasez de precipitaciones, salvo durante períodos cortos y esporádicos de ingresos al hemisferio sur de la corriente marina de aguas calientes (El Niño), y otros como los ocurridos en 1982-83 y 1997-98 de características extraordinarias.

En la parte alta de las cuencas el clima es temperado y muy húmedo, característica particular de la sierra norte de la vertiente del Pacífico, motivada por la vecindad con la Línea Ecuatorial y la Cordillera Occidental Andina. En esta zona se producen precipitaciones pluviales generalmente en los cuatro primeros meses del año. Sin embargo, cada cierto número de años se presentan períodos con lluvias de gran intensidad, ocasionadas por nubes provenientes del Atlántico que al vencer la barrera de los Andes se enfrían y precipitan.

3.3.5 Unidades geomorfológicas

En la cuenca del río Piura han ocurrido una serie de eventos tectónicos, epirogénicos, y de intensa erosión denudacional que han modificado todo el ambiente físico desde el Paleozoico hasta la actualidad, dando origen a una gran variedad de geformas que se exponen en la zona de estudio:

a. Estuario Virrila (Ev)

Comprendido dentro de la planicie litoral, en la antigua desembocadura del río Piura. Constituye un canal de ingreso del mar hacia el continente, debido a la cota negativa de esta zona con respecto al nivel del mar; su forma corresponde a una depresión en curva que se llena de agua de acuerdo a las fluctuaciones de las mareas, llegando a conectarse con la laguna Ramon durante las inundaciones o grandes avenidas del río Piura.

b. Cordon litoral (Cl)

Distribuidos a lo largo de la línea de playa, cerca de la playa San Pedro y delta del río Piura, se encuentran geformas alargadas que litológicamente están compuestas por arena suelta, las mismas que se acumulan por interacción del mar y del río. Se van formando desde el continente hacia el mar de tal forma que el continente está ganándole terreno al mar.

c. Sistema de interfase marina (Manglares)(Mg)

Están ligadas al delta del río Piura, cerca de la playa San Pedro, son de existencia casi permanente, aunque en parte son sumergidos o modificadas en épocas de grandes avenidas de agua, sobre todo cuando se trata de lluvias excepcionales, en cuyo caso todo el delta es inundado. Actualmente, los islotes formados sirven de refugio para diferentes familias de aves migratorias que permanecen en el área.

d. Terraza marina depresionada (Delta) (Tmd)

Pequeña superficie plana triangular en la desembocadura actual del río Piura, donde forma un delta en forma de cono asimétrico y deformado, con diferentes cursos de agua que cambian de dirección durante las avenidas. Están constituidos mayormente por sedimentos finos acarreados por el río.

e. Terraza de origen marino levantada (Tablazo) (Tom)

Limitando la faja litoral se encuentran estas terrazas marinas o "Tablazos" que conforman la vasta llanura desértica; cuya altura se acrecienta de Oeste a Este desde 25 hasta 275 msnm y que decrece gradualmente de Norte a Sur hasta desaparecer en forma de cuña, fuera de la cuenca. Estos tablazos constituyen superficies planas, cortadas por las Depresiones de Ramón y el Valle del río Piura.

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

Las acumulaciones arenosas se intensifican en la parte oriental de esta Sub-Unidad, donde cubren promontorios Pre-Terciarios, adoptando un drenaje del tipo dentrítico truncado, alcanzando alturas de hasta 275 msnm, terminando en forma de mesetas frente a la margen izquierda del Valle del río Piura.

f. Depresión de la laguna Ramon (La)

Se denomina así a la cubeta existente en la Sub-Unidad Tablazos, área conocida como Salinas o Ramón, con cotas entre 7 y 25 msnm; que en época de crecidas excepcionales del río Piura se une con las Lagunas Ramón y Ñapique conformando una laguna de grandes dimensiones cuyas aguas drenan por el Estuario de Virrilá o Brazo Ramón, que constituye un brazo del mar que se interna al desierto por más de 50 km, con un ancho variado cuyo nivel de aguas es influenciado por la alta y baja marea marina, oscilando en casi un metro.

La Depresión conforma una cubeta tendida, constituida superficialmente por un suelo areno-salitrero sumamente blando, por sectores intransitable. Presenta un ancho entre 4 y 18 km y una cota mínima de 7 msnm; tanto al Oeste como al Este es limitado por barrancos de los tablazos con cotas entre 14 y 25 msnm.

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

g. Superficie depresionada de origen lacustre (Sdol)

Geoformas depresionadas con material de sedimentación, formadas durante los niveles de estiaje de la laguna Ramon, estos sectores se saturan durante las avenidas y casi todo el año permanecen cubiertos con mantos de arenas móviles, determinando una alta vulnerabilidad por la baja resistencia de los materiales. Se observa mayormente hacia la margen derecha de la depresión Ramon.

h. Fondo de quebrada estacional (Fqe)

Son formas encañonadas intermontañas, generalmente de corto recorrido en cuyo fondo se observa varios niveles de avenidas a manera de flujos estacionales algunos de los cuales arrastran gran volumen de material convirtiéndose en huaycos que modifican rápidamente la morfología de los cursos. Estas formas sobresalen en diferentes quebradas que drenan sus aguas al río Piura en la zona del medio y alto Piura.

i. Cauce fluvial activo (Cfa)

Al Este de la planicie costanera discurre con rumbo Sur-Norte el Valle del Río Piura, el que a la altura de Tambogrande hace una curva para variar su rumbo con dirección Nor-Este-Sur-Oeste, hasta su desembocadura en la Bocana San Pedro, horadando las terrazas marinas o tablazos que constituyen los flancos del valle.

El Valle del río Piura en sus inicios presenta la típica forma de “V” (Área de Huarmaca), indicadora de su etapa juvenil, limitada por la vertiente oriental de la planicie. A partir de Tambogrande el valle presenta sus flancos abiertos, limitados por el Tablazo, el que progresivamente decrece en altitud hacia la desembocadura; por la zona de Monte Castillo (Valle del Bajo Piura) se abre en abanico conformando márgenes inundables en épocas de avenidas excepcionales, constituyendo a partir del Sector de Onza de Oro, una gran depresión que se conecta con las Lagunas de Ramón y Ñapique, el Estuario de San Pedro y la Depresión de Ramón; donde sobresalen algunos pequeños promontorios como montes islas, el área es limitada por los tablazos.

j. Mantos de arena (Ma)

Se distribuyen mayormente en el bajo y medio Piura, cubriendo lomadas y superficies intercolinosas, alcanzan grandes dimensiones con formas discontinuas y son muy notables en la imagen de satélite por sus formas características.

En la faja litoral están ampliamente distribuidos como depósitos eólicos. Estos depósitos presentan generalmente, una superficie ondulada a manera de rizaduras de oleaje (ripple marks), como resultado de la constante movilización de acuerdo a los vientos paracas. En las partes altas de la cuenca media avanzan hasta las faldas de los cerros llegando a alcanzar cotas elevadas, provienen de las pampas costaneras y son transportadas por los fuertes vientos. Dentro de estas unidades destacan las dunas a lo largo del litoral que cambian de posición constantemente.

k. Superficie plana de origen eólico (Spoe)

En áreas próximas a la depresión Ramón, sobresalen geoformas planas aisladas cubiertas con mantos de arenas semiestabilizados, formados por invasión de aguas salobres sobre mantos de arenas preexistentes, donde los altos contenidos de sal le dan cierta estabilidad frente a las corrientes de aire. Estas unidades solo han sido mapeadas en el bajo Piura.

l. Planicie aluvial depresionada (Pad)

Son geoformas depresionadas y onduladas formadas por erosión diferencial de materiales aluviales acumulados durante las avenidas y posteriormente han sido interrumpidas por nuevos procesos encerrando sectores sobresaturados que en parte han sido cubiertos por material eólico. Se observa en el bajo Piura entre Castilla y el puente Independencia, conformando parte de la gran planicie aluvial.

II. Sistema de planicie aluvial (Spa)

Conformado por el llano aluvial cuya altitud varía entre 10 y 400 msnm, con una topografía plana. Las pendientes naturales son del orden del 1% al 10%. El área se considera estable bajo condiciones naturales y acción del hombre; sin embargo es importante señalar la inestabilidad de los depósitos de materiales sueltos y heterométricos, las áreas inundables y zonas de erosión fluvial.

Esta unidad se desarrolla a lo largo del cauce activo del río Piura y es relativamente amplio, formando terrazas, cauces antiguos, cauces y playones del río. En la cuenca media y alta aparecen en forma más restringida con pequeñas terrazas en las márgenes del río y acelerados procesos de erosión. En estas unidades se desarrolla la mayor actividad agrícola y están situadas la mayoría de las poblaciones.

m. Sistema de planicie erosional (Spe)

Superficies planas a plano inclinadas con grandes dimensiones que se distribuyen en la parte baja y media de la cuenca 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.

n. Superficie plano ondulada (Spo)

En la margen derecha del río Piura, aguas debajo de Tambo Grande, se han identificado pequeños sectores de morfología ondulada con cimas de baja altura, formados por un acelerado proceso erosión diferencial sobre litología de baja resistencia generalmente cubiertos de arenas, estas unidades se encuentran en contacto con las planicies aluviales.

ñ. Superficie erosional ondulada (Lomadas disectadas) (Seo)

Hacia la margen izquierda del río Piura, entre Piura y Chulucanas, sobresale un amplio sector con lomadas con cierto nivel de disección que en parte ha sido cubierto por mantos de arenas, las mismas que han sido estabilizadas por la densa cobertura arborea de algarrobos que allí existen. Estas áreas en parte son acupados para el pastoreo y presentan un buen nivel de estabilidad.

o. Lomadas onduladas (Lo)

Son geoformas de relieve intermedio entre las superficies planas y las colinas bajas, se presentan como ondulaciones del terreno inferiores a 30 m, con cimas suaves. Su existencia se debe principalmente a que están constituidas por rocas blandas fácilmente modelables, o porque las zonas donde se ubican han sido sometidas a fuerte fallamiento y posterior erosión denudacional. Se expone mayormente en la cuenca media

p. Colina baja moderadamente disectada (Cbmd)

Conforman superficies de relieve colinado, en las que los accidentes topográficos están comprendidos entre 30 y 80 m de altura. Constituyen las partes inferiores de las colinas altas o medias; en sus partes inferiores limitan con zonas de lomadas, fondos de valle o directamente con la planicie litoral, la topografía es intermedia con pendientes naturales entre 2% y 20% y por lo general son zonas estables. Se exponen parcialmente hacia la margen derecha del río Piura, al N y NE de Tambo Grande.

La disección general de estas superficies es semidensa y poca profunda, debido a sus pendientes ligeras a moderadas. La cobertura vegetal es sobre todo arbustiva y de pastos.

q. Colina media moderadamente disectada (Cmmd)

Es difícil la separación de unidades, cuando el parámetro fisiográfico de desnivel entre cimas y planos referenciales (superficies aledañas planas, fondos de valle, etc) es próximo al valor considerando máximo para una unidad y mínimo para otra, tal es el caso de la diferenciación entre colinas medias, consideradas hasta 150 m de altura y, colinas altas comprendidas entre 150 y 300 m.

Por esto sólo se ha considerado como superficies de colinas medias cuando predominan los accidentes topográficos inferiores a 150 m de altura y unidades con estas características solo se han podido identificar aisladamente en la cuenca media.

r. Colina alta moderadamente disectada (Camd)

Con éste nombre se denomina a las superficies conformadas por una serie de geoformas positivas, cuyos desniveles relativos entre sus cimas y las partes más depresionadas de ellas (fondos de valle o de quebradas importantes) están comprendidas entre 150 y 300 m. Generalmente corresponden a formaciones resistentes a los procesos erosivos. Se caracterizan por sus formas redondeadas sobre litología con buena resistencia que muestran los últimos procesos erosionales. Se distribuyen aisladamente en la cuenca media del río Piura.

s. Colina alta fuertemente disectada (Cafd)

Unidades similares a las anteriores, pero con superficies más accidentadas, debido a la mayor resistencia de las unidades líticas sobre las cuales se han diseñado. Han sido originadas por procesos tectónicos y orogénicos de la cordillera de la costa y representan diferentes niveles de denudación. Se distribuyen en el extremo occidental de la cuenca, al sur de Paita.

Vertientes Montañosas

Comprenden superficies elevadas entre 500 y 3 644 msnm y corresponden a lo que se denomina vertiente occidental de la Cordillera Occidental, compuesto por rocas de edad Paleozoica a Terciaria, de naturaleza ígnea, metamórfica y sedimentaria, éstas últimas plegadas, fracturadas e intrusionadas. Los afloramientos presentan una orientación hacia el Norte, como expresión regional de la Deflexión de Huancabamba.

Estan constituidas por promontorios de topografía abrupta a moderada, con pendientes naturales entre el 20 y 70%, con algunas zonas de suaves laderas, cubiertas por una densa vegetación tropical herbácea y arbustiva. Tienen estabilidad variada y se observan fenómenos de geodinámica externa como deslizamientos, derrumbes, erosión fluvial, etc. activados por los agentes modeladores naturales o intervención del hombre. En estos ambientes nacen todos los tributarios principales del río Piura, los que se caracterizan por presentar un corto recorrido, fuerte pendiente y sección transversal en "V", ancha y abierta en la parte alta y encañodada en la parte baja. Dentro de esta gran unidad se puede diferenciar unidades menores como laderas y vertientes montañosas con diferentes niveles de disección:

t. Ladera de montaña moderadamente disectada (Lmmd)

Corresponde a elevaciones y crestas marginales del flanco occidental andino, son de topografía abrupta formada por rocas intrusivas y mayormente metamórficas, han sido disectados por quebradas de diferente longitud formando valles poco profundos. Estas quebradas son importantes por el considerable aporte de materiales que arrastran y depositan sobre el valle aluvial, formando laderas coluvio aluviales. Se extienden desde la planicie aluvial hasta las partes altas de la cuenca.

u. Ladera de montaña fuertemente disectada (Lmfd)

Elevaciones de 300 a 1 000 m de altura con respecto al nivel de base local, se distribuyen en la parte alta de la cuenca del río Piura. Comprenden formas de tierra de relieve escarpado a accidentado con pendientes que varían entre 50 y más de 75%, con superficie generalmente rocosa y cubierta discontinua de origen coluvial. Los suelos son generalmente superficiales.

El clima en estas unidades es semiárido a subdesértico, con superficies coluvio – aluviales que alternan con formaciones rocosas con fuerte intemperismo. Localmente incluyen pequeñas superficies de erosión y fondo de valle de topografía accidentada, superficies de erosión local de edad eocénica, así como relleno aluvial de valles interandinos y depósito coluvial reciente de pie de vertiente. Presentan escurrimiento difuso, en surcos y cárcavas frecuentes, huaycos, derrumbes y deslizamientos que pueden ser de moderada magnitud.

v. Vertiente montañosa moderadamente empinada (Vmme)

Son menos extensas que las unidades anteriores, su rango de pendientes por lo general está comprendido entre 15° y 50° y probablemente constituyen áreas de entrecruzamiento de varios sistemas de diaclasas y fallas

que han triturado las rocas y que posteriormente han sido afectadas por la acción de fuertes procesos denudacionales que han rebajado sus niveles originales.

Estas vertientes tienen baja densidad de disección, y no presenta sistema de drenaje definido, sobresalen en la parte alta de la cuenca.

w. Vertiente montañosa fuertemente empinada (Vmfe)

Unidades con pendientes superiores a 55°, la disección en ellas es intensa y por lo general en las partes altas o cabeceras de las vertientes el drenaje es de tipo dendrítico denso con crestas afiladas y cortas, notándose que las principales quebradas son paralelas unas a otras. Como es común en todas las subunidades del sistema montañoso, está totalmente cubierta por vegetación arbórea y arbustiva.

x. Cima de montaña estructural (Cme)

Pequeñas áreas aplanadas o semiplanas en las divisorias de cuenca que indican procesos prolongados de denudación intermontañosa se puede apreciar en las partes altas de la cuenca, sobre la divisoria y generalmente se encuentran sobre afloramientos volcánicos y hacia los flancos colindan con superficies fuertemente empinadas.

y. Meseta andina (Paramo) (Mad)

Es destacable la existencia de una conspicua meseta, que representa restos de la "Superficie Puna", como la que aparece en otras regiones del país, constituyendo una plataforma que corona las partes altas de Sapillica, Frías y Lagunas, con una altura promedio de 3 400 msnm. Igualmente es considerada como restos de la "Superficie Puna", un estado modificado por la erosión del sector de Chalaco cuyas cotas oscilan entre los 2 000 y 2 300 msnm.

3.3.6 Procesos geodinámicos que afectan a la cuenca

Son procesos geodinámicos que actualmente están modificando todo el medio físico que comprende el área de estudio, tanto en la zona litoral como en las estribaciones montañosas, por su naturaleza se les puede diferenciar en procesos erosivos geológicos naturales y, procesos erosivos producidos por acción del hombre (antrópicos).

Entre 1982, 1983 y 1998 y en otros años de períodos lluviosos, la Cuenca del Río Piura fue afectada por intensas precipitaciones generadas por el fenómeno de "El Niño", uno de los eventos climatológicos más intensos que han afectado al territorio peruano en el presente siglo, causando destrucción y muerte, afectando la economía del país, cuyo producto interno descendió hasta -13%. El departamento de Piura donde se ubica la cuenca, fue la más afectada por la presencia del fenómeno debido a su cercanía a la línea ecuatorial.

Fenómenos de inestabilidad de taludes, aunque de baja magnitud, se localizan en los tramos encañonados de los valles con deslizamientos, derrumbes, flujos de lodo, etc. por acción natural o artificial, incentivados por las fuertes precipitaciones en las zonas altas, fenómeno que se presenta generalmente en las quebradas de fuerte pendiente y corto recorrido. El fenómeno de arenamiento también es de gran incidencia en la cuenca, cubriendo grandes extensiones de la planicie costera. A continuación se describe los procesos de mayor importancia:

■ Inundaciones

Constituye el principal fenómeno de Geodinámica Externa que afecta la cuenca, se tienen referencias de su ocurrencia desde la época de la Colonia, con mayor incidencia en 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.

Los parámetros para predecir la presencia moderada o fuerte del Fenómeno El Niño son: vientos ecuatoriales más fuertes de lo normal por lo menos durante 18 meses, hundimiento de la termoclina, las aguas cálidas se acumulan en la costa con temperaturas anormales por lo menos 2°C sobre lo normal durante un período de más o menos 4 meses; y temperaturas bajas a lo largo del Ecuador en el Pacífico. Aunque la ocurrencia del fenómeno de 1982/83 hace pensar que éste puede presentarse sin una fase preparatoria donde no se detecta con anterioridad ninguno de los signos mencionados, lo que induce a pensar que la posibilidad de pronosticar su ocurrencia no depende del comportamiento de los vientos en el Pacífico Ecuatorial Central en el invierno del hemisferio Sur.

Históricamente, se tienen noticias de la ocurrencia del Fenómeno de El Niño en la Tesis de R. Dávila Cueva, quien sostiene que el imperio Chimú fue destruido por el año 1 100 D.C. por efectos de "El Niño". Igualmente la Dra. Rostrowki de Diez Canseco, menciona la ocurrencia de otro Niño por el año 1578, así como Friklinch que da cuenta de los ocurridos en 1728, 1770, 1791, 1828, 1864, 1871, 1877, 1884, y 1891 y V. Eguiguren, 1894, establece una tabla semicuantitativa de las lluvias en Piura entre 1791 a 1891, donde clasifica cinco niveles de lluvias según su intensidad, citando como años lluviosos a 1814, 1828, 1845, 1864, 1877, 1878, 1884, 1891, en especial la temporada de 1828 que llovió en Piura durante 14 días y en 1891 por más de 60 días, sosteniendo que los años 1578, 1624, 1701, 1720, 1728, 1845 y 1891 fueron también años extraordinariamente lluviosos.

A partir de 1925 se cuenta a nivel nacional con los registros de IMARPE, los que indican que los niños de 1925, 1957, 1971, 1983 y 1998 han sido los más acentuados y en menor proporción cita a los años 1930, 1951, 1965, y 1975.

La evaluación de las descargas anuales del río Piura para 1925 lo calcula haciendo uso de una ecuación de regresión lineal en base a los datos que la Dirección de Aguas registra para el año 1926 (3,363 millones de m³) en 6,000 millones de m³ que

comparado con el registro de 1983 (11,153 millones de Enero a Junio), obtiene una relación de 2 a 1 entre 1983 y 1925.

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

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

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

Otras áreas plano-onduladas de cotas más altas con sectores depresionados como en la ciudad de Piura, el tramo adyacente a las carreteras: Piura-Sullana, Piura-El Sesenta y cinco, Piura-Paita; áreas: Catacaos-La Arena, Chulucanas, etc., son afectadas por las inundaciones durante los “Niños” extraordinarios.

En el Sector del Alto Piura y en los tramos inferiores de sus principales afluentes (río Las Gallegas, San Jorge, Bigote, Río Seco, etc.) las inundaciones tienen como causa directa, las crecientes que se producen anualmente en el período lluvioso (entre los meses de Enero a Abril), debido generalmente a que en estos sectores, el valle se ensancha y el río en sus márgenes no siempre cuenta con terrazas lo suficientemente altas para encauzar sus descargas provocando su desborde.

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

En el Sector Litoral, entre Parachique y la Bocana de San Pedro, el área comprendida entre el mar y el flanco del tablazo marino, en muchas ocasiones ha sido inundado por acción de las fuertes precipitaciones, las altas mareas o por tsunamis.

■ **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.

La erosión tiende a afectar a las riberas naturales y en algunos casos a riberas formadas por rellenos artificiales (plataforma de carreteras, canales, etc.). La destrucción se produce, además del efecto de la acción hidráulica, por el impacto en las márgenes de los sólidos y sedimentos que arrastran; los que causan daños a las obras de infraestructura vial y agrícola (carreteras, tomas, etc.), campos de cultivo y viviendas que se ubican en las riberas.

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

■ **Huaycos**

Este tipo de fenómenos se localizan en la cuenca alta del río Piura y sus principales afluentes, por lo general sus efectos además de ser locales generan otras situaciones de riesgo tales como: represamientos momentáneos, inundaciones, erosión de riberas y desvíos del cauce del río, afectando considerablemente a las obras de infraestructura vial (carreteras, puentes, etc.), campos de cultivo, centros poblados aledaños, etc.).

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

Las áreas donde se han detectado estos fenómenos se indican en el Mapa Geomorfológico de la cuenca, destacando la parte media de la Qda. Chignia, Río Pusmalca, Río Bigote, Río Piscan, Río Las Gallegas, Río Seco, Río San Jorge (Condorhuachina), donde un huayco ocasionó la muerte de 18 personas en el año de 1983, Qda. Yapatera, Río Chalcua, cerro Yumbe (Lalaquiz) donde en 1983 un huayco destruyó, casas y ocasionó la muerte de 3 personas), etc.

■ **Derrumbes**

Juega un papel importante en su ocurrencia, la fuerte pendiente de las vertientes en la parte media de los valles, la composición litológica de sus flancos, el fracturamiento y grado de alteración de las rocas que predisponen a la acumulación de escombros, y el factor humano que al desarrollar actividades agrícolas y pecuarias y construir vías de penetración, altera constantemente el estado de equilibrio natural de los taludes.

En las vías de penetración hacia los pueblos de la zona andina de la cuenca, como la Carretera Loma Larga-Canchaque-Huarmaca, Morropón-Paltashaco-San Jorge-Bigote-Los Ranchos, etc. se observa la presencia de estos fenómenos por haberse practicado cortes de materiales coluviales, o en rocas muy alteradas con ángulos de talud próximos a la vertical, en una morfología abrupta con un fondo de valle estrecho y taludes muy pronunciados.

En las zonas altas de la cuenca destacan los derrumbes que han ocurrido en el Sector de Las Lolos (Carretera Santo Domingo-Chanchas) y en la zona de Naranjo (Chalaco), donde en 1983, un derrumbe arrasó algunas viviendas con pérdidas de vida. Huellas de antiguos derrumbes son observables en las laderas de los valles de la cuenca, hoy se hallan estabilizados por la densa vegetación que ha crecido en sus laderas.

■ **Desprendimiento de Rocas**

Este tipo de fenómeno tiene ocurrencia en las áreas de la cuenca que presentan una morfología abrupta de taludes muy pronunciados. Dependen, entre otros factores, de la litología de los terrenos, grado de fracturamiento y meteorización de la roca, la pendiente, la gravedad, el clima, los sismos, etc. Las zonas de Paltashaco, San Pedro-Quilpón (Qda. de San Jorge), Platanal (Qda. Yapatara), Pueblo Nuevo (Río Buenos Aires), El Fayque, Afiladera (Río Canchaque), etc., son lugares donde los desprendimientos ocurren en rocas intrusivas que muestran fuerte diaclasamiento, a partir del cual se inicia la disyunción esferoidal que en sus procesos avanzados deja numerosos bloques libres en estado de equilibrio crítico. En las zonas donde las laderas rocosas están cubiertas por vegetación, son las lluvias las que provocan las situaciones de mayor riesgo debido a que el conjunto pierde cohesión produciéndose dichos desprendimientos como ocurrió durante las lluvias de 1982-1983 en muchas áreas de la cuenca.

■ **Deslizamientos**

Estos fenómenos son poco frecuentes en la cuenca, los casos que ofrecen algún peligro de reactivación son de poca magnitud, aunque sus efectos pueden ser considerables.

Entre los de mayor significación tenemos el deslizamiento de la Capilla en la Carretera Canchaque-Huarmaca, cuyo ápice o área de arranque se ubica en la parte superior del pueblo, donde se observan grietas tensionales de poca abertura y cuya área inferior ó pie de deslizamiento se ubica en las partes bajas de la ladera cubiertas por una densa vegetación que lo ha estabilizado. Huellas de deslizamientos antiguos estabilizados son observables en Palambra y en la parte alta del valle del Río Piura así como en los flancos de sus principales tributarios.

■ **Arenamientos**

Constituyen fenómenos de geodinámica externa destacables en el área, se hallan relacionados con la migración de arenas en la cuenca baja, como dunas-barcanas y Pur Pur. El fenómeno de arenamiento ocupa grandes extensiones de terreno en la planicie costanera en el sector que se ubica entre la parte oriental de la Depresión de Ramón y la margen izquierda del Valle del Medio y Alto Piura, cubriendo las terrazas marinas o tablazos, y las pequeñas cadenas de promontorios que limitan el flanco occidental del Valle. Constituyen depósitos muy potentes que se caracterizan por presentar un drenaje dentífrico que le da el aspecto de tierras malas (área occidental de Ñaupe) y áreas plano-onduladas surcadas por vegas donde crece una vegetación herbácea a arbustiva que las ha estabilizado.

Arenamientos modernos provocados por la migración de dunas barcanas son observables en la Carretera Piura-Chiclayo (Sectores: de Tabanco, Chutuque, Nuevo Tallán, etc.), Piura-Sechura (Sector de Letirá), Piura-Paita en el límite norte de la cuenca, así como en el área de Chato Chico, Cura Mori, etc.

- **Procesos morfodinámicos menores**

- **Cárcavas**

Este proceso se debe a la acción del agua, que por erosión concentrada se ha acumulado, estos regueros, erosionan fuertemente las vertientes, principalmente de colinas y montañas de pendientes muy fuertes, originando depresiones de varios metros de profundidad denominadas cárcavas. El aumento de profundidad y densidad de estas cárcavas producen superficies de abarrancamiento.

Las condiciones de clima semiárido, las rocas de poca coherencia y la poca cobertura vegetal de la zona favorecen y acrecientan los efectos del proceso de carcaveo, dando lugar en las áreas interfluviales a crestas agudas, en algunos casos y redondeadas en otros.

- **Erosión Difusa**

Es la erosión no concentrada producida por el agua en superficies de pendientes moderadas a fuertes; es poco profunda, debido al poco poder de disección del agua o al control litológico que pueda existir. Es menos frecuente en el área.

3.3.7 Geomorfología aplicada

Del análisis comparativo entre las geoformas, procesos erosivos que se dan en todo el ambiente físico y las diferentes actividades que realiza el hombre dentro de sus perímetros, se puede formular algunas apreciaciones, encaminadas a un mejor conocimiento de dicho medio y la explotación o conservación de los recursos contenidos en él, teniendo como fin el mejoramiento socioeconómico de la región y la seguridad física de sus centros poblados y otras infraestructuras de desarrollo.

- **Agricultura**

Esta actividad, se realiza en las siguientes unidades geomorfológicas:

- Planicie aluvial y litoral
- Planicie erosional y planicie ondulada

En la planicie aluvial y parte del litoral, predomina el cultivo de arroz y algodón. En la Planicie erosional y planicie ondulada de la cuenca media (San Lorenzo) se cultiva mayormente mango, limon y otros frutales.

En laderas de colinas y laderas de montañas con moderada disección, se cultiva productos de pan llevar como maíz, frejoles, hortalizas y frutales en menor escala, como se observa en las partes altas de Chulucanas, Morropon y Canchaque.

3.3.8 Vulnerabilidad y Riesgos Geomorfológicos

a. Generalidades

La Cuenca del Río Piura ubicada en el extremo nor occidental del territorio peruano, es una zona proclive a desastres naturales por efectos climáticos, procesos de geodinámica externa, geodinámica interna y por la intervención del hombre que desarrolla actividades de extracción y transformación de los recursos naturales en forma irracional.

b, Condiciones Actuales de la Cuenca (conflictos ambientales)

El hombre desde hace miles de años se ha instalado en la Cuenca del Río Piura, inicialmente ha aprovechado los recursos naturales en forma racional; pero con el transcurrir del tiempo ha ido extrayendo y transformando dichos recursos en forma irracional. Actualmente la Cuenca tiene un alto deterioro medio ambiental por efecto de la intervención humana, se han talado los bosques nativos dejando sin protección las aderas, los pueblos han ido creciendo sin servicios básicos y los desagües son vertidos al río sin tratamiento, los caminos se han construido sin protección de taludes, el agua se usa deficientemente en el riego como consecuencia de este manejo irracional de los recursos de la Cuenca, se está contaminando el agua, el suelo, el aire, se está perdiendo los suelos agrícolas y a medida que pasa el tiempo está disminuyendo la cobertura vegetal de la Cuenca.

■ Presa Los Ejidos

El mayor riesgo en la Presa Derivadora Los Ejidos, es la ruptura por avenidas máximas. A causa de la falla producida por los eventos máximos del fenómeno El Niño de 1983 se amplió el barraje fijo de demasías ampliando su capacidad de evacuación de 2400 m³/s a 3200 m³/s. De esta manera se ha reducido considerablemente el riesgo por esta causa. Debe anotarse también que durante el fenómeno El Niño 1997-1998 se evacuaron por este barraje caudales mayores, sin sufrir la estructura falla alguna. Por lo tanto puede afirmarse que el riesgo de falla o rotura de dicha presa es de poca consideración.

■ Sistema de Defensas Ribereñas en el Río Piura

Las obras de defensa en el río Piura, están localizadas en el Valle del Bajo Piura. Consisten en un sistema de Diques y espigones de 72,8 Km de longitud, que fueron diseñados para trabajar con descargas del río hasta de 2 300 m³/s.

Este sistema de defensas ha sufrido colapsamiento en diferentes tramos durante eriodos lluviosos extraordinarios. En el Niño de 1982 – 1983 se rompió en la margen derecha en el sector llamado Chato Seminario, en el año 1993 el dique falló en la margen izquierda, en la zona de Santa Rosa. En el último Fenómeno El Niño 1997-1998 el dique fallo en la margen izquierda, en la zona de Chato, en una longitud aproximada de 3,5 Km. Cada vez que el dique falló se procedió a la reconstrucción, con los parámetros de diseño original.

Pero considerando el tiempo que tiene el sistema de defensa construido, los parámetros hidráulicos del río han cambiado significativamente, por los procesos de colmatación del cauce como por la pérdida de capacidad de conducción ante el crecimiento de vegetación arbustiva y arbórea dentro del cauce.

■ **Sistema de Drenaje del Bajo Piura**

Por las características topográficas del valle Bajo Piura, el drenaje natural es muy limitado; ello implica que el sistema de drenaje artificial juegue un rol muy importante para el desarrollo de la agricultura.

Como ocurre con la infraestructura de riego, la infraestructura de drenaje está expuesta también a las mismas amenazas y con idéntico riesgo. El colapso del sistema de drenaje, en términos de erosión y/o colmatación repercutiría definitivamente en una disminución de la productividad agrícola por la inmediata resalinización de los suelos.

c. Factores que Determinan los Mayores Impactos en la Cuenca

■ **Fisiografía**

El relieve es heterogéneo e irregular, varía desde típicas llanuras hasta laderas abruptas en las partes altas de la cuenca.

La parte media es una sucesión de quebradas o valles secos que en conjunto forman estribaciones montañosas con laderas de pendiente media y la parte baja se caracteriza por constituir una llanura de poco declive formada por áreas verdes dedicadas a la producción agrícola y por áreas desérticas como el desierto de Sechura.

El relieve descrito está directamente relacionado con factores litológicos, tectónicos y geodinámicos, siendo estos factores y en especial las perturbaciones climáticas los más activos modeladores del relieve.

■ **Hidrografía y Drenaje**

Las aguas se originan por precipitaciones pluviales en diferentes superficies morfológicas de la cuenca, las que discurren por cauces permanentes y temporales que en conjunto forman un drenaje dendrítico-subparalelo.

La escorrentía superficial confluye hacia el colector principal que es el río Piura o a sus principales tributarios que conforman las subcuencas, siendo los más importantes los correspondientes a los ríos Santo Domingo, Chalaco, Frías, San Jorge, Canchaque, Huarmaca, Bigote y otros.

También hay escorrentía superficial generada por los numerosos cauces temporales de tipo torrentoso, los que se activan en cada período de

lluvias, aportando un flujo hídrico importante y el acarreo de lodo y bloques rocosos, cuyo efecto se puede apreciar en la mayoría de estos cauces.

■ **Clima y Vegetación**

En general podemos señalar que en la cuenca del Río Piura existe una variedad de climas, predominando el tipo seco y semiseco, con precipitaciones pluviales de hasta 518 mm, promedio anual, distribuida en las zonas ubicadas entre los 0+00 y 1500 msnm, registrándose la mayor intensidad durante los meses de enero, febrero y marzo, disminuyendo en los meses de estiaje de abril a diciembre.

El clima es variable, la temperatura ambiental oscila entre 12,3°C y 24,3°C con un promedio mensual de 22,3°C. La vegetación es escasa, predominando los arbustos y la altitud promedio es de 1 150 msnm.

■ **Fenómeno del Niño**

En el Norte del Perú donde se ubica la Cuenca del Río Piura, se han producido muchos fenómenos del Niño de diferentes magnitudes, IMARPE ha registrado 5 fenómenos del niño de gran magnitud en el siglo pasado (1925, 1957, 1972, 1983 y 1998), de los cuales el de mayor precipitación pluvial ha sido en el año 1983 con 2,381 mm. Como consecuencia de las altas precipitaciones se producen descargas extraordinarias en el año 1983 se registró 3 200 m³/s y en el año 1998 alcanzó a 3500 m³/s.

Como consecuencia del Fenómeno del Niño se han producido fenómenos de erosión hídrica, deslizamientos, huaycos, desbordes del río e inundaciones en la Cuenca del Río Piura. Las inundaciones producidas han afectado al Sector Alto Piura al tramo del Río comprendido entre Serrán y Tambogrande, así como a los tramos inferiores de los afluentes La Gallega, San Jorge, Corral del Medio, Bigote y Río Seco. En el sector Bajo Piura las mayores inundaciones se han producido aguas debajo de la cota 25 msnm, desde Catacaos hasta la desembocadura del mar; las inundaciones forman una gran laguna que comprenden áreas de Bernal, Ñacara, Bocana San Pedro, Parachique, Lagunas Ramón, Ñapique y Estuario Virrilá.

Otros efectos colaterales son los efectos sobre la alteración del ciclo vegetativo de las plantas, alteración de la vida en el mar. En conclusión efectos negativos del fenómeno del Niño han ocasionado muchas pérdidas en las actividades pesqueras, agrícolas, infraestructura de riego, defensas ribereñas, agroindustrias, comercial, vías de transporte, población urbana y rural. También a afectado a la vida y la salud, por la pérdida de vidas humanas y la aparición de enfermedades infecciosas como: La Malaria. Cólera, Peste Bubónica y Conjuntivitis.

■ Sequías

La Cuenca del Río Piura siempre estuvo afectado por sequías, se tiene referencia de periodos de años denominados secos. En el siglo pasado se han producido periodos de sequía entre 1928 a 1931, 1935 a 1937, 1994 a 1949, 1950 a 1952, 1960 a 1964, 1966 a 1970, 1990 a 1991 y 1993 a 1996. Estos periodos de sequía han afectado a la agricultura de la Cuenca Alta, Media y Baja, así como al abastecimiento de agua potable a las principales ciudades como Piura y Chulucanas. Después del transvase de las aguas del Río Chira al Río Piura se ha asegurado el abastecimiento de agua para la parte baja de la Cuenca, quedando vulnerable a las sequías la Cuenca Media y Alta aguas arriba de la Presa Los Ejidos. También han afectado a los bosques secos de la Costa y a los relictos de bosques naturales de la Cuenca Alta.

■ Inundaciones

Las inundaciones constituyen el principal fenómeno de geodinámica externa que afecta a la Cuenca del Río Piura, se tiene referencias de su ocurrencia desde la época de la Colonia, con mayor incidencia en las cuencas bajas, sobre todo en la zona de planicies costeras como es el caso del Desierto de Sechura.

El principal causante de las inundaciones en el cauce del Río Piura son las grandes avenidas que arrastran agua y sedimentos de las partes altas durante los fenómenos del Niño; los dos últimos fenómenos del Niño 1983 y 1998 han ocasionado desbordes e inundaciones en la Cuenca Media y Baja, afectando las áreas agrícolas, infraestructura de riego, infraestructura vial y a las poblaciones aladañas al cauce del río. Las zonas más afectadas por inundaciones están ubicadas aguas debajo de la Presa Derivadota Los Ejidos por la margen derecha del Río Piura las zonas más vulnerables son los sectores: El Chipe, Palo Parado, Cumbibirá-Chaz, Puente Independencia, Bomba Roja y sector Chato; por la margen izquierda las zonas vulnerables están ubicadas en: Simbilá, Viduque, Catacaos, Santa Rosa y Chato Chico.

A partir de Cura Mori el río se ha desviado hacia el sur para ocupar depresiones del desierto de Sechura, formando las Lagunas Ramón, Ñapique, La Niña y Estuario de Virrilá, en este tramo del cauce también se nota vulnerabilidad a las inundaciones en los sectores de Sinchao por la margen derecha y por la margen izquierda el Sector Ventura (Carretera Piura-Chiclayo). La zona Media y Alta de la Cuenca de baja pendiente entre Tambogrande y Serrán, también ha tenido desbordes e inundaciones en zonas donde el cauce se ensancha y no cuenta con terrazas lo suficientemente altas para encauzar las avenidas extraordinarias.

■ Contaminación del Agua

Las aguas del Río Piura, tanto superficiales como subterráneas, están expuestas a contaminación por la presencia de relaves mineros en la Cuenca, como es el caso de la Mina Turmalina ubicada en Canchaque, el otro foco potencial de contaminación en el futuro sería la Mina Tambogrande que afectaría al agua del subsuelo de la Cuenca Media y Baja del Río Piura.

Otras fuentes contaminantes, son las aguas residuales domésticas sin tratamientos que son vertidas al río, como es el caso de los desagües de las ciudades de Morropón, Chulucanas y Piura entre los más importantes, según La EPS Grau existe un vertimiento de aguas residuales al Río Piura provenientes de las ciudades de Piura y Castilla de 274 872 m³/mes; también es contaminante el uso irracional de los productos agroquímicos en la agricultura, el vertimiento de desechos sólidos y líquidos agroindustriales y comerciales.

■ **Drenaje y Salinización**

Los suelos de la Cuenca Media y Baja del Río Piura hasta 50 Km desde el mar tierra adentro, son de origen marino, sobre los cuales se han acumulado suelos aluviales provenientes de inundaciones periódicas del río; así como la existencia superficial de dunas de origen eólico. Debido a la pendiente baja 0.5 por mil en promedio, y a la falta de su buen sistema de drenaje hace que los niveles freáticos asciendan muy rápidamente hasta muy cerca de la superficie y por acción capilar se produce el afloramiento de sales. Las áreas agrícolas del Medio y Bajo Piura estarían afectadas por sales en más de un 50% en la actualidad.

d. Zonificación de Vulnerabilidad

Para un mejor manejo de la cuenca es conveniente plantear una zonificación tentativa que permita entender mejor las condiciones físicas del terreno. Analizando, como criterios de zonación, la concentración de fenómenos de geodinámica externa (magnitud, daños, periodicidad), así como los aspectos geomorfológicos, climáticos (precipitación, etc.), hidrológicos, litoestructurales, se plantea la descripción por separado de cuatro ambientes: Una zona intermontañosa con cimas estructurales ubicada en la divisoria de cuenca; Una zona montañosa y muy accidentada que cubre la cuenca media y alta del río Piura; Una zona de planicie aluvial y eólica en la cuenca baja y media con lomadas y colinas y una zona plana depresionada cerca del litoral.

Zona de muy alta vulnerabilidad.- Todo el bajo Piura hasta la desembocadura del río en el Pacífico, incluyendo la zona agrícola y la depresión Ramon, por la ocurrencia de inundaciones, erosión de riberas, pérdida de áreas agrícolas y afectación a las áreas ocupadas por el hombre.

Zona de alta vulnerabilidad.- La planicie aluvial a lo largo del río Piura, abarcando hasta laderas de montaña con intensa disección y vertientes montañosas fuertemente empinadas en la cuenca alta del río. Se incluye los conos coluvio-aluviales y fondos de quebrada estacional, por los procesos geodinámicos que ocurren principalmente en épocas de fuerte precipitación o ante la ocurrencia de sismos de gran magnitud.

Zona de moderada vulnerabilidad.- Todo el litoral en la parte baja y media de la cuenca, incluyendo las áreas cubiertas con mantos de arenas móviles, superficies plano onduladas, superficies planas de origen erosional y parte de laderas de montañas con moderada disección. Aca ocurren procesos

geodinámicos de moderada magnitud y se encuentran parcialmente ocupados por el hombre.

Zona de baja vulnerabilidad.- En la parte media y alta de la cuenca, las unidades comprendidas como lomadas y colinas bajas onduladas con buena estabilidad, se incluye también las cimas de montaña allanadas donde los procesos son menos perceptibles y existe una mayor estabilidad de los componentes del paisaje.

e. Zonificación de Riesgos

El riesgo normalmente se relaciona con las zonas de mayor o menor vulnerabilidad, entendiendo que en la cuenca del río Piura, la mayor ocupación del territorio se encuentra en las zonas de mayor vulnerabilidad:

Zona de Alto Riesgo Geodinámico.- Zonas altamente sensibles a fenómenos de geodinámica externa, tales como inundaciones, desbordes, huaycos y deslizamientos, que se producen periódicamente y que ocasionan cuantiosos daños y pérdidas económicas en obras de ingeniería, centros poblados y terrenos de cultivo. Se localiza en todo el bajo Piura.

Zona de Riesgo Geodinámico Medio.- En esta zona los procesos geodinámicos más importantes son los deslizamientos derrumbes y coluvios que ocurren en los meses de diciembre-marzo originados por el fenómeno del niño que acelera los procesos de erosión lateral que afecta zonas agrícolas y los taludes de las carreteras, así como desprendimientos de rocas por intemperismo. Esta zona comprende la planicie aluvial del río Piura y las zonas intermontañas con uso agrícola.

Zona de Riesgo Geodinámico bajo.- Esta zona comprende las unidades con menor ocupación territorial, donde los procesos geodinámicos son menos notorios o no causan daños económicos por la casi nula actividad antrópica; esto se observa en las colinas de la parte baja y media de la cuenca.

3.4 HIDROLOGIA

3.4.1 Generalidades

El estudio tiene por objetivo determinar el comportamiento hidrológico de la cuenca 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. Mapa N° 8.

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 del río Piura según Koppen y Petterson es sub-tropical o semi-tropical.

El río Piura nace a 3400 msnm en el cerro Paretón siguiendo una trayectoria de forma parabólica hasta su desembocadura en el océano Pacífico.

La cuenca del río Piura cuenta con 20 estaciones de aforo de las cuales solamente 3 están operativas: La estación Sánchez Cerro/Ejidos, Puente Ñacara y Puente Carrasquillo.

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

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

Para planificar adecuadamente el uso de las aguas superficiales en la cuenca alta se propone una metodología que permita determinar el caudal medio anual en cualquier punto de interés.

En la cuenca alta entre Tambo Grande y Serran el acuífero alcanza una superficie de 542,7 km², es un acuífero libre.

En la cuenca baja se tienen 2 acuíferos uno libre entre 0 y 70 m y otro de 70 a 100 m de profundidad.

En la cuenca se han identificado los siguientes usos de agua: Agrícola, poblacional, pecuario, industrial y minero con consumos de 822 431 MMC/año, 32 739 MMC/año, 2,9 MMC/año, 1,2 MMC/año y 0,57 MMC/año respectivamente

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

La demanda de agua para los cultivos en el Valle del Bajo y Medio Piura ascienden a 551 668 MMC/año; correspondiendo 502 987 MMC a la primera campaña y 48 678 MMC/año a la segunda campaña.

Las demandas de agua de los valles de Chira y de Piura alcanzan a 1139,7 MMC/año, mientras que las disponibilidades al 75% de persistencia alcanzan a 1408.3 MMC/año, con un superávit de 268,6 MMC/año.

En el Alto Piura la demanda de agua alcanza a 270 763 MMC/año, mientras que las disponibilidades ascienden a 154,69 MMC/año con un déficit de 116 068

MMC/año. En la cuenca del río Piura se tiene los distritos de riego del Bajo y Medio Piura y el del Alto Piura.

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

Zona de inundación alta – sequía alta – erosión baja; Zona de inundación alta – sequía media – erosión baja; Zona de inundación media – sequía media – erosión hídrica baja; Zona libre de inundación – sequía alta – erosión alta; Zona de libre inundación – sequía alta – erosión media; Zona libre de inundación – sequía alta – erosión baja; Zona de libre inundación – sequía media – erosión baja.

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

3.4.2 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

3.4.3 Objetivos

Proporcionar información de los recursos hídricos de la cuenca 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.

3.4.4 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° 01-H.

Cuadro N° 1

Ubicación de las Estaciones Meteorológicas del Area de estudio y Cuencas vecinas.

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

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.

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 sub-cuenca 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.

3.4.5 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.

■ 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.

■ 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.

■ Elaboración del informe

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

3.4.6 Análisis Hidrológico

a. Generalidades

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

El río Piura nace a 3400 msnm en el cerro Pariatón siguiendo una trayectoria de forma parabólica hasta su desembocadura en el océano Pacífico.

La cuenca del río Piura cuenta con 20 estaciones de aforo de las cuales solamente 3 están operativas: La estación Sánchez Cerro/Ejidos, Puente Ñacara y Puente Carrasquillo.

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

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

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 alcanzan magnitudes elevadas que sobrepasan la capacidad de conducción del curso principal del río Piura 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. Mientras que en las tierras de cultivos de secano la escasa precipitación no permite la implantación de los cultivos.

En la cuenca alta entre Tambo Grande y Serran el acuífero alcanza una superficie de 542,7 km², es un acuífero libre. En 1999 la intendencia de Recursos hídricos del INRENA inventarió 1515 pozos; 641 tubulares, 752 a tajo abierto y 122 mixtos.

En la cuenca baja se tienen 2 acuíferos uno libre entre 0 y 70 metros y otro de 70 a 100 m de profundidad. Uso Actual del Agua.

En la cuenca se ha identificado los siguientes usos de agua: Agrícola, poblacional, pecuario, industrial y minero con consumos de 822 431 MMC/año, 32 739 MMC/año, 2,9 MMC/año, 1,2 MMC/año y 0,57 MMC/año respectivamente.

Las muestras de agua analizadas corresponden a aguas corrosivas si son conducidas a través de tuberías de hierro, los niveles de mercurio, cadmio, plomo, arsénico y cromo de acuerdo a los resultados del análisis de las muestras extraídas en el campo, están por debajo de los límites para sustancias potencialmente peligrosas establecidas en la Ley General de Aguas – DL 17752, para las clases de agua detectados en el laboratorio.

La demanda de agua para los cultivos en el Valle del Bajo y Medio Piura ascienden a 551 668 MMC/año; correspondiendo 502 987 MMC a la primera campaña y 48 678 MMC/año a la segunda campaña.

Las demandas de agua de los valles de Chira y de Piura alcanzan a 1139,7 MMC/año, mientras que las disponibilidades al 75% de persistencia alcanzan a 1408.3 MMC/año, con un superávit de 268,6 MMC/año.

En el Alto Piura la demanda de agua alcanza a 270 763 MMC/año, mientras que las disponibilidades ascienden a 154 69 MMC/año con un déficit de 116 068 MMC/año. En la cuenca del río Piura se tiene los distritos de riego del Bajo y Medio Piura y el del Alto Piura.

b. Climatología

Climáticamente la cuenca 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.

En la cuenca Baja y Media, el clima es cálido y seco, típico de la costa norte del Perú. 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 las precipitaciones sean escasas, excepto cuando la circulación circunglobal desencadena fenómenos extraordinarios como el fenómeno del niño, el cual ocurre con cierta frecuencia, caracterizándose por las elevadas precipitaciones que genera, como las ocurridas en 1982 – 1983 y 1997 – 1998.

En la cuenca alta el clima es templado y muy húmedo; las precipitaciones se producen generalmente entre enero y abril

■ Precipitación

Para el análisis de la precipitación en la cuenca del río Piura y cuencas vecinas se han 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° 01.

c. Régimen de la precipitación

El régimen de la precipitación es irregular durante el año. La precipitación total anual varía de 2,7 mm/año a 1135,3 mm/año, en las estaciones de Cochis (10 msnm) y Frías (1550 msnm), respectivamente;

observándose una correspondencia directa entre la precipitación y la altitud, así mismo se observa que éstas se concentran entre enero y abril.

La precipitación en años normales en el Bajo y Medio Piura es escasa cercana a cero mm/año; sin embargo, en años muy húmedos influenciados por el fenómeno del niño las precipitaciones son de elevada magnitud y larga duración. En el alto Piura las precipitaciones se concentran entre enero y abril y disminuyen el resto del año.

Para determinar el comportamiento normal de la precipitación se ha eliminado los registros correspondientes al año 1983, año en el que se produjo un evento extraordinario generado por el fenómeno del niño.

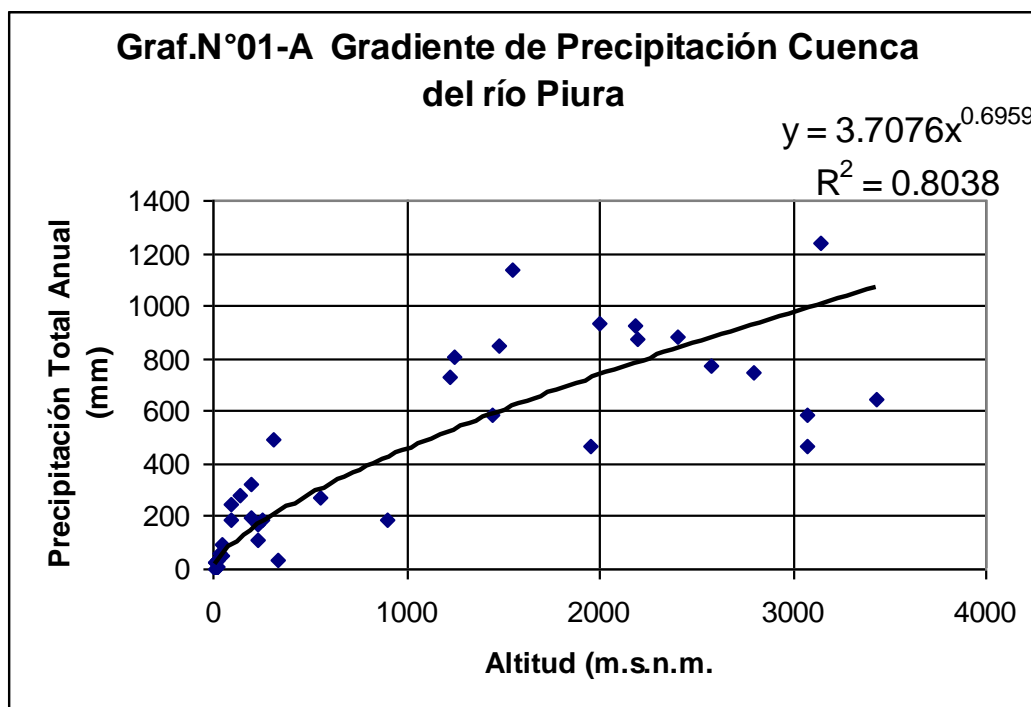
En el cuadro N° 02-A se muestra la precipitación total anual promedio de las estaciones meteorológicas seleccionadas, información que ha permitido caracterizar el comportamiento altitudinal de la precipitación de la cuenca del río Piura mediante el modelo estadístico de mínimos cuadrados, determinando así la gradiente de precipitación de la altitud y la precipitación mostrado en el gráfico N° 01-A y expresado mediante la siguiente ecuación:

$$Y = 3.7076 * X^{0.6959}$$

Donde:

Y = Precipitación Total Anual Promedio expresada en mm

X = Altitud expresado en metros sobre el nivel del mar (msnm)



■ Temperatura

La temperatura media anual en las cuencas baja y media tiene valores similares de 24°C, luego decrece en la cuenca alta con registros hasta de 13°C.

Los valores máximos puntuales se presentan entre las 13 y 15 horas, alcanzando 38° C en las zonas bajas (febrero o marzo) y de 27°C en las zonas altas.

Los mínimos se producen en los meses de Junio a Agosto, alcanzando 15°C en la Costa, bajando hasta 0°C en los meses de Junio- Setiembre en la parte alta.

■ Evaporación

Los valores de evaporación son medidos en tanques evaporímetros Clase "A". Debido a la incidencia directa de la radiación solar por ubicación geográfica, en las zonas bajas de la cuenca alcanza aproximadamente 2 500 mm/año, en la zona media varía de 2 350 a 2 500 mm/año y en la zona alta se registra una variación promedio anual de 1 100 a 1 350 mm/año.

Cuadro N° 2-A

Distribución altitudinal de la precipitación total anual cuenca del rio Piura-periodo 1970-1990*

N°	ESTACIÓN	ALTITUD m.s.n.m.	PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL PROMEDIO (mm)*
1	Chusis	10	3
2	La Esperanza	12	28
3	Bernal	16	26
4	Laguna Ramón	20	13
5	San Miguel	25	36
6	Monte grande	27	36
7	Miraflores	30	63
8	Mallares	45	91
9	Corpac Piura	49	52
10	Chilaco	90	189
11	Chulucanas	95	243
12	Morropón	140	276
13	Bigote	200	325
14	Tejedores	200	196
15	Virrey	229	166
16	San Joaquín	230	111
17	Las Lomas	250	183
18	Barrios	310	491
19	San Pedro	330	35
20	Chignia	555	274
21	Paltashaco	900	183
22	Pirga	1230	731
23	Canchaque	1250	804
24	Sapillica	1446	588
25	Santo Domingo	1475	847
26	Frías	1550	1135
27	Huancabamba	1952	468
28	Pacaipampa	2000	929
29	Huarmaca	2180	926

30	Chalaco	2200	876
31	Pasapampa	2410	884
32	Altamiza	2575	770
33	Palo Blanco	2800	746
34	Arrendamientos	3075	464
35	Arenales	3080	584
36	Huar - Huar	3150	1236
37	Talaneo	3430	642

** No se incluye la precipitación Total Anual del año 1983 (Fenómeno El Niño)*

Cabe mencionar que los mayores valores de evaporación, se presentan en el período diciembre - abril en la Costa y en el período de Julio – Octubre en la sierra

■ **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%.

La parte media de la cuenca presenta características similares a la parte baja, no así en la parte alta cuyos valores de humedad relativa fluctúan entre 70% y 95%. En esta zona los valores más bajos se dan en los meses de julio y agosto.

c. **Morfometría de la Cuenca**

■ **Zonificación**

La cuenca del río Piura presenta dos geoformas, la primera comprende el Bajo y Medio Piura y la segunda el Alto Piura. La superficie del suelo en el Bajo y Medio Piura registra pendientes muy suaves, la divisoria de las aguas es casi imperceptible, en años muy húmedos, los suelos son erosionados por la lluvia, abriendo cárcavas profundas en la cabecera de los mismos, las cuales se ramifican en pequeños surcos hasta su ingreso en el cauce del río Piura y el sistema de drenaje.

Se conoce como Alto Piura el área constituida por el macizo de la Cordillera Occidental, en la que se tienen valles interandinos limitados por laderas de topografía abrupta.

■ **Principales Sub – cuencas**

En el Mapa N° 9, se tienen las sub – cuencas de los ríos existentes dentro de la cuenca del río Piura, siendo las más importantes, las siguientes:

- Sub - Cuenca Chignia.- Localizada en las nacientes de la cuenca del río Piura, y al sur-este de la misma, Se ubica en el extremo sur de la Cuenca, comprendida en el Distrito de Huarmaca; el curso principal

nace de la confluencia de las Quebradas Ladrillo y San Martín, aguas abajo se denomina Río Chignia hasta su confluencia con el Río Huarmaca.

- Sub - Cuenca Huarmaca.- La Sub - Cuenca Huarmaca también ubicada al extremo sur de la Cuenca del Río Piura, se encuentra dentro de la jurisdicción del Distrito Huarmaca; su curso principal resulta de la unión de las Quebradas Cashapite y Overal; en la Sub - Cuenca del Río Huarmaca se desarrollará a futuro las obras del Proyecto Hidroenergético Alto Piura.
- Sub - Cuenca Pata– Pusalca.- Está constituida por dos microcuencas, las cuales nacen en las partes altas de los distritos de San Miguel del Faique y Canchaque , desembocan en forma paralela en el río denominado Canchaque frente al Centro Poblado Serrán en el Distrito de Salitral.
- Sub - Cuenca Bigote.- Es la Sub - Cuenca de mayor extensión de la parte alta, comprende a los distritos de Canchaque, Lalaquiz, San Juan de Bigote y Salitral; el curso principal nace de la confluencia de las Quebradas Pache y Payaca, aguas abajo recibe los aportes de las Quebradas San Lorenzo por la margen derecha y Singocate por la margen izquierda; desemboca en el Río Piura aguas abajo de Salitral; en el ámbito de esta sub - cuenca se considera a las quebrada secas Jaguay, Mangamanga y Tabernas, las cuales desembocan directamente al Río Piura, formando conos aluviales agrícolas que son regados con aguas del Río Bigote.
- Sub Cuenca Corral del Medio.- Comprende a los distritos de Yamango, Chalaco, parte de Buenos Aires, parte de Santa Catalina de Mosa y parte de Morropón. Su sistema hidrográfico comprende a 2 ríos principales: Chalaco y Piscan; antes de su desembocadura en el Río Piura, se une con el Río La Gallega. En la intersección de los ríos Chalaco y Piscan se tiene previsto construir un embalse para satisfacer las demandas de agua del Medio Piura.
- Al ámbito de la Sub - cuenca Corral del Medio se le ha integrado la Quebrada El Carrizo porque sus áreas agrícolas de la parte baja son abastecidas por del Río Corral del Medio.
- Sub - Cuenca Las Gallegas.- Comprende los distritos de Santo Domingo, Santa Catalina de Mosa y Morropón. El curso principal del río se inicia de la confluencia de la Quebrada Santo Domingo y el Río Ñoma; antes de su desembocadura en el Río Piura se une con el Río Corral de Medio. Al ámbito de esta Sub - cuenca se le ha integrado la Quebrada el Cerezo.
- Sub - Cuenca Charanal–Las Damas.- Comprende a los distritos de Frías, Santo Domingo y Chulucanas. El río más importante de esta Sub - cuenca asociada, es el Río Charanal, que nace en las alturas de Quinchayo con el nombre de la Quebrada Hualtaco, aguas abajo se denomina Río San Jorge. Al desembocar al Río Piura se tiende a unir con el Río Las Damas, debido a que conforman un solo Valle que comparten las aguas para riego.
- Sub - Cuenca Yapatera.- Comprende a los distritos de Frías y Chulucanas. El río principal nace en las inmediaciones del Cerro Cachiris, tomando el nombre inicial de Río de Frías, desemboca en el Río Piura cerca de la ciudad de Chulucanas.

- A este ámbito de sub - cuenca se integra la Quebrada Guanábano que desemboca directamente en el Río Piura, pero que comparte las aguas de riego con el Río Yapatera.
- Sub - Cuenca Sancor.- Comprende a los distritos de Frías y Chulucanas. El río principal nace de la confluencia de las Quebradas Geraldo y Socha, desemboca en el río Piura cerca al poblado de Paccha.
- Sub - Cuenca San Francisco- Carneros.- Comprende al distrito de Tambogrande. El sistema hidrológico comprende a las Quebradas San Francisco, Carneros y a las Quebradas Secas ubicadas en la margen derecha del Río Piura; tomando como límite el Canal de Derivación Daniel Escobar. Esta Sub - cuenca comprende al sistema de Riego Regulado de San Lorenzo, en la parte correspondiente a la Cuenca del Río Piura.
- Sub - Cuenca Guarabo- Río Seco de Hualas.- Comprende a los distritos de Salitral y Buenos Aires. El sistema hidrográfico está conformado por las Quebradas Garabo y el Río Seco de Hualas, estas quebradas de la margen izquierda del Río Piura no tiene un régimen hidrológico regular, sólo se activan durante los fenómenos del Niño y afectan a los centros poblados, las áreas agrícolas de las Comisiones de Regantes: Serrán; Malacasí y Buenos Aires; y a las vías de comunicación del sector.
- Sub - Cuenca La Matanza – Totoritas.- Su área de influencia está comprendida en el Distrito de La Matanza. El sistema hidrográfico está constituido por una Quebrada Seca que se inicia en la divisoria Ñaupe, tomando el nombre de Quebrada Tortolitas, en su desembocadura se le denomina Quebrada de La Matanza. Esta quebrada se activa en los Fenómenos del Niño afectando a las áreas agrícolas de las comisiones de regantes Pabur y Vicus, lo mismo que a las vías de comunicación y Centros Poblados.
- Sub - Cuenca Tablazo Margen Izquierda.- Comprendida en los distritos de Chulucanas, Tambogrande y Castilla. El ámbito de esta sub - cuenca es el área comprendida entre la línea divisoria de la Sub - cuenca La Matanza, el cauce del Río Piura, una línea que une la Toma Los Ejidos con la señal Geodésica SE-BASE PIURA y la línea divisoria con la Cuenca Cascajal. El sistema hidrográfico de esta sub - cuenca está constituida por una diversidad de causas erráticos que no desembocan en un curso principal, por tanto no se pueden delimitar espacios de microcuencas; sólo tienen escorrentía durante los fenómenos del Niño.
- Sub - Cuenca Bajo Piura.- Comprende a los distritos de Piura, Castilla, Catacaos, La Arena, Cura Mori, El Tallan, La Unión, Vice, Bernal, Rinconada Llicuar, Cristo Nos Valga y Sechura. El ámbito de esta Sub - cuenca comprende a la Cuenca Baja del Río Piura que cuenta con Sistema de Riego Regulado. El sistema hidrográfico principal es el Río Piura, donde vierten sus aguas las Quebradas Secas de ambos márgenes que son activadas en los fenómenos del Niño, la desembocadura original del río que era por el Estuario de San Pedro, a variado con el tiempo, en la actualidad el río desemboca sus excedentes de agua por el Estuario de Virrilá, después de haberse formado las lagunas: Ramón, Ñapique y Las Salinas.

d. Hidrografía

El Río Piura nace a 3400 msnm en el cerro Pariatón, desplazándose en dirección predominante noreste – sur oeste con el nombre de Quebrada de Paratón hasta su confluencia con la Quebrada Cashapite, en las cercanías del lugar denominado Punas, continuando con el nombre de Quebrada Chalpa que al unirse con la Quebrada Hualcas dan origen al Río Huarmaca; este río mantiene su nombre hasta la localidad de Serrán; por su margen izquierda recibe el aporte del río Chignia o San Martín. La unión del Río Huarmaca con el Río Pusalca y el Río Pata dan origen al Río Canchaque, hasta la confluencia con el Río Bigote.

A partir de la unión del Río Canchaque con el Río Bigote cerca de Mangamanguilla se denomina Río Piura. De la localidad de Tambogrande, hacia su desembocadura en el Océano Pacífico cambia gradualmente de dirección de noreste a suroeste a Noroeste - sureste hasta su desembocadura en el mar adoptando la forma parabólica ; en su recorrido atraviesa la Laguna Ramón de 12 Km² de superficie , esta laguna se conecta por el lado norte con la Laguna Ñapique de 8 Km² ; en años secos, estas lagunas están vacías ; sin embargo, con la ocurrencia de eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño, el agua discurre a través de un dique natural ubicado al suroeste de estas lagunas desplazándose de Noreste a Suroeste hacia un cauce natural, el cual conecta con la laguna Las Salinas de 150 Km² de superficie máxima y finalmente ingresa al Estuario de Virrilá para desembocar en el Océano Pacífico. Ver Mapa N° 9.

La pendiente del río Piura es variable entre su nacimiento y su desembocadura.

Entre la Laguna Ramón y la Ciudad de Piura alcanza a 0,03%, entre Piura y Tambo Grande a 0,08%, de Tambo Grande a Malacasí 0,13%, de Malacasí a la confluencia del río Huarmaca con el río Chignia 0,35% y en los 32 km finales 7,8%.

Sus principales afluentes por la margen derecha son los ríos: Bigote, Corral del Medio, La Gallega, Quebrada Las Damas, Charanal, Yapatera, Sancor, Quebrada San Francisco y Quebrada Carneros; por la margen izquierda la Quebradas: Garabo, Río Seco que desemboca entre Buenos Aires y Malacasí, y la Quebrada Seca La Matanza-Tortolitas, como se muestra en el mapa N° 01.

El Río Piura tiene una longitud de 368,7 Km, presentando una pendiente suave en el tramo comprendido entre su confluencia con el río Huarmaca y su desembocadura en el Océano Pacífico.

e. Inventario de Ríos

En el cuadro N°03-H, se muestra el inventario de ríos en el cual se tiene la siguiente información:

Cuadro N° 03-H
Inventario de los Ríos de la Cuenca del Río Piura

RÍO	CÓDIGO*	PROGRESIVA KM	ALTITUD m.s.n.m	EXTENSIÓN KM ²	LUGAR
MARGEN DERECHA					
1. Piura	P-05	0	0		d. Oceano pacifico
		26,8	25		lag. Salinas 2
		28,9	14		d. salinas 1
		36,5	15		lag. Salinas 1
		58,0	10		lag. Salinas 1
		71,0	13		lag Ramon
		77,8	25		lag Ramon
2.Qda.Parales	P - 0502	152,6	50	66,02	d. rio piura
		167,7	125		naciente, p. el algarrobo
3.Qda.Honda	P-0504	164,6	50	53,36	d. rio piura
		179,5	150		naciente, p. francisco de asis
4.Qda.del Salto	P-0506	167,9	50	21,24	d. rio piura
		182,1	150		naciente, por cerro calera
5. Qda. Chilca	P-0508	183,4	75	55,02	d. rio piura
		198	150		naciente, por cerro prieto
6.Qda.de losLuises	P-0510	186,3	aprox 75	128,56	d. rio piura
		199	200		naciente, p. lloque yupanqui
7.Qda.Arcillas	P-0512	192	aprox 75	68,41	d. rio piura
		217,4	550		naciente, por cerro el ereo
8. Qda. Carneros	P-0514	194,2	aprx. 75	140,85	n. rio piura
		226,5	225		naciente, p. Barrio Libre
9	P-051401	206,7	175		d. qda carneros
		217,5	Aprox94		naciente, p. diez cuatro
10	P05140101	207,7	15		d. qda p051401
		214,4	9		naciente, p. san isidro
11.Qda. Ereo	P-051402	217,3	prox 127		d. qda carneros
		226	300		naciente, por el cerro ereo
12.Qda. San Fransisco	P-0516	202,6	8,4	457,28	d. rio piura
		252,4	600		naciente, por el cerro qda honda
13.Qda.Socarrón	P-051602	204,4	aprox 75		d. san francisco
		233,2	175		naciente, p. diez cuatro
14	P-05160202	216,3	aprox 100		naciente, p. cruceta

Cuadro N° 03-H
Inventario de los Rios de la Cuenca del Rio Piura

Río	Código*	Progresiva	Altitud	Extensión	Lugar
		Km	msnm	Km ²	
MARGEN DERECHA					
		225,4	150		d p051602
15.Qda.Pueblo Nuevo	P-051601	214,2	1700		naciente,cerro.tunal
		235,3	aprox 100		d. san francisco
16.Qda.Cesteadero	P-05160102	222,6	1200		naciente,cerro almendro
		232,6	aprox 125		d. p051601
17.Qda.Miraflores	P-051603	225,6	1800		naciente,cerro la puerta
		245,2	aprox 125		d. san francisco
18	P-051605	227,5	1200		naciente,cerro loma higuieron
		242,8	aprox 135		d. san francisco
19	P-051607	230,5	450		naciente,cerro lla peña
		235,5	aprox 150		d. san francisco
20.Qda. Paccha	P-0518	223,4	1850	182,51	naciente,cerro chamba
		260,8	aprox 100		d. rio piura
21. Qda.Río Seco	P-0520	225	2200	127,62	n. cerro callingara
		256,4	aprox 100		d. del rio puira
22. Río Yapatera	P-0522	242,1	3150	217,24	n. cerro potrerillo
		289,8	aprox 100		d. del rio puira
23.Qda. El Huavo	P-052201	263,8	1750		n. cerro misquis
		269,4	350		d. rio yapateraa
24. Qda.Peña Blanca	P-052203	270,3	1750		n. cerro misquis
		272,7	aprox 740		d. rio yapatera
25. Huassipe	P-052205	271,7	1850		n. cerro puchunguero
		275,4	810		d. rio yapatera
26.Chamba	P-052202	274,9	2950		n. cerro coletas
		283,3	1000		d. rio yapatera
27.Qda. Puñuno	P-052207	278,7	3150		n. cerro potrerillo
		288	1300		d. rio yapatera
28.Qda.Calvario	P-05220702	280,6	3100		n. cerro mocho
		285,2	aprox 1500		d. rio puñuno
29	P-052204	278,8	3350		n. cerro cachiris
		286,5	aprox 1300		d. rio yapatera
30.Qda. Pariguana	P-05220401	279,2	3350		n. cerro cachiris
		287	aprox 1375		d. p052204

Cuadro N° 03-H

Inventario de los Ríos de la Cuenca del Río Piura

RÍO	CÓDIGO*	PROGRESIVA KM	ALTITUD m.s.n.m.	EXTENSIÓN KM ²	LUGAR
MARGEN DERECHA					
31	P-052206	283,1	3250		n. cerro punta
		286,7	aprox 1775		d. yapatera
32	P-052208	283,1	3250		n. cerro punta
		287,9	aprox 1760		d. yapatera
33. Río Charanal	P-0524	243,3	3100	242,99	n. p. florecer
		291,8	aprox 100		d. rio piura
34.Qda. Río Seco	P-052402	251,5	1250		n. cerro negro
		265,3	aprox 100		d. rio charanal
35.Río Simiris	P-052401	251,5	2350		n. cerro chungayo
		265,3	aprox 650		d. rio charanal
36.Qda. Grande	P-05240102	277,8	2350		n. cerro chungayo
		282,6	aprox 1150		d rio simiris
37.Río Huala	P-052403	274,8	2750		n. cerro la cria
		285,4	aprox 705		d. rio charanal
38.Qda. Jahuay	P-052404	282,5	3150		n. cerro potrerillo
		288,4	aprox 1438		d. rio charanal
39.Qda.de las Damas	P-0526	255,8	2150	89,58	n. cerro molejan
		279,4	aprox 100		d. rio piura
40.Qda.PampaGrande	P-052601	271,6	1750		n. cerro botijas
		277,9	aprox 200		d. q de las damas
41	P-05260101	272,5	1200		n. cerro negro
		276,5	aprox 350		d. ala qda pampa grande
42.Río Corrales	P-0528	272,4	3700	589,71	n. p. cordillera
		315,9	aprox 150		d. rio piura
43.Río Capones	P-052802	275,9	3400		n. p. cordillera
		310,2	aprox 150		d. rio corrales
44.Qda. Caracucho	P-05280202	286,2	2250		n. cerro molejan
		296,8	aprox 250		d. en el rio capones
45.Qda. Paltashaco	P-05280201	294,7	2150		n. cerro pacules
		300,5	aprox 680		d. en el rio capones
46.Qda. De Chanchas	P-05280204	299,6	3100		n. cerro portachuelo de quineb

Cuadro Nº 03-H
Inventario de los Rios de la Cuenca del Rio Piura

RÍO	CÓDIGO*	PROGRESIVA KM	ALTITUD m.s.n.m	EXTENSIÓN KM ²	LUGAR
MARGEN DERECHA					
		309,4	aprox 1050		d. en el rio capones
47.Qda. El Palto	P-05280206	302,9	3400		n. cerro chacallo
		308,6	1367		d. p052802
48. Río Piscan	P-052801	287,3	3300		n. pajal confeccionario
		319,3	aprox 250		d. en el rio capones
49.Qda. Del Pescad	P-05280102	292,6	1850		n. cerro san cristobal
		300,2	aprox 267		d. rio piscan
50.Qda. Huar Huar	P-05280101	298,2	1400		n. cerro pan de azucar
		306,5	aprox 400		d. rio piscan
51.Qda. Guayaquil	P-05280104	301,8	3000		n. cerro naranjo
		311,3	aprox 558		d. rio piscan
52.Río Bigote	P-0530	301,1	3500	682,35	n. cerro buitiera
		354,5	aprox 150		d. rio piura
53.Qda. Piques	P-053002	309,8	1350		n. p. qda honda
		326	aprox 200		d. rio bigote
54.Qda. Guayaquil	P-053001	319	1800		n. cerro copa
		331,9	aprox 217		d. rio bigote
55.R. San Lorenzo	P-053004	330,5	3350		n. cerro tuyirca
		352,3	aprox 375		d. rio bigote
56.Qda. De Ramos	P-05300402	338,4	2000		n. p. el tambo
		344,7	aprox 610		d. san lorenzo
57.Qda. Singocat	P-053003	328,2	3500		n.de la divisoria de aguas
		342,8	aprox 350		d. rio bigote
58.Río Pusmalca	P-0532	320	3350	187,14	n. cerro surupite
		350,8	aprox 200		d. rio piura
59. Qda. Hualtaca	P-053202	322,2	850		n. divis de aguas
		330	aprox 200		d. rio pusmalca
60.Qda. Agua Azul	P-053204	332,7	1800		n. cerro copa
		341,7	aprox 400		d. rio pusmalca
61.Qda. San Antonio	P-053201	337,5	3450		n. cerro pinchijaga
		349,4	aprox 710		d. rio pusmalca
62. Río Pata	P-0534	320,5	3500	130,29	n. cerro sta rosa
		355,1	aprox 200		d. rio piura
NACIENTE		368,7			
MARGEN IZQUIERDA					

Cuadro Nº 03-H

Inventario de los Ríos de la Cuenca del Río Piura

RÍO	CÓDIGO*	PROGRESIVA KM	ALTITUD m.s.n.m	EXTENSIÓN KM ²	LUGAR
MARGEN DERECHA					
63.Qda. La Ardilla	P-0501	183,4	250	149,14	n. por el km 27 panam. sur
		208,1	aprox 75		d. río piura
64. Qda. Los Sullones	P-0503	237,2	250	330,05	n. por p. vega honda
		263,9	aprox 90		d. río piura
	P-0505	241,3	200	84,7	n. por p. santiaguero
		256	aprox 100		d. río piura
65.Qda. Cerro Chiquito	P-0507	257,2	300	235,88	n. divisoria de cuenca
		288	aprox 100		d. río piura
66. Qda. Tortolitas	P-0509	269,4	450	877,04	n. cerro ñaupe
		325,9	aprox 150		d. río piura
67.Qda. Zapata	P-050901	294,4	227		n. divisoria de cuenca
		318,1	aprox 133		d. qda tortolitas
68.Qda.Vega Chiquita	P-050903	306,2	225		n. cerro altos del calabazo
		324,8	aprox 152.5		d. qda tortolitas
69. Qda.de la cruz o Río Seco	P-0511	290,4	1400	230,28	n. cerro chiarnique
		327,6	aprox 150		d. río piura
70.Qda.del Medio	P-051102	302,7	1400		n. cerro pasmaran
		313,8	aprox 190		d. qda río seco
71. Qda. Del Duque	P-051101	306,1	1200		n. cerro el virrey
		316,5	aprox 212		d. qda río seco
72. Qda. Del Garobo	P-0513	320,1	1150	72,55	n. cerro querpon
		335,2	aprox 211		d. río piura
73. Río Chignia	P-0515	334	2600	292,26	n. cerro congona
		366,9	Aprox300		d. río piura

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

c = Confluencia

f. Hidrometria

Aguas superficiales

a. Sistema de Control, Operación y Registro de Datos

En la cuenca del río Piura se cuenta con el registro de datos hidrométricos de 20 estaciones de aforo, las cuales se muestran en el cuadro N° 04-H.

La caracterización hidrológica del río Piura se ha efectuado a partir de los registros históricos de las descargas de los siguientes ríos: Piura en las estaciones hidrométricas de General Sánchez Cerro, Tambo Grande, Puente Ñacara y Puente Carrasquillo. Los ríos: La Gallega en las estaciones Paltashaco y Piedra del Toro; Charanal en la estación San Pedro; Pusmalca en las estaciones de Pusmalca y Afiladera; Corrales en la estación Corral El Medio y Bigotes en la estación Barrios.

Cuadro N° 04-H

Ubicación de las estaciones hidrométricas del área de estudio

CÓD	ESTACION	TIPO *	RIO	CUENCA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA			UBICACIÓN POLÍTICA			PERIODO DE REGISTRO
					ESTE	NORTE	ALTITUD	DPTO	PROV	DIST	
EH-1	Puente Sanchez Cerro	LIMG.	Piura	Piura	541608	9425334	23	Piura	Piura	Piura	1925-1985
EH-2	Canal Los Ejidos	LIMG.	Derivación Chira -Piura	Piura	543225	9429797	30	Piura	Piura	Castilla	1985-2000
EH-3	Presa Los Ejidos	LIMG.	Piura	Piura	542513	9431663	32	Piura	Piura	Castilla	1985-2000
EH-4	Canal Curumuy	LIMG.	Derivación Chira -Piura	Piura	540742	9443346	75	Piura	Piura	PIURA	1976-1998
EH-5	Tambo Grande	LIMN.	Piura	Piura	572847	9454237	66	Piura	Chulucanas	Tambo Grande	1954-2000
EH-6	San Fransico	LIMN.	San Fransisco	Piura	579952	9452516	78	Piura	Piura	Tambo Grande	1954-1982
EH-7	Puente Ñacara	LIMN.	Piura	Piura	591681	9434786	119	Piura	Chulucanas	Chucanas	1942-2000
EH-8	Chililique-Palo Blanco	LIMN.	Yapatera	Piura	602824	9443381	299	Piura	Chulucanas	Chucanas	1964-1991
EH-9	San Pedro de Charanal	LIMN.	Charanal	Piura	606944	9436692	254	Piura	Morropón	Morropón	1964-1993
EH-10	Carrasquillo	LIMN.	Piura	Piura	609107	9423813	125	Piura	Morropón	Morropón	1942-1990
EH-11	Piedra del Toro	LIMN.	La Gallega	Piura	622867	9435820	540	Piura	Morropón	Morropón	1983-1990
EH-12	Puente Paltashaco	LIMN.	La Gallega	Piura	622867	9435820	540	Piura	Morropón	Morropón	1958-1982
EH-13	Corral del Medio	LIMN.	Corrales	Piura	616372	9425125	193	Piura	Morropón	Morropón	1950-1993
EH-14	Barrios	LIMN.	Bigote	Piura	645528	9416123	298	Piura	Morropón	Morropón	1958-1993
EH-15	Pusmalca	LIMN.	Pusmalca	Piura	653191	9405554	1020	Piura	Huancabamba	Canchaque	1966-1986
EH-16	Afiladera	LIMN.	Pusmalca	Piura	651487	9402510	700	Piura	Huancabamba	Canchaque	1965-1982
EH-17	Malacasí	LIMN.	Piura	Piura	625490	9411287	150	Piura	Morropón	Salitral	1967-1993
EH-18	Salitral	LIMN.	Piura	Piura	628927	9409308	170	Piura	Morropón	Salitral	1943-1967
EH-19	Serrán	LIMN.	Canchaque	Piura	636174	9400335	190	Piura	Morropón	Salitral	1967-1972
EH-20	Huarmaca	LIMN.	Huarmaca	Piura	663010	9385212	1870	Piura	Huancabamba	Huarmaca	1966-1986

* LIMG. Limnigráfica, LIMN. Limnimétrica

(1) Estación de Aforo

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

- Estación Hidrométrica Sánchez Cerro

Está ubicada a 20 msnm, 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.

La sección de aforos tiene una mira graduada, en el estribo izquierdo del puente Sanchez 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.

- Estación Hidrométrica Puente Ñacara

Esta estación empezó a operar el año 1925, registra las descargas naturales del río Piura.

En el estribo izquierdo del puente se observa una mira que controla los niveles de agua que circulan por el río Piura, los que son transformados a caudales mediante la curva de calibración respectiva.

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

La estación Sanchez Cerro es administrada por la Administración Técnica del Distrito de Riego del Bajo y Medio Piura.

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

La estación puente Ñacara es administrada por la Administración Técnica del Distrito de Riego Alto Piura.

- 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°05–H, se muestra las descargas medias mensuales de los principales afluentes del río Piura y en el cuadro N°06-H y Gráfico N°02 – H la clasificación de los años hidrológicos en muy secos, secos, normales, húmedos y muy húmedos utilizando las descargas medias anuales medidas en la estación Sánchez Cerro.

(3) Comportamiento Estacional del río Piura

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

La baja pendiente del río Piura entre su confluencia con el río Huarmaca y su desembocadura en el océano pacífico favorece las inundaciones de las tierras localizadas en ambas de sus márgenes. En el Bajo y Medio 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 impulsada 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.

En la cuenca alta, en la margen derecha del río Piura se tienen los afluentes mas importantes, a la vez, las altitudes de las sub - cuencas, en promedio, son superiores a las de la margen izquierda, caracterizándose por presentar fuertes pendientes, así como, por su escaso poder retentivo debido a la escasa cobertura vegetal, favorecen que la precipitación se convierta inmediatamente en descarga.

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, utilizado los registros históricos de las descargas máximas diarias o instantáneas anuales de los ríos seleccionados, como se muestra en el cuadro N°07-H.

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°9 se muestran las áreas con elevada, moderada y baja probabilidad de ser afectadas por inundaciones.

Cuadro N° 5

Descargas medias mensuales y anuales del río Piura y de sus principales afluentes para el período común 1970-1990.

N°	ESTACIÓN	PERIODO SELECCIONADO (Años)	DESCARGAS MEDIAS MENSUALES EN m ³ /s												Descarga Media Anual (m ³ /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	139,684	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	5,718	45,758
EH-6	San Francisco	1954-1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*7.000
EH-7	Puente Ñacara	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 Paltashaco	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	Malacasí	1967-1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*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.

Cuadro N° 06 – HClasificación de los años hidrológicos de la Cuenca de río Piura
(Periodo 1952-2001)

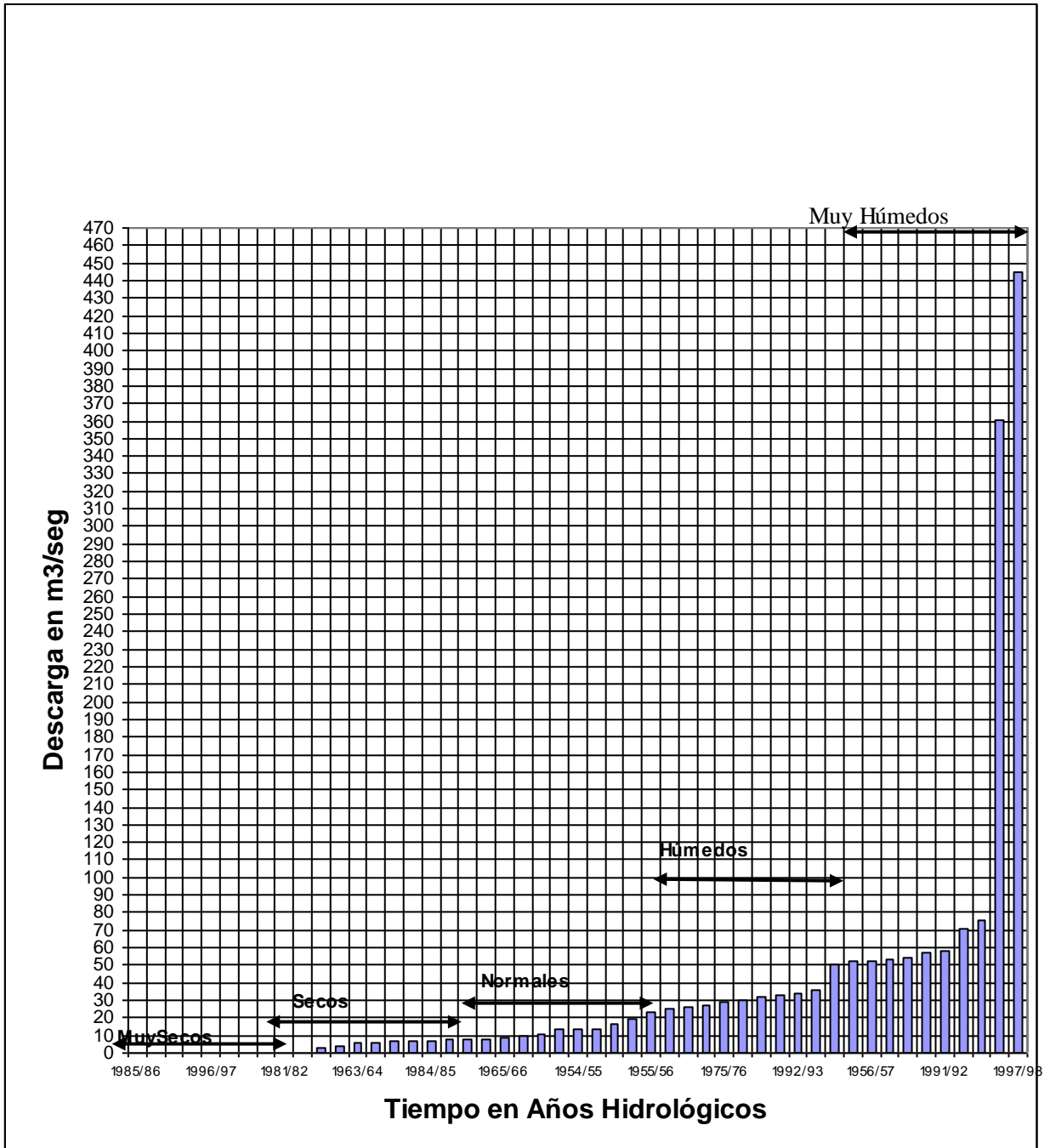
N° ORDEN	AÑO MUY SECO		AÑO SECO		AÑO NORMAL		AÑO HÚMEDO		AÑO MUY HÚMEDO	
	AÑO	CAUDAL (m ³ /s)	AÑO	CUADAL (m ³ /s)	AÑO	CUADAL (m ³ /s)	AÑO	CUADAL (m ³ /s)	AÑO	CUADAL (m ³ /s)
1	1985-1986	0,000	1978-1979	0,450	1960/61	8,107	1976/77	25,542	1964/65	51,887
2	1987-1988	0,000	1977-1978	3,033	1965/66	8,291	1957/58	25,810	1956/57	51,945
3	1990-1991	0,000	1967-1968	4,143	1953/54	9,221	1958/59	26,982	1971/72	52,959
4	1994-1995	0,000	1963-1964	6,146	1980/81	10,533	1975/76	28,758	1972/73	54,130
5	1996-1997	0,000	1968-1969	6,220	1959/60	13,553	1993/94	29,995	1999/00	57,396
6	1995-1996	0,097	1966-1967	6,344	1954/55	13,858	1986/87	31,842	1991/92	57,901
7	1979-1980	0,225	1969-1970	6,499	1961/62	13,951	1988/89	33,174	1952/53	70,790
8	1989-1990	0,279	1984-1985	6,977	1974/75	16,142	1992/93	33,942	1998/99	75,848
9	1981-1982	0,283	1962-1963	7,489	1970/71	19,818	00/01	36,149	1982/83	360,891
10			1973-1974	7,503	1955/56	23,268	1983/84	50,195	1997/98	444,783

Cuadro N° 07 – HDescargas maximas y su periodo de retorno para el río Piura
y sus afluentes principales.

Distribución de Máximas Avenidas - Método Gumbel Tipo I										
Periodo de Retorno Años Tr	Puente Sanchez cerro -piura (1926-03)	Puente Ñacara piura (1959-90)	Palo Blanco Yapatera (1965-1983)	Puente Carrasquillo piura (1960-1990)	Jorral El medi El Medio rio Corrales (1960-1983)	Puente Paltashaco rio La Gallega (1960-1982)	Piedra del toro rio La Gallega (1983-1990)	Pusmalca rio Pusmalca (1983-1990)	Afiladero rio Pusmalca (1966-1982)	San Pedro rio 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

Gráf. N°02-H

Distribución de los años Hidrológicos del Río Piura en Puente Sanchez Cerro



b. Sedimentación

Actualmente el embalse de Poechos abastece de agua para el riego del valle del Bajo Piura y el embalse de San Lorenzo de la cuenca del río San Francisco y del valle de Tambo Grande.

Este embalse se localiza en el eje del río Chira y almacena tanto el agua como los sedimentos que transporta el río Chira. En el caso del embalse de San Lorenzo es un embalse lateral abastecido con las aguas del río San Lorenzo a través de la bocatoma La Zamba. Siendo por lo tanto, menor el aporte de sedimentos al embalse.

■ 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; la sedimentación se produce siguiendo la siguiente ecuación:

$$Y = 22.201 * X^{0.8478}$$

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 de sedimentos, reduciendo considerablemente el volumen útil de dicho embalse. Para mayor información observar el cuadro N° 8-H y Gráficos N° 03- H y N° 04-H.

c. Transporte de Sedimentos

En el puente Piura, para el período de observación 1972 – 1992, se ha registrado el transporte de sedimentos producidos en la cuenca del río Piura desde 1972 a 1976 y desde 1972 a 1992 incluye 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 el cuadro N°09 - H y gráfico N° 05 – H del anexo.

El transporte de sedimentos controlado en la estación de aforos Puente Piura indica que los años muy húmedos influenciados por el fenómeno del El Niño, acarrean fuertes cantidades de sedimentos, mientras que en años normales el transporte de sedimentos es considerablemente menor, como se muestra en el gráfico N° 06 -H del anexo.

(4) Descargas Mínimas del Río Piura

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

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 las estaciones hidrométricas de los principales afluentes del río Piura y mediante el 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°10-H.

Cuadro N° 08 – h

Proceso de sedimentación del embalse poechos - Período 1976 - 2003

AÑO	APORTES	SEDIMENTO	BATIMETRIA	SEDIMENTO	ACUMULADO	
	EN EL PERIODO			ANUAL	SEDIMENTO	CAUDAL
	MMC*	MMC		MMC	MMC	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		

Gráfico N° 03-H

Aporte Anual y Sedimento Acumulado (MMC) en el Embalse Pochos

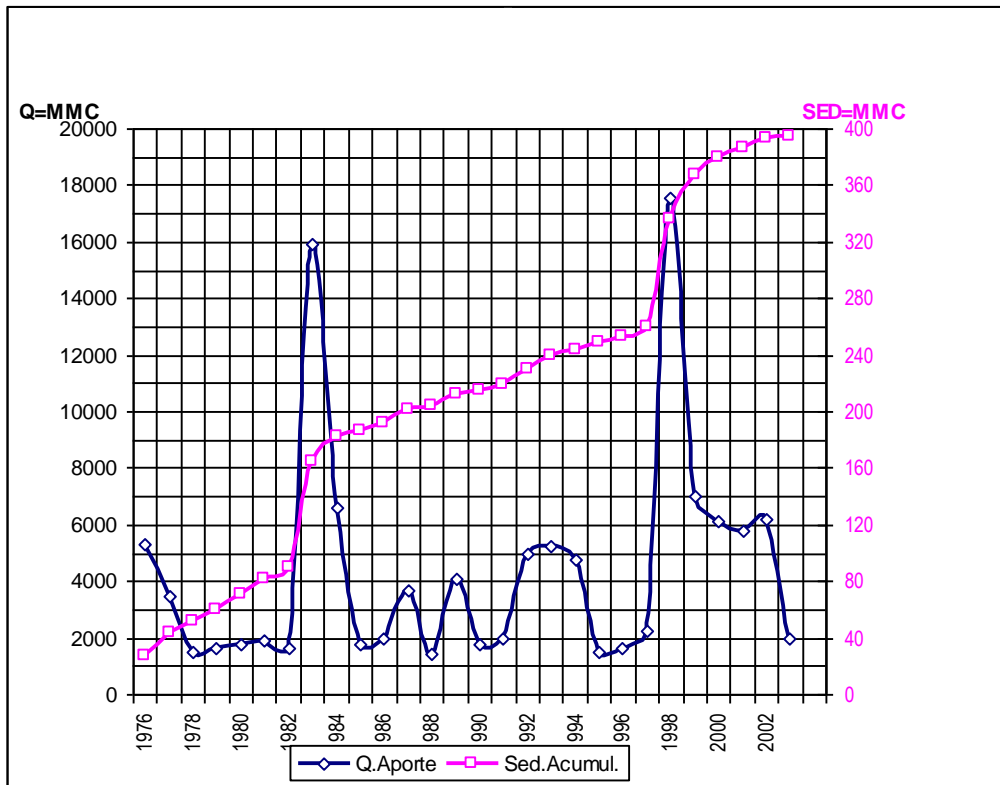
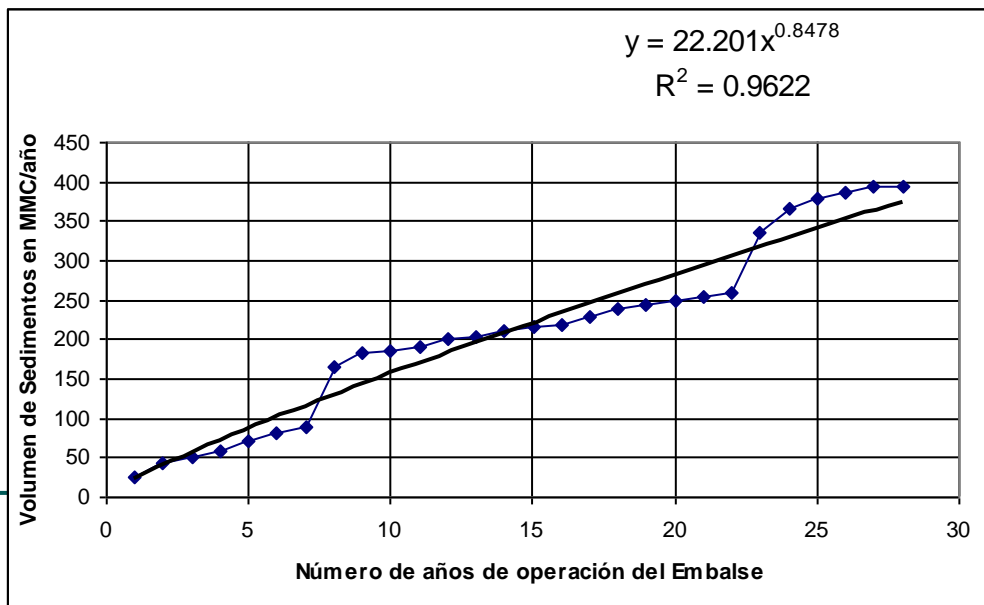


Gráfico N° 04-A

Descargas mínimas extremas del río Piura y sus afluentes principales



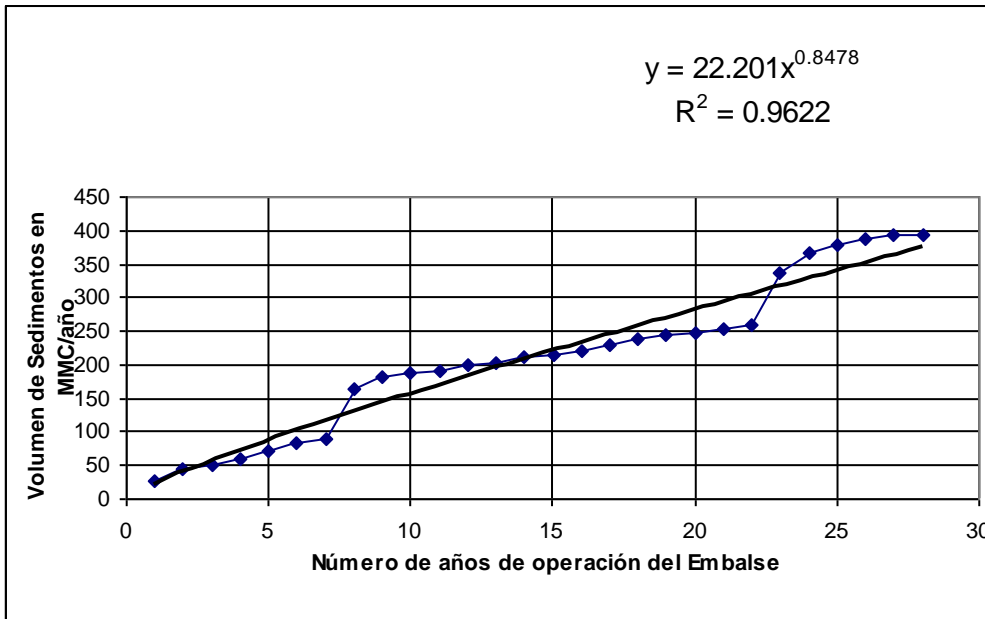
Cuadro N° 9 - H

Transporte de sedimentos del río Piura en toneladas medidas en la
Estación Hidrométrica Puente Piura período 1972 - 1992

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1972					24.172	15.873	3.659	1.200	920	941	1.274	585	48.624
1973	128.529	2.393.272	2.908.025	1.530.368	53.412	8.657	5.262	390	271	131	92	192	7.028.601
1974	297	14.273	31.709	15.077	14.714	7.137	3.620	3.568	553	664	595	161	92.368
1975	22.394	19.484	228.079	130.665	10.635	6.567	3.941	2.568	1.857	2.807	1.167	224	430.388
1976	18.192	114.133	269.917	157.851	30.301	7.233	1.469	1.656	1.088	1.597	4.849	24.527	632.813
1977	3.293	74.616	348.365	119.690	22.114	5.409	19.881	9.367	2.318	2.546	609	1.417	609.625
1978	15.924	6.201	7.447	25.609	10.299	2.875	770	371	758	2.171	2.380	152	74.957
1979	9.583	4.068	17.662	21.082	7.456	5.038	1.545	434	1.111	1.686	1.230	1.062	71.957
1980	8.519	6.377	7.319	5.176	4.111	1.470	1.809	3.113	2.920	1.719	3.358	2.137	48.028
1981	24.168	27.762	859.280	21.030	6.332	1.761	981	819	1.494	1.725	801	2.478	948.631
1982	10.016	7.349	10.980	9.184	36.026	8.056	2.753	1.631	796	696	645	193.549	281.681
1983	11.393.119	17.631.641	13.452.603	57.254.584	32.695.989	11.676.192	316.892	41.164	10.800	4.660	4.498	3.844	144.485.986
1984	13.293	449.800	4.329.856	422.268	170.252	30.650	44.636	15.492	14.283	6.960	2.022	1.318	5.500.830
1985	47.802	24.158	78.362	8.845	6.203	3.106	7.138	1.456	420	186	614	555	178.845
1986	690	1.302	1.478	804	619	824	439	1.003	1.036	382	338	517	9.432
1987	694	6.258	349.985	27.799	34.843	3.949	735	154	138	87	236	412	425.290
1988	146	308	364	175	87	170	36	0	0	0	0	0	1.286
1989	61	79.141	233.465		1.453	644	1.150	211	160	3.333	620	202	320.440
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	365.491	1.255.432	35.334	1.228	186	0	0	0	0	0	1.657.671
MAX	11.393.119	17.631.641	13.452.603	57.254.584	32.695.989	11.676.192	316.892	41.164	14.283	6.960	4.849	193.549	144.681.825
MED	584.836	1.043.007	1.175.019	3.210.823	1.579.255	561.278	19.852	4.028	1.949	1.538	1.206	11.111	8.193.903
MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

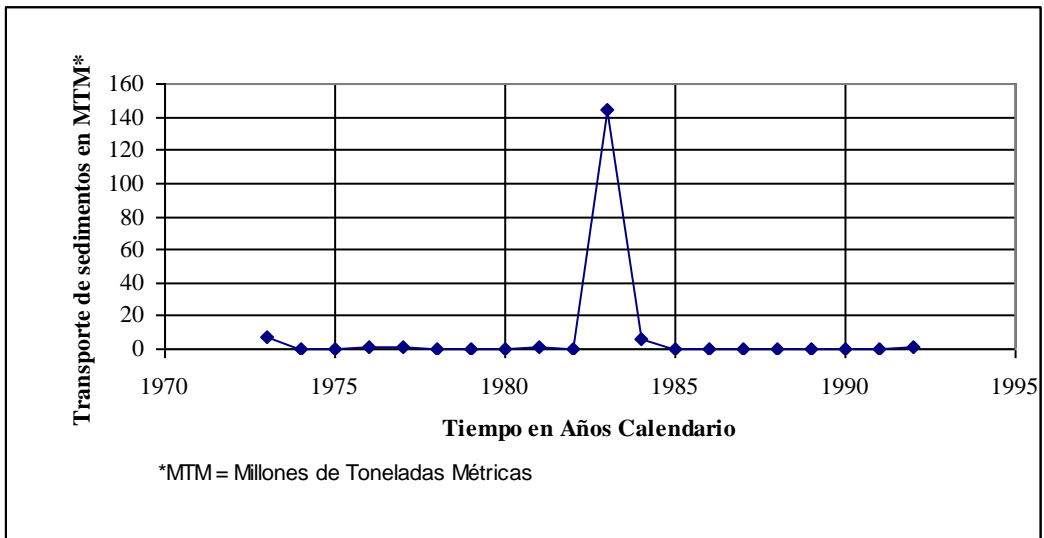
Gráfico N° 04-A

Descargas mínimas extremas del río Piura y sus afluentes principales



Gráf.N° 05-H

Transporte de Sedimentos del río Piura en Puente Piura - Período 1972-1992



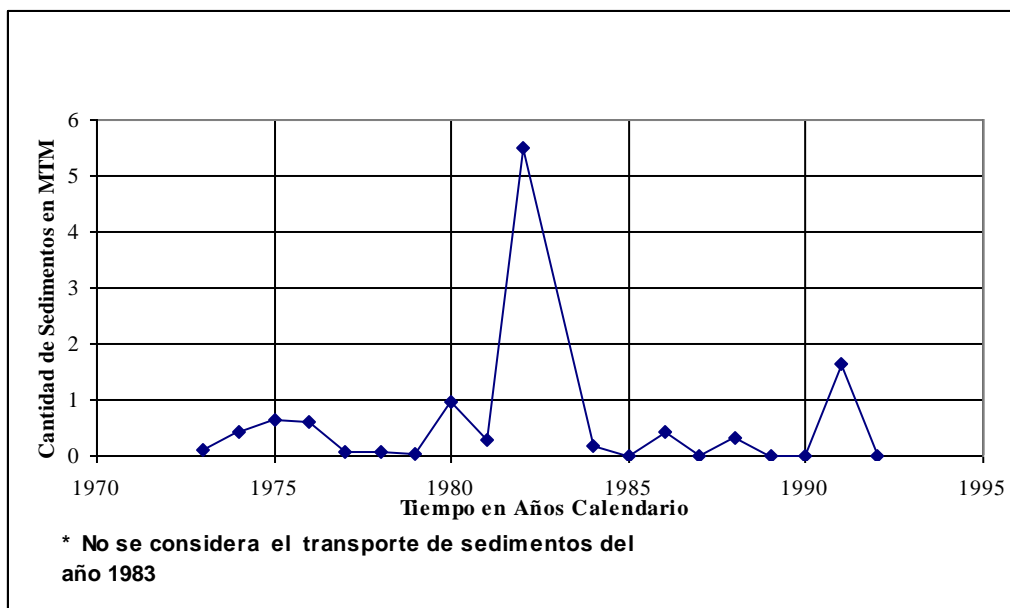
Cuadro N° 10-H

Descargas Mínimas extremas del río Piura y sus afluentes principales.

Distribución de Descargas Mínimas Extremas - Método Gumbel										
Periodo de Retorno Años Tr	Puente Ñacara río Piura (1959-90)	Palo Blanco río Yapatera (1965-1983)	Puente Carrasquillo río Piura (1960-1990)	Corral 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)	Barrios río Bigote (1958-1991)
1,001	0,917	0,983	1,685	2,328	0,455	5,464	1,213	0,506	0,785	2,798
1,25	0,202	0,213	0,371	0,51	0,099	1,129	0,254	0,11	0,17	0,616
1,6	0,121	0,126	0,222	0,305	0,059	0,639	0,146	0,065	0,101	0,369
2,2	0,072	0,074	0,132	0,18	0,035	0,342	0,08	0,038	0,59	0,219
3,3	0,042	0,042	0,077	0,105	0,02	0,162	0,041	0,022	0,033	0,129
8	0,013	0,011	0,024	0,031	0,006	0,001	0,002	0,006	0,008	0,04
15	0,003	0	0,004	0,004	0	-	-	0	0	0,008

Gráf.N° 06-H

Transporte de Sedimentos del río Piura en la Estación Puente Piura - Período 1973-1992



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° 18 se muestra las áreas de la cuenca con Media y Alta afectación por sequías.

(5) Generación de Descargas Medias Anuales en Puntos de Interés

Para la obtención de información hidrológica a nivel medio anual en puntos de interés de la cuenca húmeda del río Piura, en este acápite, se ha recurrido al modelo hidrológico de precipitación – escorrentía propuesta por la ex – ONERN, en el Inventario de las aguas superficiales del Perú, elaborado en 1980.

El método se basa en las denominadas zonas de vida ideadas por Holdridge. Estas zonas son áreas homogéneas en las que el suelo, el clima, la vegetación y fauna se interrelacionan. Desde el punto de vista hídrico a estas se denominan zonas de escurrimiento.

Para determinar el rendimiento hídrico de las zonas de escurrimiento se ha utilizado el modelo hidrológico siguiente:

$$E = PP * K$$

Donde:

E = Escorrentía Superficial, expresada en mm

PP = Precipitación Total media anual, expresada en mm

K = Coeficiente de escorrentía.

La precipitación total media anual de cada zona de escurrimiento corresponde al promedio del rango de precipitaciones que admite cada una de estas, obtenida a partir de la distribución espacial y temporal de la precipitación, representada por la gradiente de precipitación mostrada en el cuadro N° 02-H y Gráfico N° 01.

El coeficiente de escorrentía ha sido calibrado con información de la descarga media anual de la estación Puente Ñacara, para el período de registro 1970–1990, habiéndose eliminado de este período la descarga media anual del año 1982/83 correspondiente a la ocurrencia del Fenómeno de El Niño. Para mayor información, en el cuadro N° 11-H, se presenta la escorrentía media anual expresada en mm y en el mapa N° 8 de zonas de escurrimiento; a partir del cual es posible determinar el caudal de agua que se produce en cualquier punto de interés localizado en la cuenca húmeda del río Piura.

Para obtener las descargas de los ríos en puntos de interés debe procederse de la siguiente manera:

1. Ubicar el punto de interés seleccionado en el mapa de zonas de escurrimiento.
2. Delimitar el área de cuenca correspondiente a este punto de interés
3. Delimitar esta área
4. Multiplicar el área encontrada por la lámina de escurrimiento, indicada en el mapa de escurrimiento.
5. La descarga total correspondiente a la sumatoria de las descargas parciales correspondientes a cada zona de escurrimiento existente dentro del área de la cuenca correspondiente al punto de interés.

Cuadro N° 11- H

Zonas de escurrimiento superficial en la Cuenca del Piura

ZONA DE ESCURRIMIENTO	SIMBOLO	PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (mm)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA (K)	ESCORRENTIA TOTAL ANUAL (mm)
desierto perarido Premontano Tropical	dp-PT			Sin escurrimiento
matorral desertico Tropical	md-T	84	0,23	19
matorral desertico Premontano Tropical (transicional a md-T)	md-PT	107	0,24	26
matorral desertico Premontano Tropical	md-PT	135	0,24	33
monte espinoso Tropical	mte-T	196	0,24	47
monte espinoso Premontano Tropical	mte-PT	388	0,24	94
bosque seco Premontano Tropical	bs-PT	573	0,23	131
bosque seco Montano Bajo Tropical	bs-MBT	709	0,23	161
bosque humedo Montano Tropical	bh-MT	900	0,30	271
bosque humedo Montano Bajo Tropical	bh-MBT	1014	0,30	306
bosque muy humedo Montano Tropical	bmh-MT	1041	0,46	474

Como resultado del inventario de las aguas superficiales se ha determinado que la zona de escurrimiento bosque muy húmedo – Montano Tropical es la que presenta la escorrentía más alta, ascendente a 475 mm y el matorral desértico tropical con 17 mm presenta la menor escorrentía superficial total anual. Para mayor información ver el mapa hidrológico N° 8.

(6). Erosión Hídrica

En base a los resultados del análisis de la escorrentía superficial total anual para el período de análisis 1970 – 190, se ha determinado en forma cualitativa la erosión hídrica de los suelos, como se muestra en el mapa N° 8

AGUAS SUBTERRÁNEAS E HIDROGEOLOGÍA.

La evaluación de las aguas subterráneas elaborada por la empresa ATA Asesores Asociados S.A. diferencia los recursos hídricos de la cuenca alta y Baja, como se detalla a continuación y se encuentra cartografiado en el Mapa Hidrogeológico N° 10.

a. Cuenca Alta

El estudio hidrogeológico realizado por la empresa ATA Asesores Asociados S.A. en el tramo comprendido entre Tambogrande y Serrán, alcanza una superficie de 542,7 Km². En este estudio se indica que el acuífero es de tipo libre, constituido por sedimentos fluvio-aluviales no consolidado, depositados por el río Piura y por sus afluentes: Huarmaca, Pusmalca, Bigote, Charanal, Corral del Medio, Quebrada de Las Damas, Yapatera y Río Soncor.

El inventario de pozos realizado en 1999 por la Dirección General de Aguas, del INRENA, indica que en la cuenca alta se tienen 1515 pozos, de los cuales 641 son tubulares, 752 son a tajo abierto y 122 son pozos mixtos, como se muestra en el Cuadro N° 12-H.

Cuadro N° 12 - H

Inventario de pozos por distrito en la Cuenca Alta del río Piura.

Tipo	San Miguel del Faique	San Juan de Bigote		Buenos Aires		Salitral		La Matanza		Morropón		Chulucanas		Tambo Grande		Total		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%		
	Tubular	10	0,66	26	1,72	84	5,54	64	4,2	113	7,46	53	3,5	283	18,68	8	0,53	641
Tajo Abierto	2	0,13	2	0,13	24	1,58	14	0,9	5	0,33	3	0,2	69	4,55	3	0,2	122	8,05
Mixto	34	2,24	27	1,78	76	5,02	110	7,3	23	1,52	49	3,23	414	27,33	19	1,25	752	49,6
Total	46	3,04	55	3,63	184	12,14	188	12	141	9,31	105	6,93	766	50,56	30	1,98	1515	100

Fuente: Diagnóstico de la Gestión de la Oferta de Agua Cuenca Chira - Piura

La potencia del acuífero varía de 46 a 153 m, el nivel de la tabla de agua en años normales varía de 0,5 a 46 m de profundidad y en años húmedos fluctúa de 0,5 a 11,0 m.

Actualmente se extrae alrededor de 60 MMC/año; sin embargo, la reserva aprovechable del acuífero del Alto Piura estimado por el método geológico es de 187 MMC/año, quedando en la actualidad alrededor de 127 MMC/año de aguas subterráneas sin explotarse.

b. 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 Km². 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.

3.4.7 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, pecuario y minero son reducidos.

3.4.8 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 y 270763 MMC/año en Alto Piura.

3.4.9 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° 13 - H. Para el año 2001 La Empresa Prestadora de Servicios Grau (EPS Grau S.A.) estimó que en la cuenca se registraba un consumo de agua población equivalente a 32 739 MMC, de los cuales 1 855 MMC/año correspondían a la cuenca alta, y 30 883 MMC/año a la cuenca media y baja para satisfacer la demanda de agua de 98 010 y 396 447 habitantes, respectivamente.

Cuadro N° 13-H

Inventario de pozos exploratorios para el abastecimiento de agua potable en las principales ciudades de la Cuenca 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
Morropón	2	364.467	16.183
TOTAL	33	32'738,895	494.457

Fuente: EPS Grau S.A. - 2001

3.4.10 Uso Pecuario

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

3.4.11 Uso Industrial

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

3.4.12 Uso Minero

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

3.4.13 Calidad de las Aguas Superficiales

a. Generalidades

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 06 puntos de muestreo, como se muestra en el cuadro N° 14.

3.4.14 Análisis de Resultados de las Muestras de Agua Tomadas en Junio de 2004

a. Análisis Físico – Químico

(1) 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.

(2) Cloruros

La presencia de cloruro es alta en la Muestra M -1 y muy alta en la muestra M-3, existiendo el riesgo de producir corrosión si se utiliza tubería de hierro 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; en las demás muestras la concentración del cloruro es baja. Las elevadas concentraciones de este parámetro estarían revelando que la fuente de contaminación es principalmente orgánica

(3) Fluoruros

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

(4) 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.

(5) 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 hierro que sean utilizadas para la conducción de agua; es un agua desagradable si se utiliza para bebida.

Cuadro N° 14 – H

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

Parámetro	Unidad	Estuario de San Pedro M-1	Canal Chira Piura M - 2	Río Piura Tambo Grande M-3	Embalse San Lorenzo M - 4	Bocatoma R. Yapatera M - 5	Río Piura Puente Carrasquillo 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/Lt	<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

(6) 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.

(7) Fenoles

Las muestras de agua de la M-1 a la M-6, solo admite los usos establecidos en la clase VI de la Ley General de Aguas – DL 17752.

b. Metales Pesados

(1) Mercurio

Todas 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

(2) Cadmio

Los niveles de Cadmio, en todas las 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

(3) Plomo

El nivel de plomo en todas las 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.

(4) Arsénico

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

(5) Cromo

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

c. Calidad de las Aguas con Fines de Riego

(1) Salinidad Potencial

Las muestras de agua: M-1, M-2 y M- 6 revelan que son excelentes para el riego en la mayoría de las condiciones de suelos.; sin embargo, las muestras M – 1 y M – 3 son perjudiciales a insatisfactorias o dañinas para la mayoría de las plantas cultivables.

(2) Carbonato de Sodio Residual

Las muestras de agua de la M -1 a la M – 5 revelan que estas son adecuadas para el riego, mientras que la muestra M – 6 que se trata de un agua dudosa 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.

3.4.15 Aprovechamiento de las Aguas en la Agricultura

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 48 6781 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.

En el Alto Piura, en las áreas agrícolas de ladera y que no cuentan con infraestructura de riego solo se tiene una campaña por año, mientras que en los valles interandinos que cuentan con riego se tienen hasta dos cosechas al año.

3.4.16 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.

Las disponibilidades de agua del río Piura, en el alto Piura, según el Estudio Hidrológico de TAHAL – ASCOSES, alcanzan a 154 694 MMC/ año, mientras que la demanda total de agua es de 270 763 MMC/ año, con un déficit de 116 068 MMC/ año.

3.4.17 Sectorización por Distritos de Riego

La cuenca del río Piura cuenta con dos distritos de riego: Distrito de Riego del Bajo y Medio Piura y el Alto 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.

3.4.18 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° 15 - H.

Cuadro N° 15

A estructura y relacion instituciaonal 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 USUARIOS MEDIO Y BAJO PIURA	ADMINISTRACION TECNICA DEL DISTRITO DE RIEGO MEDIO Y BAJO PIURA
SUB- CUENCA	MICROCUENCA	COMISIONES DE REGANTES	ífrican No hay entidad Estatad Especifica
SECTORES DE RIEGO	SUBSECTORES DE RIEGO		
1. MEDIO PIURA	1. Medio Piura Margen derecha		
2. CATACAOS	2. Medio Piura Margen izquierda		
3. CASARANÁ	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	

3.4.19 Junta de Usuarios del Alto Piura

En el Alto Piura se tiene una junta de usuarios y 13 comisiones de regantes: Serrán, bigote, Malacasí, Ingenio – Buenos Aires, La Gallega, Pabur, Charanal, Yapatera, Sáncor y Vicús.

En el cuadro N° 16 – A del anexo se muestra la interrelación que existe entre las dependencias del estado con la organización del Distrito de Riego Alto Piura.

La Junta de Usuarios del Alto Piura tiene un local alquilado donde funcionan las oficinas administrativas, tiene un tractor de Orugas D – 6 y una camioneta para el desplazamiento del personal

Institucionalmente, preside la mesa interinstitucional del Valle Alto Piura para la gestión de riego y es integrante de la Autoridad Autónoma de la cuenca Chira – Piura. Actualmente afronta problemas económicos por la elevada morosidad de los regantes, siendo percibida por los usuarios como una entidad que solo cobra por el uso del agua pero que no aborda soluciones a los problemas del riego.

a. Comisiones de Regantes

Las comisiones de regantes que mejor están organizadas son: Malacasí, Bigote, Ingenio – Buenos Aires, Pabur y Serrán, las cuatro primeras tienen local propio, Serrán tiene un local en alquiler. Las comisiones medianamente organizadas son las siguientes: La Gallega, Yapatera, Charanal y Sáncor. En la comunidad de Vicus los subcomités de aguas subterráneas son más activos que los de agua superficial.

(1) Delegados de Agua

Los delegados de agua perciben un pago por su labor de distribución del agua y controlar el cumplimiento de los turnos, en total se tienen 350 delegados.

En las organizaciones de regantes del Alto Piura, predominan los pequeños agricultores y parceleros, los cuales ocupan los cargos directivos.

En el año 2001, el Proyecto Subsectorial de Irrigaciones elaboró el Reglamento de Operación y Mantenimiento del sistema de riego por parte de la Junta de Usuarios del Alto Piura., con el objetivo de implementar en la junta de Usuarios y sus comisiones de Regantes este reglamento con el fin de orientar a sus directivas, delegados, y usuarios en general sobre el desempeño que les corresponde en el funcionamiento del sistema de riego, drenaje y obras conexas, que permitan orientar las actividades propias de su organización.

(2) Tarifas

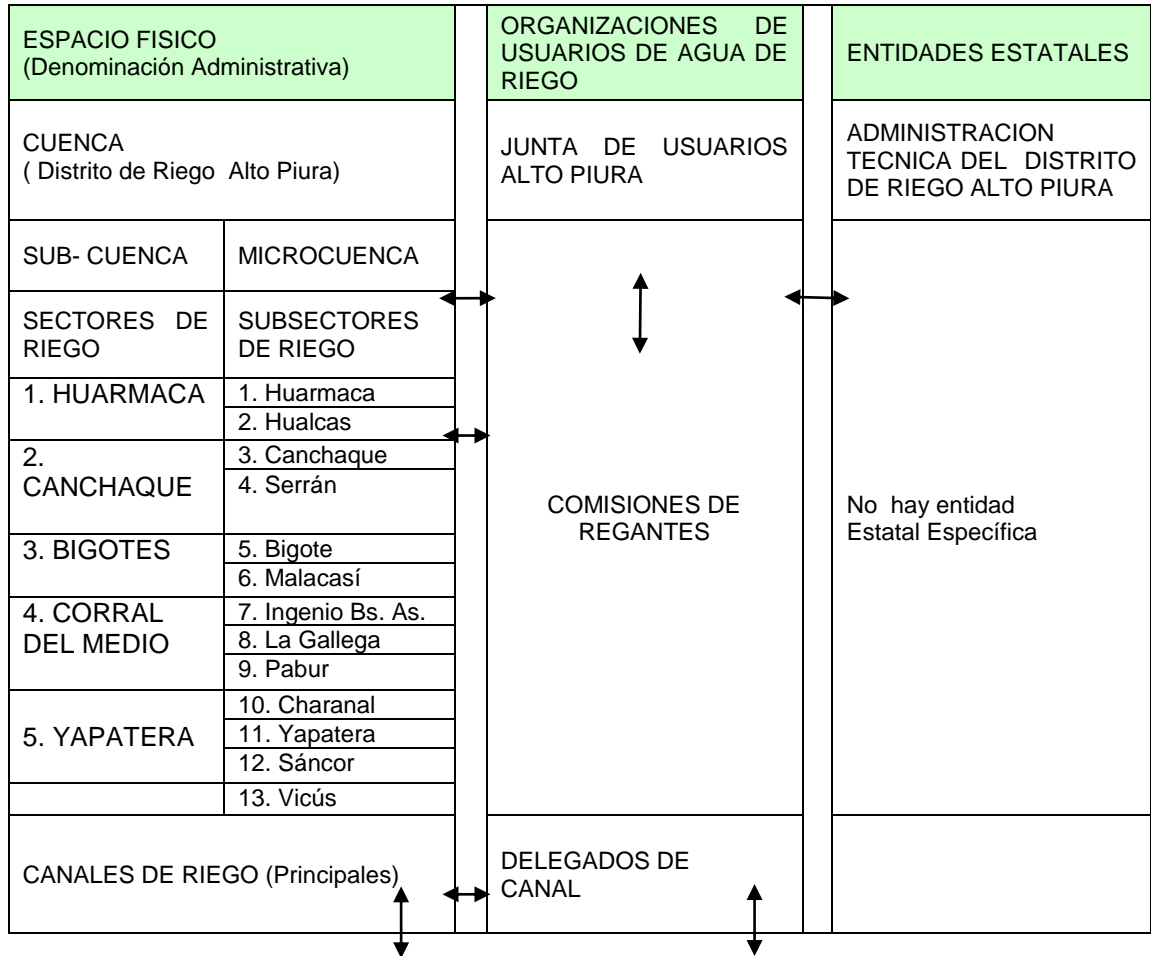
El estado ha establecido tarifas para cada tipo de uso de agua (Ley General de Aguas DL– 17752) las que son fijadas por unidad de volumen.

- 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 de los sistemas de Riego Regulado San Lorenzo y el Sistema 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/m³, la Junta de Usuarios Sechura según Resolución Administrativa N°269-2002-CTAR-DRA-AAP-ATDRMBP es de S/. 0,0085/m³, y para la Junta de Usuarios San Lorenzo según Resolución Administrativa N° 148-2002-CTAR-DRA-P-AASL-ATDRSL la tarifa es de S/.0,020/m³; 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.

Cuadro N° 16 –
A estructura y relacion institucional de las Organizaciones de regantes del Alto Piura.



En cuanto a la tarifa de agua de riego del Alto Piura, el valor es menor con respecto a los anteriores debido a que no cuenta con la infraestructura de riego y no hay abastecimiento de agua permanente para este sector, el valor de la tarifa actual de acuerdo a la Resolución Administrativa N° 268 – 2002 –CTAR-DRA – ATDRAP- H es de S/.0,001/m³.

3.4.20 Unidades de Vulnerabilidad Hidrológica

Hidrologicamente 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 erosión hídrica de los suelos

Hidrologicamente la erosión hídrica se origina por la escorrentía superficial y por la pendiente del suelo. Para la cuenca del río Piura se han identificado los siguientes indicadores de vulnerabilidad por erosión hídrica:

Escorrentía (mm) /año

Alta 161 - 474

Media 94 - 131

Baja 19 - 47

Pendiente predominante (%)

Alta E - F

Media C - D

Baja A

b. Vulnerabilidad por inundaciones

Hidrologicamente las inundaciones se producen por el rápido incremento del caudal de los ríos y por suaves pendiente de las zonas inundables. En la cuenca del río Piura se han identificado los siguientes grados de inundación.

Alta 1481 – 3500 m³/s y baja pendiente (A)Moderada < =1481 m³/s y baja pendiente (A)

Libre de Inundaciones y pendiente de moderada a alta (B – F)

c. Vulnerabilidad por sequías

Hidrologicamente 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. En la cuenca del río Piura se han identificado tres zonas vulnerables a las sequías:

Alta 0 – 0,008 m³/s y pendientes entre B - F

Moderada 0 – 0,003 m³/s, pendientes A - B y agua de irrigación y/o extracción de aguas subterráneas de buena calidad para el riego.

Grados de Vulnerabilidad a la Erosión Hídrica

En el área del proyecto se han identificado 683 Km² con Alto riesgo a la erosión hídrica, 1860 Km² con moderado riesgo de erosión hídrica y 9132 km², con bajo riesgo de erosión hídrica

Grados de Vulnerabilidad a las Inundaciones

En el área del proyecto se han identificado 2600 Km² con alto riesgo de ser inundada, 92 Km², con moderado riesgo de ser inundado y 8983 Km² sin riesgo de ser inundado.

Grados de Vulnerabilidad a las Sequías

En el área del proyecto se han identificado 9588 Km² con alto riesgo de ser afectado por sequías y 2087 Km² con moderado riesgo de ser afectado por sequías.

Vulnerabilidad Hidrológica

Como resultado del análisis de la vulnerabilidad originada por los recursos hídricos se han determinado siete zonas de vulnerabilidad hidrológica, las que se muestran en el mapa N° 22 y cuyas superficies se indican a continuación:

- Zona N° 01: Zona de inundación alta – sequía alta – erosión hídrica baja asciende a 1583 km².
- Zona N° 02: Zona de inundación alta – sequía media – erosión hídrica baja asciende a 1015 km².
- Zona N° 03: Zona de inundación media – sequía media – erosión hídrica baja, asciende a 108 km².
- Zona N° 04: Zona libre de inundación – sequía alta – erosión hídrica alta, asciende a 683 km².
- Zona N° 05: Zona libre de inundación – sequía alta – erosión hídrica media, asciende a 1840 km².
- Zona N° 06: Zona libre de inundación – sequía alta – erosión hídrica baja, asciende a 5401 km².
- Zona N° 07: Zona libre de inundación – sequía media – erosión hídrica baja, asciende a 1045 km².

Determinación de Áreas de Interés

Las áreas de interés seleccionadas para intensificar el estudio de vulnerabilidad son las siguientes: Cuenca del río Yapatera, Cuenca del río San Francisco y Valle del Bajo Piura.

3.4.21 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 mostrada en cuadro N° 17-H y Mapa N° – H a fin de proporcionar la información hidrometeorológica requerida en forma rápida y efectiva para prestar la ayuda necesaria actuando en forma oportuna para minimizar los efectos adversos de estos eventos.

■ **Plan de manejo de la Zona N° 01**

Esta zona se caracteriza por presentar alto riesgo de inundación a la sequía y bajo a la erosión hídrica.

En años muy húmedos esta zona se inunda afectando a la infraestructura de servicios existente, en años secos se carece de agua superficial para el riego y las aguas subterráneas son muy salinas; sin embargo, la erosión hídrica es baja.

Esta zona, a corto plano, no es recomendable incorporarlo a la agricultura por las deficiencias que presenta.

Para proteger a los cauces de agua, a la red vial y viviendas cercanas, se debe encauzar el río y mejorar la red de drenaje superficial, profundizando los cauces y favorecer el ingreso de las aguas hacia las lagunas existentes o hacia el sistema de drenaje principal del dren Sechura.

Cuadro N° 17- H

Estructura Red de Telemetría del Sistema de Alerta temprano.

Código	Estación	Ubicación		Energía	Equipo Transm.	Equipo medición	Operador	Lugar
		Coordenadas UTM						
		NORTE	ESTE					
RT-1	Puente Grau	9.422.300	539.115	red pública	-	limnómetro	-	-
RT-2	Puente	9.425.119	539.109	red pública	-	limnómetro	-	-
RT-3	Piura	9.427.007	538.559	red pública	fax modem	pluviógrafo	-	PECHP
RT-4	Curumuy	9.443.341	540.737	red pública	radio	pluviógrafo	-	hidroeléctrica
RT-5	Somate	9.474.412	553.425	panel solar	radio	pluviógrafo	-	MINSA
RT-6	El Carmen	9.448.175	565.820	panel solar	radio	pluviógrafo	-	caserío
RT-7	Cruceta	9.465.028	581.228	panel solar	radio	pluviómetro	MINSA	MINSA
RT-8	Tambogrande	9.454.798	572.651	red pública	fax modem	pluviógrafo	-	MINSA
RT-9	Tambogrande	9.454.309	572.659	red pública	radio	limnómetro	-	-
RT-10	Santa Rosa	9.431.949	571.909	panel solar	radio	pluviógrafo	-	caserío
RT-11	Carrizo	9.458.440	596.209	panel solar	radio	pluviógrafo	-	caserío
RT-12	Repetidora	9.462.700	616.800	panel solar	radio	-	-	Cerro Cachiris
RT-13	Frías	9.454.464	617.181	panel solar	radio	pluviómetro	MINSA	MINSA
RT-14	Chulucanas	9.435.838	591.874	panel solar	radio	pluviómetro	SENAMHI	SENAMHI
RT-15	Puente	9.434.788	591.676	panel solar	radio	limnómetro	PECHP	PECHP
RT-16	Chalaco	9.442.388	633.579	panel solar	radio	pluviómetro	MINSA	MINSA
RT-17	Paltashaco	9.435.647	623.400	panel solar	radio	pluviómetro	MINSA	MINSA
RT-18	Morropón	9.426.677	613.806	panel solar	fax modem	pluviógrafo	-	MINSA
RT-19	Hispón	9.412.865	596.444	panel solar	radio	pluviógrafo	-	ganadería
RT-20	Yamango	9.426.960	638.415	panel solar	radio	pluviómetro	MINSA	MINSA
RT-21	San Pedro	9.436.511	607.174	panel solar	radio	pluviómetro	SENAMHI	SENAMHI
RT-22	El Virrey	9.388.292	612.810	panel solar	radio	pluviómetro	SEN/MIN	SENAMHI
RT-23	Central Piura	9.426.700	538.550	red pública	fax modem		PECHP	PECHP
RT-24	Bigote	9.412.073	634.444	panel solar	radio	pluviómetro	SENAMHI	SENAMHI
RT-25	Malacasi	9.409.407	626.817	panel solar	radio	pluviómetro	SENAMHI	SENAMHI
RT-26	Los Ranchos	9.422.283	650.212	panel solar	radio	pluviómetro	MINSA	MINSA
RT-27	Serran	9.399.610	635.108	panel solar	radio	pluviómetro	MINSA	MINSA
RT-28	Canchaque	9.405.652	654.798	panel solar	radio	pluviómetro	MINSA	MINSA
RT-29	Hualcas	9.390.454	643.397	panel solar	radio	pluviógrafo	MINSA	MINSA
RT-30	Huarmaca	9.384.036	663.080	panel solar	radio	pluviómetro	SENAMHI	SENAMHI
					radio			

- **Plan de Manejo de la Zona N° 02**

Caracterizada por presentar riesgo alto de ser inundada, sequía media y bajo riesgo a la erosión hídrica.

En esta zona se localizan los centros poblados y las áreas agrícolas más importantes del departamento de Piura, siendo el principal problema el alto riesgo a las inundaciones y para solucionarlo requiere mejorar el drenaje tanto superficial como subterráneo en el Bajo Piura mediante obras de encauzamiento y drenaje principal y parcelario. En el medio y alto Piura encauzar el tramo final de los afluentes del río Piura y mejorar el drenaje superficial mediante la construcción de un sistema de drenaje principal.

- **Plan de Manejo de la Zona N° 03**

Esta zona presenta un moderado riesgo a la inundación y sequía, con bajo riesgo a la erosión hídrica. Para controlar la inundación debe encauzarse el tramo del río Piura localizado en esta zona, así como, perforar nuevos pozos para la explotación de las aguas subterráneas, realizar el mantenimiento del tramo final de los afluentes del río Piura

- **Plan de Manejo de la Zona N° 04**

Zona caracterizada por estar libre de inundaciones; sin embargo, presenta un alto riesgo a la sequía y a la erosión siendo estos los principales problemas, en el primer caso las medidas más efectivas son las preventivas relacionadas con la creación de un fondo intangible a ser utilizado cuando ocurran las sequías y para el caso de la erosión hídrica se deben seleccionar áreas piloto para la investigación del proceso erosivo y de las medidas de control de las mismas y realizar programas de extensión para sensibilizar a la población sobre los problemas y las soluciones más apropiadas obtenidas en los centros pilotos.

- **Plan de Manejo de la Zona N° 05 y 06**

Estas zonas presentan problemas similares a la zona N° 04 y por tanto la solución será parecida, incluyendo en las áreas agrícolas el manejo adecuado del agua de riego

- **Plan de Manejo de la Zona N° 07**

En esta zona se desarrolla una agricultura intensiva de frutales y que requiere un adecuado manejo del agua de riego, reuso de las aguas de cola y filtraciones, uso racional de agroquímicos.

3.5 SUELOS

3.5.1 Generalidades

■ Antecedentes

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 la Cuenca del río Piura.

■ Objetivos

- Caracterizar y clasificar el recurso suelo en la Cuenca del Río Piura.
- Determinar los Indicadores de sensibilidad del recurso suelo
- Determinar los niveles de sensibilidad del recurso suelo.
- Establecer los Planes de Manejo para cada nivel de Sensibilidad

3.5.2 Información Existente

■ Información a Nivel Local.

Se ha encontrado diversos estudios de suelos a nivel local, los cuales han sido ejecutados con diferentes objetivos, algunos de los cuales se citan a continuación:

- Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto Hidroenergético del Alto Piura.
- Evaluación de los Recursos Naturales en Morropón – Huancabamba.
- Caracterización de algunos suelos de la Comunidad de Cajas – Huancabamba
- Determinación de los principales parámetros físicos y sus relaciones en tres Alfisols del Distrito de El Faique Provincia de Huancabamba.
- Determinación de los principales parámetros físicos y sus relaciones en tres Psamments en el Asentamiento Agrícola Cieneguillo.
- Estudio Agrológico en la CCT San Miguel Ltda. N° 001-DI, Valle del Bajo Piura.

■ Información a Nivel Nacional e Internacional.

Se ha considerado información de nivel nacional que contiene información del Departamento de Piura, la que se citan a continuación:

- Base de Datos de Recursos Naturales para el Desarrollo Socioeconómico del Perú.
- Decreto Supremo N° 033-85-AG.
- Mapa Ecológico del Perú
- Soil Taxonomy, Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys.

3.5.3 Metodología

Los métodos utilizados en el presente estudio, obedecen a las Normas Legales existentes para Levantamiento de Suelos, detalladas en el Decreto Supremo N° 033-85-AG. La metodología para los análisis de suelos en laboratorio sigue los estándares aplicados a nivel nacional, mediante métodos establecidos y validados a nivel internacional.

El estudio se realizó en una secuencia de actividades de gabinete, campo y laboratorio, lo cual se sintetiza en el cuadro N° 1.

Cuadro N° 1

Etapas, Fases y Metas en la realización del estudio

Etapas	Fases	Metas
1. Etapa preliminar de gabinete	Análisis de las especificaciones del estudio.	Planeamiento integral para la realización del estudio.
	Compilación y análisis de la información existente del área de estudio	Conocer las características ecológicas, litológicas y topográficas del área.
	Fotointerpretación e interpretación de imágenes satélite	Establecer los lugares de muestreo de suelos
2. Etapa de campo	Reconocimiento Preliminar	Obtener una visión general del área y de las características predominantes de los aspectos estudiados
	Estudio sistemático y muestreo de suelos	Realizar el estudio detallado de las unidades de Suelos. Obtención de muestras de suelo para el análisis.
3. Etapa de Laboratorio	Análisis físico y químico de las muestras colectadas en campo.	Determinar la caracterización físico química de los suelos.
4. Etapa final de gabinete.	Procesamiento de datos de campo y laboratorio	Redacción del informe final de suelos.

3.5.4 Descripción de los Suelos de la Cuenca del Río Piura

a. Génesis de los Suelos

Los génesis de los suelos, es la forma como se originan éstos. Se refiere en especial a los procesos responsables del desarrollo del suelo a partir del material madre.

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 peds (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.

b. Caracterización de los Suelos de la Zona Alta de la Cuenca

b.1. Clasificación Taxonómica de los Suelos

Se ha realizado la clasificación taxonómica de suelos, según el sistema Soil Taxonomy (1999), identificándose para la zona alta de la cuenca cinco (5) órdenes de suelos, siete (7) subórdenes y ocho (8) grandes grupos, tal como se aprecia en el cuadro N° 2.

Cuadro N° 2
Clasificación de los suelos de la zona Alta de la cuenca

SOIL TAXONOMY (1 999)			FAO(1 990)	SUELOS INCLUIDOS
ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	GRUPO	
Entisols	Fluvents	Torrifluvents	Fluvisol	Faique
	Orthents	Ustorthents	Regosol	Frias
		Torriorthents	Regosol	Piedras Grandes
Aridisols	Orthids	Cambortids	Cambisol	Paltashaco
Alfisols	Ustalfs	Haplustalfs	Phaeozem	Canchaque
Inceptisols	Tropepts	Ustropepts	Cambisol	Pampa Minas Huamingas
	Ochrepts	Ustochrepts	Cambisol	Santo Domingo Chalaco
Andisols	Torrands	Haplotorrands	Andosols	El Abra.

En el cuadro podemos apreciar que las unidades de suelos clasificadas se han agrupado en número de diez (10), encontrándose suelos con mayor desarrollo por la presencia de un horizonte de acumulación de coloides orgánicos y minerales (humus y arcillas en el horizonte B), tal como los suelos Canchaque. Suelos con un desarrollo incipiente como

Pampa Minas, Huamingas, Santo Domingo y Chalaco. Suelos con escaso desarrollo como el Suelo El Abra.

Los suelos con menor desarrollo genético en la zona alta de la cuenca son las unidades de suelos Frias, Faique y Piedras Grandes. Ello no quiere decir que son los menos productivos, en la medida que el espacio físico y la ecología predominante (disponibilidad de agua y temperaturas adecuadas) permite que haya una mejor oportunidad para la mayoría de las especies alimenticias cultivadas.

Las unidades cartográficas de los suelos mencionados se encuentran graficados en el Mapa N° 11, donde aparece cada unidad de suelos con la fase por pendiente ver cuadro N° 15 correspondiente. La ecología de la zona, la pendiente, las características físicas químicas y biológicas de los suelos permiten calificar el potencial de uso de los suelos de la zona alta de la cuenca del río Piura, criterios que permitirán más adelante la clasificación por Capacidad de Uso Mayor de los Suelos.

b.2. Características y Propiedades Generales de los Suelos de la Zona Alta de la Cuenca.

Las características climáticas en las que se desarrollan los suelos de la zona alta de la cuenca, corresponden a suelos de montañas tropicales que oscilan del seco y cálido al húmedo y semifrío.

Los suelos presentan características morfológicas y fisicoquímicas variables debido a la heterogeneidad de sus materiales parentales o litológicos, a su topografía variable y a los diferentes regímenes climáticos.

Así, se han encontrado suelos superficiales localizados en áreas de fuerte pendiente, y suelos profundos a muy profundos en pendientes más suaves; texturas que varían de gruesa o moderadamente gruesa a fina, con o sin fragmentos gruesos tanto en el perfil edáfico como en la superficie. Los perfiles se han desarrollado sobre materiales no consolidados y residuales.

No poseen salinidad pero si carbonatos en alguno de ellos. El drenaje natural es bueno a moderado, este último debido a la textura moderadamente fina, cierto grado de compactación del sustrato; existiendo la mayor extensión del área estudiada con drenaje natural algo excesivo a excesivo como producto de las fuertes pendientes.

La elevadas pendientes, en la zona alta de la cuenca, aunadas a la presencia de un sustrato compactado de textura moderadamente fina en la mayoría de los suelos y a las malas prácticas de uso y manejo de los mismos, hace que gran porcentaje del volumen de agua de lluvia se pierda en forma de escorrentía superficial, causando problemas de erosión hídrica que se hace evidente en toda el área estudiada de la zona alta.

Características Físicas de los Suelos de la Zona Alta de la Cuenca

■ **Clase Textural**

Los suelos son de textura moderadamente fina a media, encontrándose las siguientes clases texturales: Franco arenosa muy fina, Franco, Franco Limosa, Franco arcillosa, Franco arcillo arenosa y Franco arcillo limosa.

■ **Estructura**

Se encuentra estructura de tipo columnar prismática en suelos con desarrollo genético hasta estructura cúbica y granular en los menos desarrollados, los suelos bien provistos de materia orgánica y coloides arcillosos son los que presentan la mejor estructura para la estabilidad del suelo.

■ **Profundidad**

Se tiene suelos profundos en las zonas coluvio aluviales de acumulación de material, hasta suelos superficiales y muy superficiales en la cabecera de cuenca donde la topografía indica pendientes extremadamente empinadas.

Características Químicas de los Suelos de la Zona Alta de la Cuenca

■ **pH**

El pH de los suelos tiene calificaciones desde extremadamente ácidos a neutros, presentándose suelos con acidez significativa en aquellos lugares sometidos a precipitaciones intensas y material litológico con potencial ácido.

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

Esta propiedad química presenta valores medios a altos en la zona alta de la cuenca, debido a la acumulación de materia orgánica y un mayor contenido de coloides arcillosos, siendo éste 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 altos de fertilidad.

■ **Contenido de Carbonatos**

El contenido de carbonatos en los suelos de la zona alta de la cuenca presenta valores muy bajos a nulos, indicando que no son un factor de interferencia para el crecimiento normal de las plantas.

■ **Salinidad**

La salinidad se califica como baja o normal debido a la lectura de conductividades eléctricas menores a 4 ds/m (decisiemens/metro), valor calificado como un rango normal para suelos, pudiéndose desarrollar un gran número de especies cultivadas.

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

El contenido de **Nitrógeno** de los suelos está directamente relacionado con el contenido de materia orgánica en los suelos, los suelos de zonas húmedas en la cabecera de cuenca y con menor temperatura edáfica y ambiental acumulan sistemáticamente materia orgánica, de tal forma que son aquellos que presentan los mayores contenidos de Nitrógeno. En cambio los suelos de las zonas bajas y fondos de valle, con menor desarrollo y mayor mineralización de materia orgánica, el contenido de nitrógeno es bajo.

El contenido de **Fósforo**, en los suelos de la cuenca alta, se presenta en niveles bajos a medios, debido principalmente al material de origen del suelo, los resultados de análisis indican valores menores a 14 ppm (partes por millón) de concentración en el suelo.

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.

3.5.5 Caracterización de los Suelos de la Zona Media y Baja de la Cuenca

a. Clasificación Taxonómica de los Suelos

Se ha realizado la clasificación taxonómica de suelos, según el sistema Soil Taxonomy (1999), identificándose en éste ámbito de la cuenca dos (2) órdenes de suelos, cinco (5) subórdenes y siete (7) grandes grupos, tal como se aprecia en el cuadro a continuación.

Cuadro N° 3

Clasificación taxonómica de los suelos de la Zona Media a Baja de la cuenca del río Piura

SOIL TAXONOMY (1 999)			FAO(1 990)	SUELOS INCLUIDOS
ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	GRUPO	
Entisols	Fluvents	Torrifluvents	Fluvisol	Morropón,
				Hualtaco
				Palo Verde
				Pelingará
				Alto Curván
				Tambogrande
				La Vega
				Minchales
				Piura
	Psamments	Torripsamments	Regosol	Cerezal
	Orthents	Torriorthents	Regosol	Cantera
				Carneros
				Moqueguanos
				Tejedores
Aridisols	Salids	Aquisalids	Regosol	Pajarito
		Haplosalids		Ramón
	Orthids	Gypsiorthids		Curumuy
		Calciorthids		Chocol
				Julián

En el cuadro podemos apreciar que las unidades de suelos clasificadas se han agrupado en número de diecinueve (19), 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, para esta zona de la cuenca, son aquellos en los que se desarrolla la mayor actividad agrícola, donde se cultivan especies alimenticias principalmente para el consumo interno y frutales de exportación, es decir que son los de mayor importancia económica de la Cuenca del Río Piura. Tal como se aprecia en el cuadro SU-3, se trata de los suelos Morropón, Hualtaco, Palo Verde, Pelingará, Alto Curvan, Tambogrande, La Vega, Minchales y Piura.

Sin embargo, contrario a su importancia económica estos suelos presentan niveles de fertilidad de medios, bajos y muy bajos, debido a la naturaleza mineralógica del material de origen de los suelos.

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 típico de este orden la unidad de suelos Cerezal, presentan un nivel de fertilidad muy bajo.

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, Curumuy, Chocol y Julián, ubicados en la zona baja del valle principalmente en la provincia de Sechura.

Las unidades de suelos cartografiados se encuentran graficados en el Mapa N° 11, 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.

La ecología de la zona, la pendiente, las características físicas químicas y biológicas de los suelos permiten calificar el potencial de uso de los suelos de la zona media y baja de la cuenca del río 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.

Características y Propiedades Generales de los Suelos de la Zona Media a Baja

Las características climáticas en las que se desarrollan los suelos de la zona media a 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 o colinas bajas de origen diverso.

En la zona baja del área 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 la zona de interés denominada "Bajo Piura".

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.

Características Físicas de los Suelos de la Zona Media a Baja de la Cuenca

■ **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 en las zonas coluvio aluviales de acumulación de material, hasta suelos profundos y muy profundos en la zona aluvial y terrazas marinas, donde se ha podido acumular paulatinamente diferentes capas de sedimentos (Horizontes C).

Características Químicas de los Suelos de la Zona Media y Baja de la Cuenca

■ **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.

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

Esta propiedad química presenta valores bajos a medios en la zona media y baja de la cuenca, debido al 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.

■ **Contenido de Carbonatos (Calcáreo)**

El contenido de carbonatos en los suelos de la zona media y baja de la cuenca 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 del Bajo Piura.

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

El contenido de **Nitrógeno** de los suelos está directamente relacionado con el contenido de materia orgánica en los suelos, los suelos de zonas áridas e hiperáridas como la zona media y baja 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 LAS TIERRAS

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 de la Cuenca del Río 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.

Mediante el estudio de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras en 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.

Permitirá determinar áreas adecuadas para realizar actividades agrícolas, pecuarias, forestal o destinarlas para fines de conservación o protección, de acuerdo con la zonificación. Se proporciona ayuda para la formulación de políticas y estrategias en la planificación y ejecución de programas productivos de la cuenca, basados, en el aprovechamiento racional del recurso suelo. De otro lado permite proyectar criterios sobre el comportamiento del potencial de los suelos ante los impactos del Cambio Climático.

3.6.2 Información Existente

Se ha encontrado información a nivel local y nacional, algunas de las que se citan a continuación:

- Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto Hidroenergético del Alto Piura.(2000)
- Evaluación de los Recursos Naturales en Morropón – Huancabamba. (1993).
- Mapa Ecológico del Perú a escala 1:1 000 000, con Memoria Explicativa, reimpresión, Lima-Perú (1995).
- Mapa de Suelos del Perú con leyenda de la FAO, con Mapa a escala 1:5 000 000 y Memoria Descriptiva, Lima-Perú (1995).
- Base de Datos de Recursos Naturales del Perú para el Desarrollo Sustentable. Convenio BID – FONCODES – INRENA. Textos y Mapas Temáticos a escala 1/250 000. Lima Perú (2000).
- Reglamento de Clasificación de Tierras Lima-Perú, 1975.

- Mapa de Tierras del Perú a escala 1:1000 000, Memoria Explicativa, Lima Perú (1982).
- Los Recursos Naturales del Perú, Lima-Perú (1985).
- Evaluación de los Recursos Naturales de la Cuenca del Río Quiróz – Margen Izquierda del río Macará en el Departamento de Piura, Provincia de Ayabaca, Lima-Perú (1985).

3.6.3 Metodología

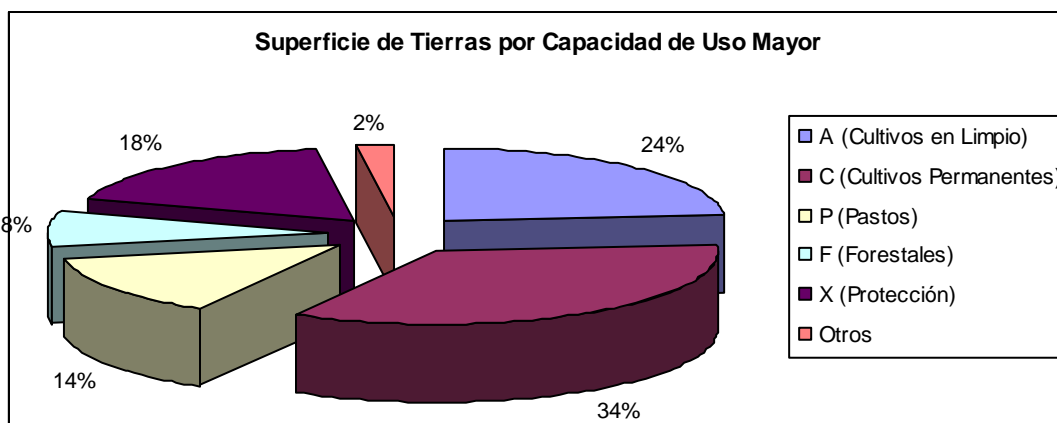
El sistema de clasificación adoptado y la metodología seguida es aquella contenida en el Reglamento de Clasificación de Tierras del Ministerio de Agricultura del Perú, en donde se agrupa a los suelos en términos Capacidad de Uso Mayor, según Decreto Supremo N° 0062-AG, del 22 de Enero de 1975.

3.6.4 Unidades de Uso Mayor de las Tierras

Categorías de Uso Mayor de las Tierras

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 de la Cuenca del Río Piura, se ha clasificado hasta el nivel de subclases, las que han sido determinadas en el área de estudio. La superficie y porcentaje de las diferentes categorías clasificadas se muestran en el Cuadro N° 1 y su distribución cartográfica se muestran en el Mapa N° 12, Mapa de Capacidad de Uso Mayor a escala 1:200 000 y Mapa 15, Mapa de Pendientes.

Los cinco grupos de Uso Mayor encontrados en la Cuenca del Río Piura, son descritos brevemente a continuación, según su distribución cartográfica se puede apreciar lo siguiente.



a. 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. De 1 167 500 ha las tierras aptas para cultivos en limpio representan el 24%.

b. Tierras Aptas para Cultivo Permanente (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. De 1 167 500 ha las tierras aptas para cultivos permanentes representan el 34%.

c. 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. De 1 167 500 ha las tierras aptas para Pastos representan el 14%.

d. Tierras Aptas para Producción Forestal (F)

Este Grupo de Capacidad incluye aquellas tierras con severas limitaciones edáficas y topográficas que las hacen inapropiadas para las actividades agropecuarias de cualquier tipo, pero que sí permiten realizar la implantación o reforestación con especies maderables de valor comercial, propias del medio, o con fines de protección de cuencas. De 1 167 500 ha las tierras aptas para Forestales representan el 8%.

e. Tierras de Protección (X)

Comprende aquellas tierras con limitaciones extremas que las hacen inapropiadas para la explotación agropecuaria-forestal, quedando relegadas para otros propósitos, como por ejemplo áreas recreacionales, zonas de protección de vida silvestre, plantaciones forestales con fines de protección de cuencas, lugares de belleza escénica, etc. De 1 167 500 ha las tierras de protección representan el 18%.

Descripción de las Unidades de Uso Mayor de las Tierras en la Cuenca del Río Piura

Para la clasificación de la Capacidad de Uso Mayor de las Tierras de la Cuenca del Río Piura, se han determinado las clases de pendiente, cuyas características se presenta en el cuadro N° 1.

Cuadro N° 1

Fases por pendiente del terreno

CLASES DE P E N D I E N T E		
SÍMBOLO	INCLINACIÓN (%)	TERMINO DESCRIPTIVO
A	0 – 4	Plana a Ligeramente Inclinada
B	4 – 8	Moderadamente Inclinada
C	8 – 15	Fuertemente Inclinada
D	15 – 25	Moderadamente Empinada
E	25 – 50	Empinada
F	> 50	Muy Empinada a Extremadamente Empinada

La distribución cartográfica de las Unidades de Capacidad de Uso Mayor se muestra en el Cuadro N° 2, y la distribución espacial de las unidades cartográficas se presenta en el Mapa de Capacidad de Uso Mayor a escala 1:200 000. Las unidades establecidas a nivel de Unidades No Asociadas, cuatro (05) representan delimitaciones de unidades homogéneas dominadas por un componente y a nivel de Unidades Asociadas noventa (90), representan delimitaciones de asociaciones de 2 ó 3 componentes o unidades de capacidad de uso.

Cuadro N° 2
Unidades de capacidad de uso mayor

UNIDADES CARTOGRAFICAS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS											
GRUPO			CLASE			SUBCLASE					
SIMBOLO	Ha	%	SIMBOLO	Ha	%	SIMBOLO	Ha	%			
A	275315.42	23.58	A2	125138.95	10.72	A2s	56385.89	4.83			
						A2s(r)	68753.06	5.89			
			A3	150176.47	12.86	A3s	150176.47	12.86	A3s	29013.92	2.49
									A3s(r)	89241.48	7.64
									A3se	3202.34	0.27
									A3se(r)	28718.74	2.46
C	406868.47	34.84	C2	50494.23	4.32	C2s	10508.35	0.90			
						C2s(r)	39985.88	3.42			
			C3	356374.25	30.52	C3s	356374.25	30.52	C3s	59226.31	5.07
									C3s(r)	237927.94	20.38
									C3se	6282.76	0.54
									C3se(r)	52937.23	4.53
F	90969.62	7.80	F2	20695.50	1.77	F2s	11799.16	1.01			
						F2se	8896.33	0.76			
			F3	70274.12	6.03	F3s	70274.12	6.03	F3s	32425.91	2.78
									F3s(r)	194.26	0.02
									F3se	37653.95	3.23
									F3se(r)		
P	161644.31	13.85	P2	46569.28	3.98	P2s	103.02	0.01			
						P2se	16620.23	1.42			
						P2se(r)	1458.68	0.12			
						P2s(t)	28387.35	2.43			
			P3	115075.03	9.87	P3s	115075.03	9.87	P3s	24848.76	2.13
									P3se	11632.29	1.00
									P3s(r)	442.11	0.04
									P3se(r)	90.68	0.01
									P3se(t)	62931.99	5.39
									P3s(t)	15129.21	1.30
X						Xse	206774.88	17.71			
Otras Areas											
Centros Poblados							4518.27	0.39			
Ríos y Lagunas							16986.41	1.45			
Estuarios							4422.61	0.38			
Total	1 167 500.00	100.00		1 167 500.00	100.00		1 167 500.00	100.00			

(r) Necesidad de Riego.

(t) Pastoreo temporal.

Para cada unidad cartográfica de capacidad de uso, se le asigna la proporción en que se encuentra integrada la unidad, en términos de porcentaje (%) de los grupos o componentes que la integran.

A continuación se describe las características y cualidades más significativas de las Unidades de Capacidad de Uso Mayor en la cuenca del río 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.

A. 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 escaso, 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 dos (02) Clases de Capacidad de Uso Mayor: A2 y A3

A.1. 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; ligeramente topográfico por riesgos incipientes de erosión, 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 y A2s (r).

A.1.1. Sub Clase A2s

Agrupar tierras de calidad agrológica media, son suelos profundos; con pendiente plana, ligeramente inclinada y moderadamente inclinada (0 – 8%), textura media a moderadamente fina, con drenaje natural bueno a

moderado; reacción neutra a ligeramente alcalina; fertilidad natural baja a media. Sus limitaciones están referidas principalmente al factor edáfico.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran situadas en el valle del Bajo Piura, específicamente en los Distritos de Catacaos, La Arena, La Unión y Sechura. También pueden ubicarse en el Distrito de Buenos Aires y Morropón en la zona media de la Cuenca, 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 una fertilidad natural media a baja, determinada por contenido bajo a medio de materia orgánica, bajo a medio de fósforo disponible y medio a alto de potasio disponibles; el factor climático, debido al déficit de humedad 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 2004.

■ **Lineamientos de Uso y Manejo**

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

En el caso de déficit de agua en épocas de sequía es necesario implementar sistemas de riego tecnificado (goteo y exudación), que permitan el uso eficiente del recurso 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.

Además deberán realizar incorporaciones de 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**

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.

Complementariamente en los bordes de las parcelas a manera de cercos vivos, se recomienda el sembrío de frutales tales como, tamarindo, ciruela, cocotero, así como otros adaptados a las condiciones climáticas de la zona. Dependiendo de la disponibilidad de agua se recomienda la siembra de arroz en áreas limitadas 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.

A.1.2. Sub Clase A2s (r)

Agrupas tierras de calidad agrológica media, son moderadamente profundas a profundas; con pendiente moderadamente inclinada a moderadamente empinada (4 – 25 %), textura media a moderadamente fina, con drenaje natural bueno a moderado; reacción fuertemente ácida a ligeramente alcalina; fertilidad natural baja a media y con restricción por riego. Sus limitaciones están referidas principalmente al factor edáfico, así también necesitan aplicación de riego.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran situadas en el valle del Alto Piura, específicamente en el Distrito de Morropón, Salitral y Bigote; así como en el intervalo y fondos de valle de la zona media de la cuenca del río 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 a baja, 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 erosión; el factor climático, debido al 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 el presente año 2004.

■ Lineamientos de Uso y Manejo

El uso adecuado de estas tierras localizadas en pendientes fuertemente inclinadas a moderadamente empinadas requieren adecuadas técnicas de manejo y conservación de suelos, tales como la utilización de arados adecuados, ya sea mediante el empleo de arados de tracción animal o implementos mecánicos ligeros; siembras en contorno o curvas a nivel; así como modificar o suavizar la pendiente natural, con técnicas apropiadas de conservación de suelos, mediante la construcción de terrazas de formación lenta o terrazas de banco. Asimismo, se recomienda mantener al suelo con una adecuada cobertura vegetal, que minimice la erosión laminar hídrica.

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, de ser posible se deberá construir nueva infraestructura de riego, de acuerdo a la capacidad o potencial hídrico existente, mediante el

aprovechamiento de las fuentes naturales de agua, tales como manantiales, ojos de agua y/o lagunas; lo cual permitirá planificar en forma más eficiente la instalación de los cultivos, un mejor rendimiento de las cosechas en cantidad y calidad. De otro lado se debe acceder a sistemas modernos de riego que permitan un uso eficiente del agua.

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 previo análisis de fertilidad para incrementar y mantener la fertilidad natural.

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.

■ **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.

A.2. Clase A3

Agrupar tierras que presentan calidad agrológica baja para la explotación agrícola de cultivos en limpio o intensivos, con severas 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; riesgos moderados de erosión, también de carácter climático debido al déficit de humedad por escasa precipitación, generando, en algunas unidades, 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, A3s (r), A3se, A3se (r).

A.2.1. Sub Clase A3s

Comprende tierras de calidad agrológica baja, son moderadamente profundas a profundas; con pendiente moderadamente inclinada a fuertemente inclinada (4 – 15%), textura media a moderadamente fina, con drenaje natural bueno a moderado; reacción neutra a moderadamente

alcalina; fertilidad natural baja. Sus limitaciones están referidas principalmente al factor edáfico.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran situadas en el valle del Alto y Bajo Piura, específicamente en el Distrito de Chulucanas, Sechura así como en algunas zonas de la Irrigación San Lorenzo.

■ **Limitaciones de Uso**

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

■ **Lineamientos de Uso y Manejo**

El uso adecuado de estas tierras localizadas en pendientes fuertemente inclinadas a moderadamente inclinadas requieren adecuadas técnicas de manejo y conservación de suelos, tales como la utilización elementos de labranza adecuados, ya sea mediante el empleo de arados de tracción animal o implementos mecánicos ligeros; siembras en contorno o curvas a nivel; así como modificar o suavizar la pendiente natural, con técnicas apropiadas de conservación de suelos. De otro lado, se recomienda mantener al suelo con una adecuada cobertura vegetal, que minimice la erosión laminar hídrica.

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.

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.

■ **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.

Las demás subclases, por ejemplo la A3se, indica que adicionalmente presente limitaciones por erosión, especialmente por presentar pendientes mayores de 15%, lo cual implica mayor inversión en obras mecánicas y biológicas para conservar el recurso.

Se observa además, la presencia de subclases como A3s (r) y A3se (r), el paréntesis (r), indica necesidad de riego obligatorio, debido al déficit hídrico en la zona, se trata de zonas áridas a hiperáridas.

B. 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. 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, como va a ocurrir en las áreas de interés de la cuenca.

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

B.1. 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 dos (02) Sub Clases de Capacidad de Uso Mayor: C2s y C2s (r).

B.1.1 Sub Clase C2s.

Agrupar tierras de calidad agrológica media, se encuentra conformado por suelos ligeramente superficiales a moderadamente profundos; en fase por pendiente plana a fuertemente inclinada (0 - 15%); con suelos de textura media, con drenaje natural bueno; de reacción ligeramente alcalina. Sus limitaciones están referidas principalmente al factor edáfico.

Los suelos de esta Sub Clase, están ubicados en áreas próximas al valle del río Piura, en superficies ligeramente inclinadas, especialmente en el valle del Alto Piura, provincias de Morropón y Huancabamba, así como en el valle de San Lorenzo.

■ 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.

■ 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, ciruelo y otros.

Existe una subclase de suelos codificada como C2s (r), entendiéndose que se diferencia de la subclase descrita por la necesidad de riego obligatorio, siendo su principal limitante la disponibilidad de agua.

B.1.2 Sub Clase C3s

Agrupar tierras de calidad agrológica baja, se encuentra conformado por suelos ligeramente superficiales a moderadamente profundos; en fase por pendiente moderadamente inclinada a fuertemente inclinada (4 - 15%); suelos de textura media a moderadamente gruesa, con drenaje natural bueno; de reacción neutra a ligeramente alcalina. Sus limitaciones están referidas principalmente al factor edáfico.

Los suelos de esta Sub Clase, están ubicados en zonas frutícolas de la cuenca del río Piura, específicamente en las zonas media de la cuenca, en las provincias de Morropón y Huancabamba, así como en el valle de San Lorenzo.

■ Limitaciones de Uso

Las mayores 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 alto de potasio disponible.

■ 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 de un programa de fertilización racional con fertilizantes químicos, nitrogenados, fosforados y potásicos, así como la incorporación de materia orgánica, vía estiércol, rastrojos de cosecha u otras fuentes; ello mejorará las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. 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, plátanos, tamarindo, mango ciruelo, granadilla, maracuyá, papaya, cirolero y otros.

Se presenta una subclase de Uso Mayor codificada como C3s(r), proponiéndose que se realice obligatoriamente el riego para dichos terrenos para que puedan ser incorporados a la agricultura con cultivos permanentes, como frutales principalmente.

B.1.3. Sub Clase C3se

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 moderadamente empinada (4 – 25%), con una moderada a fuerte susceptibilidad a problemas erosivos de naturaleza hídrica. Incluye a suelos moderadamente profundos a profundos de textura fina a media, de reacción neutra a moderadamente ácida. Las limitaciones que presentan estas tierras son de carácter edáfico y topográfico principalmente.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran ubicadas en las provincias de Ayabaca (Frías), Morropón (Chalaco, Santo Domingo) y Huancabamba (Canchaque).

■ 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 moderadamente empinada (4 – 25%), y a la fertilidad natural baja a media y por la acidez de los suelos.

■ Lineamientos de Uso y Manejo

Para el uso de estas tierras se debe prestar especial cuidado a los problemas erosivos, considerándose las técnicas de conservación de suelos como: plantación del cultivo siguiendo las curvas a nivel, técnica de trasplante del “tres bolillo” y el mantenimiento de una cobertura herbácea permanente entre las plantas para evitar el daño en el suelo del impacto de las gotas de lluvia sobre suelo “desnudo”.

Con respecto a la baja fertilidad 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 de acidez y clima.

Considerando la moderada susceptibilidad de estas tierras a problemas de erosión se pueden adoptar otras técnicas de carácter conservacionista como la agroforestería que combina las actividades de cultivos con la producción del bosque, asociando especies frutícolas con especies maderables de elevado valor comercial o también especies frutales de porte arbóreo.

■ Especies Recomendables

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

Otras Subclases presentes en esta clase, corresponden 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.

C. Tierras aptas para pastoreo (P)

Estas tierras, por sus limitaciones edáficas, topográficas y climáticas, no son aptas para cultivos intensivos ni permanentes, pero si 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 dos (02) Clases de Capacidad de Uso Mayor: P2 y P3.

C.1. Clase P2

Agrupar aquellas tierras de calidad agrológica media, de aptitud limitada para pastos, pero que con la implementación de prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos, se puede desarrollar una actividad pecuaria rentable. Las limitaciones principales que presentan estas tierras son de carácter edáfico y topográfico.

Dentro de esta clase se ha determinado cuatro (04) Sub Clases de Capacidad de Uso Mayor: P2s, P2se, P2se(r) y P2s(t). Con fines de detalle se desarrollará las características de la subclase P2se y para las demás se hará notar la diferencia principal.

C.1.1. Sub Clase P2se

Comprende tierras de calidad agrológica media; se encuentra conformada por suelos muy superficiales a moderadamente profundos; en fase por pendiente moderadamente empinada (15 – 50%); de textura media a moderadamente fina, generalmente con presencia de gravas, gravillas y guijarros dentro y sobre el perfil en variadas proporciones, con reacción ligeramente ácida y drenaje natural bueno a algo excesivo. Las limitaciones más importantes están referidas al factor edáfico y topográfico.

Las tierras de esta Sub Clase se ubican en las partes altas de las localidades de Santo Domingo y Frías.

■ Limitaciones de Uso

Las limitaciones de uso más importantes de estas tierras, están relacionados básicamente con el factor edáfico, debido principalmente a su fertilidad natural media a baja, por deficiencias de fósforo disponible y nitrógeno; a la topografía del terreno, por los posibles riesgos de erosión; así como la falta de agua en las épocas de estiaje constituye una ligera limitación sobre todo para la introducción de pasturas mejoradas.

■ Lineamientos de Uso y Manejo

La utilización de estas tierras para el mantenimiento y explotación de una ganadería económicamente rentable requiere de un manejo racional de

las pasturas establecidas. Estas tiene como base especies nativas que deberán ser conservadas y mejoradas, elevando su capacidad productiva mediante la aplicación de algunas medidas o prácticas culturales que ayuden a mantener, o en el mejor de los casos, incrementar la fertilidad natural de estas tierras, mediante la propagación de especies forrajeras del tipo de las leguminosas como el trébol u otras similares, en las zonas más abrigadas.

Se recomienda un manejo racional de las pasturas, que evite el sobrepastoreo, estableciendo potreros cercados para una determinada carga animal, con una rotación adecuada, recomendándose el sistema de rotación radial, que consiste en efectuar rotaciones con cuatro o cinco potreros, de los cuales tres o cuatro son pastoreados, mientras que uno descansa durante cuatro meses cada año y en diferentes estaciones, de manera que después de cuatro o cinco años se consigue una rotación completa. Con esta práctica se podrá incrementar la producción forrajera y por consiguiente la soportabilidad de las pasturas; evitando su degradación y facilitando su recuperación.

De acuerdo con las condiciones climáticas de la zona, lo más recomendable es 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. Por las condiciones climatológicas, que imperan en el área de distribución de estas tierras, se debería impulsar el fomento de la ganadería, con razas de ovinos adaptados, que sean de alto rendimiento en lana y carcasa.

■ **Especies Recomendables**

Se recomienda realizar una colección y selección de especies de pastos nativos existentes, con fines de investigación, para escoger y determinar las especies de mejor rendimiento y calidad ya sea gramíneas o leguminosas, para su propagación futura de acuerdo a las condiciones edáficas y ecológicas, considerándose por ejemplo los siguientes géneros, dada su alta calidad palatable, Festuca, Bromus, Poa, Muhlenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis gilgiane, Calamagrostis cephalanta, Calamagrostis ovata, Festuca orthophylla y Calamagrostis heterophylla, entre otras; De otro lado, se recomienda promover la introducción de pastos exóticos adaptados, ya sea leguminosa y/o gramíneas de alto valor nutritivo, teniendo especial cuidado en mantener las especies nativas.

Se debe mencionar la subclase P2s, que presenta sólo limitaciones por suelos; la subclase P2se (r), que presenta limitaciones por suelos, erosión y requiere riego para ser incorporado a la agricultura; la subclase P2s(t), con limitaciones por topografía o excesiva pendiente.

C.2. 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 seis (06) Sub Clases de Capacidad de Uso Mayor: P3s, P3se, P3s(r), P3se(r), P3se(t) y P3s (t). Dichas subclases denotan limitaciones por suelos, erosión, necesidad de riego y topografía, las cuales deberán subsanarse para que los terrenos puedan subsistir como unidades productivas eficientes. A continuación se desarrollan algunas de las subclases mencionadas.

C.2.1. Sub Clase P3se

Comprende tierras de calidad agrológica baja, donde los suelos son superficiales a profundos; con pendiente moderadamente inclinada a empinada (4 – 50 %), textura media a fina; con reacción muy fuertemente ácida a ligeramente ácida; con drenaje natural bueno a moderado; y fertilidad natural, generalmente baja. Sus limitaciones están referidas principalmente a los factores topográfico, edáfico y ligeramente el climático.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran ubicadas en la zona alta de Canchaque, Frias, Santo Domingo y Chalaco.

■ Limitaciones de Uso

Las limitaciones de uso más importantes de estas tierras, están relacionados básicamente con el factor: topográfico, debido a la pendiente fuertemente inclinada a empinada de las superficies onduladas y laderas de montaña, lo cual incide directamente en la pérdida de la capa superficial del suelo, por efecto de la erosión de la escorrentía superficial del agua de lluvia, favorecida por la gravedad y la falta de una adecuada cobertura vegetal.

Sus limitaciones también se relacionan con el factor edáfico, debido principalmente a su fertilidad natural baja, constituye otra limitación importante debido a las deficiencias nutricionales, especialmente de nitrógeno y fósforo; así como la presencia de fragmentos gruesos en algunos sectores, tanto dentro como sobre el perfil, o la presencia de un contacto lítico que reduce o limita el volumen útil del suelo; ligeramente por el factor climático, por el déficit de humedad que se podrían presentar durante algunos meses del año.

■ Lineamientos de Uso y Manejo

Para poder utilizar en forma racional estas tierras y evitar su deterioro se recomienda evitar la excesiva carga animal, el sobre pastoreo, la tala indiscriminada de las especies arbustivas existentes y evitar las prácticas tradicionales de quema, que si bien favorece un rebrote vigoroso de las pasturas de raíces permanentes, sin embargo elimina aquellas de mejor calidad palatable, que se propaga por semillas, facilitando a su vez la rápida pérdida de nutrientes contenidos en las cenizas ya sea por lixiviación o lavaje; este efecto se incrementa con el aumento del grado de inclinación de la pendiente del terreno.

En aquellas áreas de difícil propagación de pastos mejorados, se recomienda recuperar y conservar las pasturas nativas de mejor calidad palatable. Asimismo, y con el objeto de disminuir la excesiva escorrentía superficial en aquellas tierras localizadas en pendientes moderadamente empinadas a empinadas para aumentar la infiltración del agua de lluvias y la retención de la humedad del suelo, se recomienda la construcción de zanjas de infiltración en aquellas laderas que permitan su instalación, cuyo diseño y distribución es conveniente precisar en el campo; lo cual, permitirá un mejor desarrollo de las pasturas.

Para mantener o mejorar la capacidad productiva o de soporte y el déficit de humedad de estas tierras, para lograr un uso adecuado, se recomienda un manejo racional de pastos, evitando el sobre-pastoreo, establecer potreros cercados para una determinada carga animal, con una rotación adecuada, recomendándose el sistema de rotación radial, que consiste en efectuar rotaciones con cuatro o cinco potreros, de los cuales tres o cuatro son pastoreados, mientras que uno descansa durante cuatro meses cada año y en diferentes estaciones, de manera que después de cuatro o cinco años se consigue una rotación completa. Con esta práctica se podrá incrementar la producción forrajera y por consiguiente la capacidad de soporte de las pasturas; evitando su degradación y facilitando su recuperación.

De acuerdo con las condiciones climáticas de la zona, lo más recomendable es 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. Por las condiciones climatológicas, que imperan en el área de distribución de estas tierras, se debería impulsar el fomento de la ganadería, con razas de ovinos adaptados, que sean de alto rendimiento en lana y carcasa.

■ Especies Recomendables

Dada las características de estas tierras se recomienda mantener y/o mejorar el pasto natural, mediante la colección y selección de aquellas pasturas de mejor calidad palatable, tales como las siguientes especies, Festuca dolicophylla, Poa equigluma, Calamagrostis ovata, Calamagrostis heterophylla, Alchemilla pinnata, Mulembergia ligularis, Eragrostis sp, Poa

gymnantha, Nassella publiflora, Piptochaetum panicoides entre las más importantes.

C.2.2 Sub Clase P3sec

Comprende tierras de calidad agrológica baja, esta conformada por suelos moderadamente profundos a superficiales, con pendientes moderadamente inclinada a empinada (4 – 50 %), textura media a fina; con reacción muy fuerte a moderadamente ácida; fertilidad natural baja; con drenaje natural bueno a moderado, en algunos sectores puede llegar a ser imperfecto. Sus limitaciones están referidas principalmente a los factores edáficos, topográficos y climáticos.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran situadas en las partes altas especialmente en la zona alta de la cuenca, en el ámbito cercano a la divisoria de cuenca

■ **Limitaciones de Uso**

Las limitaciones de uso más importantes de estas tierras, están relacionados básicamente con el factor edáfico, debido principalmente a su fertilidad natural baja a media, por deficiencias principalmente de fósforo disponible y a veces nitrógeno; el factor topográfico por los riesgos de erosión hídrica; y por el factor climático, por la incidencia de bajas temperaturas, constituye una limitación importante sobre todo para la introducción de pasturas mejoradas.

■ **Lineamientos de Uso y Manejo**

Para mantener o mejorar la capacidad productiva o de soporte y el déficit de humedad de estas tierras y para lograr una utilización adecuada, se recomienda un manejo racional de las pasturas, que evite el sobrepastoreo, estableciendo potreros cercados para una determinada carga animal, con una rotación adecuada, recomendándose el sistema de rotación radial, que consiste en efectuar rotaciones con cuatro o cinco potreros, de los cuales tres o cuatro son pastoreados, mientras que uno descansa durante cuatro meses cada año y en diferentes estaciones, de manera que después de cuatro o cinco años se consigue una rotación completa.

De acuerdo con las condiciones climáticas de la zona, lo más recomendable es el uso de pastos nativos, que son más tolerantes y resistentes; también se debe incentivar la propagación de otras pasturas exóticas mejoradas adaptadas, que sean de buena calidad. Por las condiciones climatológicas, que imperan en el área de distribución de estas tierras, se debería impulsar el fomento de la ganadería, con razas de ovinos adaptados, que sean de alto rendimiento en lana y carcasa; adicionando además otras técnicas o prácticas culturales que se consideren de mejor efecto para la zona de páramo del departamento.

■ **Especies Recomendables**

Dada las condiciones ecológicas casi similares a las existentes en el ámbito de distribución de las tierras de la Sub Clase P2se, se recomienda considerar la propagación de las mismas especies nativas, como por ejemplo los siguientes géneros, dada su alta calidad palatable, Festuca, Bromus, Poa, Muhlenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis gilgiane, Calamagrostis cephalanta, Calamagrostis ovata, Festuca orthophylla, Festuca dolocophyl y Calamagrostis heterophylla, entre otras; De otro lado, se recomienda promover la introducción de pastos exóticos adaptados, leguminosa y/o gramíneas de alto valor nutritivo, teniendo especial cuidado en mantener las especies nativas.

C.2.3 Sub Clase: P3s(t)

Agrupación de tierras de calidad agrológica baja, está conformada por suelos moderadamente profundos a superficiales, con pendientes moderadamente a fuertemente inclinada (4 – 15%), textura media a moderadamente fina; con reacción moderadamente a ligeramente ácida; fertilidad natural baja; con drenaje natural bueno a excesivo. Sus limitaciones están referidas principalmente a los factores edáficos y ligeramente el climático.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran ubicadas entre las localidades de Piura y Chulucanas y también entre las localidades de Piura y Sullana.

■ **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 a veces de nitrógeno, también al clima debido a la escasa precipitación, que le confiere características áridas, lo cual sólo permiten el pastoreo en forma temporal y ligeramente al factor topográfico por la presencia de pendiente moderadamente a fuertemente inclinada (4 - 15 %);

■ **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.

Por las condiciones climatológicas, que imperan en el área de distribución de estas tierras, se debería impulsar el fomento de la ganadería, con razas de ovinos adaptados, que sean de alto rendimiento en lana y carcasa; adicionando además otras técnicas o prácticas culturales

que se consideren de mejor efecto para estas zonas de características áridas.

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 erosivos, debido a su pendiente fuertemente inclinada a moderadamente empinada, y 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.

De otro lado, es necesaria 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 y con ello, aumentar la humedad del suelo por un mayor espacio de tiempo, práctica que permitirá un mejor desarrollo de las pasturas.

■ **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 ecológico del departamento, considerándose por ejemplo los siguientes géneros, dada su alta calidad palatable, *Poa* sp, *Bromus* sp, *Calamagrostis* sp, *Bidens* sp, *Chloris* sp, entre otras especies.

C.2.4. Sub Clase: P3se (t)

Comprende tierras de calidad agrológica baja, esta conformada por suelos moderadamente profundos a superficiales, en fase por pendiente moderadamente empinada (15 – 25 %), textura media a moderadamente fina; con reacción moderada a ligeramente ácida; fertilidad natural baja; con drenaje natural bueno a excesivo. Sus limitaciones están referidas principalmente a los factores edáficos, topográficos, y en menor intensidad el climático.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran situadas en la localidad de Las Lomas.

■ **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 topográfico por la presencia en fase por pendiente moderadamente empinada (15 - 25%) y al clima debido a la escasa precipitación, que le confiere características áridas, lo cual sólo permiten el pastoreo en forma temporal.

■ **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 un uso adecuado, se recomienda evitar la tala indiscriminada de las especies arbustivas existentes, prevenir los incendios forestales y evitar las prácticas tradicionales de quema. 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.

Por las condiciones climatológicas, que imperan en el área de distribución de estas tierras, se debería impulsar el fomento de la ganadería, con razas de ovinos adaptados, que sean de alto rendimiento en lana y carcasa, pero aplicados en forma más 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 pasturas.

■ **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 ecológico del departamento, considerándose por ejemplo los siguientes géneros, dada su alta calidad palatable, *Poa* sp, *Bromus* sp, *Calamagrostis* sp, *Bidens* sp, *Chloris* sp, etc.

D. Tierras aptas para producción forestal (F)

Este Grupo de Capacidad incluye aquellas tierras con severas limitaciones edáficas y topográficas que las hacen inapropiadas para las actividades agropecuarias de cualquier tipo, pero si permiten realizar la implantación o reforestación con especies

maderables de valor comercial, propias del medio, ya sea con fines productivos o como en el presente caso, con fines de protección de cuencas de uso muy selectivo.

Sin embargo, 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 representadas cartográficamente a un nivel de estudio más detallado.

Dentro de este grupo se ha encontrado dos (02) Clases de Capacidad de Uso Mayor: F2 y F3.

D.1. Clase F2

Comprende tierras de calidad agrológica media, incluye suelos moderadamente profundos de textura media a fina, con buen drenaje, reacción ligera a moderadamente ácida, fertilidad natural media a baja; apropiadas para la implantación o forestación de especies arbóreas de alto valor botánico, económico, medicinal e industrial, ya sea con fines de explotación o conservación de cuencas; pero con prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos. Sus limitaciones más importantes están referidas principalmente al factor topográfico y edáfico.

Dentro de esta clase se ha determinado una Sub Clase de Capacidad de Uso Mayor: F2se.

D.1.1. Sub Clase F2se

Agrupar tierras de calidad agrológica media, está conformada por suelos superficiales a moderadamente profundos, encuentra localizada sobre lomadas y colinas medias y bajas, en fase por pendiente moderadamente inclinada a fuertemente inclinada (4 – 15%); de textura media a fina; de reacción ligera a moderadamente ácida; buen drenaje. Estas tierras presentan limitaciones edáficas y topográficas que condicionan su uso.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran dispersar a lo largo de toda la cuenca y con mayor incidencia en la zona alta de la cuenca.

■ Limitaciones de Uso

Las limitaciones de uso más importantes de estas tierras están representadas por el factor edáfico, debido a la escasa profundidad efectiva que en el caso del área, está limitado por un contacto lítico; baja fertilidad natural por deficiencia de nutrientes, generalmente de Nitrógeno y Fósforo disponible que limitan el rango de especies forestales propias del piso ecológico, o para aquellas especies exóticas comerciales, poco adaptables al medio y al factor topográfico, constituye la limitación más importante, debido a la presencia de pendiente moderadamente inclinada a fuertemente inclinada que incrementan la susceptibilidad del suelo a la erosión, la escorrentía superficial, lo cual determina que el potencial de erosión sea alto.

- **Lineamientos de Uso y Manejo**

Por las limitaciones existentes en estas tierras, solo pueden ser utilizadas para forestación y/o reforestación con especies maderables comerciales, bien adaptadas, sean nativas o exóticas, manejadas con técnicas silviculturales apropiadas. La reforestación constituye una práctica fundamental que debe ser ejecutada en forma permanente para la conservación y uso racional de los suelos, además de crear una fuente de producción de madera para diversos usos, lo cual significaría un ingreso económico seguro para el productor local; aparte de contribuir a la conservación de suelos de ladera contra los agentes erosivos.

- **Especies Recomendables**

De acuerdo a las condiciones ecológicas, se recomienda especies nativas de la zona como aliso, molle, sauco, patí, entre otras y especies exóticas adaptables a las condiciones del área en estudio.

D2. Clase F3

Comprende tierras de calidad agrológica baja, apropiadas para la implantación o forestación de especies arbóreas de alto valor botánico, económico, medicinal e industrial, ya sea con fines de explotación o conservación de cuencas; pero con prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos. Sus limitaciones más importantes están referidas principalmente al factor topográfico; al edáfico y en menor intensidad el climático.

Dentro de esta Clase se ha determinado dos (02) Sub Clases de Capacidad de Uso Mayor: F3s, F3se.

D.2.1. Sub Clase F3s

Comprende las tierras de producción forestal de calidad agrológica baja, ubicadas sobre depósitos fluviales en terrazas bajas inundables, se encuentra conformada por suelos en fase por pendiente plana a ligeramente inclinada (0 – 4 %), el cual ha sido modelado por la acción fluvial mediante la deposición de materiales al ser inundadas en épocas lluviosas. Se presentan asociadas a tierras de Cultivos en Limpio y Tierras de Protección debido a problemas de inundación en épocas de lluvia; sobre suelos moderadamente profundos a superficiales, limitados temporalmente por la napa freática superficial; son neutros a ligeramente ácidos, con fertilidad natural media a baja.

- **Limitaciones de Uso**

Sus limitaciones más importantes están referidas principalmente al factor edáfico están referidas a la baja fertilidad por su deficiencia en nutrientes como nitrógeno y fósforo disponible.

- **Lineamientos de Uso y Manejo**

El uso de estas tierras debe ser racional tratando de mantener siempre una cobertura arbórea permanente, por lo que la reforestación debe ser constante, manteniendo dicha cobertura sobre todo en las áreas próximas a los cauces para evitar problemas de erosión lateral.

- **Especies Recomendables**

De acuerdo a las condiciones esta Sub Clase comprende las especies más adaptables a estas condiciones de vida serían, el “algarrobo” (*Prosopis pallida*), el “zapote” (*Capparis angulata*), el “hualtaco” (*Loxopterigium huasango*), el “mata burro” (*Parkinsonia aculeata*), el “faique” (*Acacia macracantha*), el “guayacan” (*Tabebuia crysantha*), el “amarillo” (*Centrolobium achroxylon*) y otras especies nativas y/o exóticas que de acuerdo a la experiencia de los pobladores de la zona, prosperen en dicho piso ecológico.

D.2.2. Sub Clase F3se

Agrupar tierras de calidad agrológica baja, está integrada por suelos superficiales a moderadamente profundos, en fase por pendiente moderadamente inclinada a empinada (4 – 50%); de textura media a fina; de reacción muy fuertemente ácida a ácida, y drenaje bueno a excesivo. Con severas limitaciones edáficas y topográficas.

Las tierras de esta Sub Clase se encuentran situadas en las localidades de Las Lomas, Buenos Aires, Salitral entre otras localidades.

- **Limitaciones de Uso**

Como limitaciones de uso más importantes destaca el factor edáfico, debido a la escasa profundidad efectiva que en el caso del área está limitado por un contacto lítico; la baja fertilidad natural por deficiencia de nutrientes, generalmente de nitrógeno y fósforo disponibles que limitan el rango de especies forestales nativas, o para aquellas especies exóticas comerciales, poco adaptables al medio y el factor topográfico, constituye otra limitación importante por la presencia de pendientes empinadas que incrementan la susceptibilidad a la erosión, por el incremento de la escorrentía superficial, lo que determina que el potencial de erosión sea alto.

- **Lineamientos de Uso y Manejo**

Por las fuertes limitaciones existentes en estas tierras, solo pueden ser utilizadas para forestación y/o reforestación con especies maderables comerciales, bien adaptadas, sean nativas o exóticas, manejadas con técnicas silviculturales apropiadas. La reforestación constituye una práctica fundamental que debe ser ejecutada en forma permanente para la

conservación y uso racional de los suelos, además de crear una fuente de producción de madera para diversos usos, lo cual significaría un ingreso económico seguro para el productor local; aparte de contribuir a la conservación de suelos de ladera contra los agentes erosivos.

■ **Especies Recomendables**

De acuerdo a las condiciones de clima árido de la zona las especies más adaptables a estas condiciones serían el “algarrobo” (*Prosopis pallida*), el “zapote” (*Capparis scabrada*), el “hualtaco” (*Loxopterigium huasango*), el “mata burro” (*Parkinsonia aculeata*), el “faique” (*Acacia macracantha*), el “guayacan” (*Tabebuia crysantha*), el “amarillo” (*Centrolobium achroxylon*), el “palo verde” (*Cercidium parecox*).

En la zona que comprende climas superhúmedos templado fríos, las especies más adaptables a estas condiciones serían el “capulí” (*Prunus capulli*), “aliso” (*Alnus jorulensis*), “nogal” (*Juglans sp*) y para aquellas zonas cercanas a los 3800 msnm sería el “pino” (*Pinus radiata*), especies nativas como el “quinual” (*Polilepis sp*), “quishuar” (*Buddleia incana*), “chachacomo” (*Escalonia resinosa*), “laurel” (*Mirica pubescens*) y otras especies nativas y/o exóticas que de acuerdo a la experiencia de los pobladores de la zona, prosperen en dicho piso ecológico.

E. Tierras de protección (x)

Incluye aquellas tierras con limitaciones edáficas, climáticas y topográficas extremas que las hacen inapropiadas para la explotación agropecuaria y forestal, quedando relegadas para otros propósitos, como por ejemplo áreas de recreación, zonas de protección de vida silvestre, plantaciones forestales con fines de protección de cuencas, lugares de belleza escénica.

Dentro de este grupo, no se considera Clases ni Sub Clases de Capacidad de Uso Mayor, pero por razones prácticas se estima necesario presentar el tipo de limitación que restringen su uso, mediante la representación de letras minúsculas que indican las limitaciones existentes, que acompañan al símbolo de las tierras de protección (X). Se ha determinado las Unidades de Tierras de Protección Xse y Xs.

E.1. Unidad Xse

Se encuentra conformada por aquellos suelos mayormente de topografía fuertemente inclinada a muy empinada o escarpada, que comprende suelos esqueléticos, lechos o cauces de ríos y quebradas, suelos muy superficiales, áreas con severos problemas de erosión hídrica como cárcavas, surcos, “bad lands”; suelos con abundante gravosidad, pedregosidad, rocosidad y/o la presencia de un contacto lítico que limita la profundidad efectiva y el volumen útil del suelo, principalmente.

Esta unidad de Tierras de Protección generalmente esta asociada a la topografía accidentada en fase por pendiente empinada a extremadamente

empinada (25 + 50 %); pero también comprende aquellas áreas de topografía más suave sin cobertura vegetal o con una escasa o esporádica cubierta vegetal, donde existe un dinámico proceso erosivo: laminar, arroyadas, canículas, surcos y en casos extremos cárcavas y “bad lands”.

Esta unidad de tierras de protección se encuentra localizada en la parte alta de la cuenca.

E.2. Unidad Xs

Está conformada por suelos cuya clase textural es de arenas, en fase por pendiente plana a ligeramente inclinada (0 – 4%); con bajo nivel de fertilidad, condiciones físicas y químicas desfavorables para el crecimiento de los cultivos y déficit permanente de agua.

Estas tierras se encuentran situadas en las zonas hiperáridas del departamento de Piura, en el Desierto de Sechura, configurando una geomorfología de campos de dunas parabólicas y mantos de arena uniforme.

Explicación del Mapa de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

El mapa N° 12, denominado "Mapa de Capacidad de Uso Mayor" elaborado a la escala 1:100 000, en escala de publicación de 1:200 000, suministra una información de carácter práctico, netamente interpretativa, basada en la aptitud natural que poseen las Tierras para soportar en forma sostenible un determinado uso, sea agrícola, pastoreo, forestal y protección; además 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 de la cuenca del río 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 cinco unidades no asociadas y 90 unidades asociadas, éstas últimas conformadas por dos (02) y tres (03) 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), que 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, c,), que indica las limitaciones o deficiencias de uso, que definen a la Sub Clase (suelo, erosión y clima).

3.6.5 Unidades de Sensibilidad de Suelos

a. Determinación de los indicadores de Sensibilidad

Criterios para la determinación de indicadores de Sensibilidad.

Cada indicador comprende unidades de medida mensurables que sirven como base de comparación para el establecimiento de relaciones, índices de control o seguimiento del componente suelo.

Los indicadores elegidos reúnen las siguientes características:

- Claridad: están definidos expresamente, tienen solidez científica y son de fácil comprensión.
- Flexibilidad: Son aplicables en todas las regiones del país.
- Factibilidad: Están basados en la rápida disponibilidad de datos y son fácilmente mensurables por medio de técnicas disponibles.
- Aplicabilidad: Son medidos en forma práctica, no requieren excesiva carga de trabajo administrativo y tienen bajo costo efectivo.

Los indicadores que se tienen en cuenta corresponden a parámetros del suelo influenciados directamente y/o indirectamente por las condiciones ambientales imperantes, pudiendo pronosticarse su comportamiento en diversos escenarios de cambio climático.

Cuadro Nº 3

Marco lógico para la determinación de los indicadores de sensibilidad del suelo en la Cuenca del Río Piura

Aspectos Técnicos	Indicadores de sensibilidad		
	Fertilidad de Suelos	Sensibilidad Física	Conflictos de Uso
Características Verificables	- Muy Bajo - Bajo - Medio - Alto	- Baja - Moderada - Alta - Muy Alta	- Existe conflicto - No existe conflicto
Medios de Verificación	- Resultados de análisis de Laboratorio. - Desarrollo de especies vegetales.	- Pendiente - Erosión.	- Trabajo de campo - Interpretación de imágenes aéreas.
Supuestos Importantes	El ciclo natural de los nutrientes es alterado por el clima y el uso del suelo.	Los niveles de erosión de suelos se incrementan con la mayor frecuencia de lluvias, producto del cambio climático.	El uso del suelo de acuerdo a su potencial no es el adecuado en gran parte del área de la cuenca.

Cuadro N° 4.Niveles de fertilidad y características
De los suelos

Nivel de Fertilidad.	Indice Ponderado	Descripción
Muy Bajo	0 – 2.5	Son suelos de clase textural gruesa (arena, arena franca), Muy Fina (>60% de arcilla), con tasa de infiltración muy rápida o muy lenta respectivamente. Valores de pH extremadamente ácido a muy fuertemente ácidos o muy fuertemente básicos a fuertemente básicos. Baja Capacidad de Intercambio Catiónico. Son suelos sódicos a salino sódicos, Salinidad fuerte. Alto contenido de carbonatos. Bajo Contenido de Materia Orgánica. Bajo contenido de macronutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Relaciones catiónicas inadecuadas.
Bajo	2.6 – 5	Son suelos de clase textural moderadamente gruesa (franco arenosa) a Fina (Franco arcillosa), con tasa de infiltración rápida o lenta respectivamente. Valores de pH muy fuertemente ácido a fuertemente ácidos o muy fuertemente básicos a fuertemente básicos. Baja Capacidad de Intercambio Catiónico. Son suelos sódicos a salino sódicos, Salinidad muy fuerte. Alto contenido de carbonatos. Bajo Contenido de Materia Orgánica. Bajo contenido de macronutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Relaciones catiónicas inadecuadas.
Medio	5.1 – 7.5	Son suelos de clase textural Moderadamente Gruesa (Franco Arenosa) o Fina (Franco Arcilloso, Franco Arcillo Arenoso, Franco Arcillo Limoso, Arcillo Arenoso, Arcillo Limoso), con tasa de infiltración rápida o lenta respectivamente. Valores de pH mediana a fuertemente ácidos o moderadamente básicos a fuertemente básicos. Mediana Capacidad de Intercambio Catiónico. Son suelos salinos, Salinidad media a fuerte. Contenido medio de carbonatos. Contenido medio de Materia Orgánica. Contenido medio de macronutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Relaciones catiónicas adecuadas.
Alto	7.6 – 10	Son suelos de clase textural Media (Franco), con tasa de infiltración moderada. Valores de pH ligeramente ácidos, neutros a medianamente básicos. Valores altos de Capacidad de Intercambio Catiónico. Son suelos normales en cuanto a su salinidad. Contenido bajo de carbonatos. Contenido alto de Materia Orgánica. Contenido alto de macronutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Relaciones catiónicas adecuadas.

b. Descripción de las Unidades de Sensibilidad de Suelos

Los niveles de sensibilidad de los suelos están definidos mediante la integración de los indicadores seleccionados como: Nivel de fertilidad, sensibilidad física y Conflictos de Uso, tal como se muestra en el cuadro a continuación.

Cuadro N° 5

Descripción de los niveles de sensibilidad de los suelos en la cuenca del río Piura.

NIVELES DE SENSIBILIDAD	DESCRIPCIÓN
Bajo	Presentan niveles de fertilidad altos. La sensibilidad del medio físico es baja. No presentan conflictos de uso.
Medio	Presentan niveles de fertilidad altos y medios. La sensibilidad del medio físico es Baja a Moderada. Pueden presentar o no Conflictos de Uso (menos del 50%).
Alto	Presentan niveles de fertilidad medios y bajos. La sensibilidad del medio físico es Moderada a alta. Presentan Conflictos de Uso en una gran proporción (50 - 75%).
Muy Alto	Presentan niveles de fertilidad bajos y muy bajos. La sensibilidad del medio físico es alta y muy alta. Presentan por lo general Conflictos de Uso (más del 75%).

3.6.6 Plan de Manejo

a. Aspectos Metodológicos para la elaboración del Plan de Manejo

El plan de manejo de suelos de acuerdo a sus niveles de sensibilidad se hace teniendo en cuenta los indicadores inherentes al suelo, lo cual define los niveles cuantificados a través de ponderaciones.

Indicadores.

- Nivel de fertilidad de suelos: Los niveles de fertilidad de suelos están definidos por la ponderación de las características químicas (Capacidad de Intercambio Catiónico, pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, contenido de carbonatos, contenido de nutrientes), características físicas (Clase textural, profundidad efectiva, presencia de estratos duros), características biológicas (presencia de micro y macroorganismos que contribuyen al mejoramiento de las propiedades del suelo). La ponderación de dichas características nos permiten cuantificar el nivel de fertilidad del suelo.
- Niveles de sensibilidad física de suelos: Están determinados por la presencia de procesos geodinámicos (desgaste de la superficie del terreno), la pendiente y la precipitación que ocurre en cada una de los ámbitos de la cuenca. Tendrán menor valor de ponderación aquellos suelos cuya estabilidad está garantizada de acuerdo a la litología y la pendiente predominante, así como por la escasa precipitación pluvial en la zona.
- Conflictos de Uso: Se identifica mediante el patrón de uso actual del suelo en comparación con el Uso Potencial (Capacidad de Uso Mayor), tendrán una menor ponderación aquellos suelos que en porcentajes de área no muestran niveles significativos de conflictos de uso, tendrán una mayor ponderación aquellos donde predomina en gran parte del área los conflictos de uso.

b. Descripción del Plan de Manejo Por unidades de Suelos en diferentes Niveles de Sensibilidad.

Plan de Manejo en Unidades de Suelos con Nivel de Sensibilidad Bajo

■ **Nivel de Fertilidad Alto**

En estos suelos se debe aplicar programas de fertilización que mantengan la fertilidad natural del suelo, restituyendo los nutrientes que se van perdiendo por extracción de los cultivos y otras especies y por los procesos naturales propios del ambiente, como el proceso de mineralización de la materia orgánica.

Se debe implementar un Programa de Fertilización equilibrada entre fertilizantes minerales y orgánicos, aplicando dosis bajas de nutrientes, para el mantenimiento del nivel de fertilidad natural, procurando la incorporación de materia orgánica y usando cualquiera de las siguientes fuentes orgánicas: estiércol, rastrojos de cosecha, compost, excretas de lombriz y guano de islas; teniendo en cuenta la disponibilidad económica del agricultor de la zona tratada. En el caso de especies cultivadas de alta rentabilidad se aconseja el uso de abonos foliares complementarios, así como reguladores de crecimiento y activadores de floración.

La dosis de fertilización se planteará haciendo un balance de nutrientes entre lo que ofrece el suelo y la demanda del cultivo, y las cantidades perdidas que se pueden estimar conociendo las características de los suelos y el ambiente en el cual se desarrollan. Evidentemente que la dosis en estas unidades de suelos será baja a muy baja. Se recomienda realizar un muestreo y análisis de suelos para determinar el contenido de nutrientes del suelo y así tomar una decisión para aplicar niveles óptimos de fertilización.

Para los cultivos tomados en cuenta en el estudio de la Vulnerabilidad de la cuenca se recomienda la siguiente dosificación (Nivel Bajo):

CULTIVOS	DOSIS NPK (KG/HA) ⁽¹⁾			NIVEL DE MATERIA ORGÁNICA
	VÍA FERTILIZANTES MINERALES.			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	TM/HA.
Algodón	80	40	40	2
Arroz	80	40	40	2
Maíz	60	60	30	3
Mango ^(**)	60	40	30	4
Limón ^(***)	80	50	40	4

⁽¹⁾Dosis referencial, la cual debe ser calculada considerando las características de cada uno de los suelos.

^(**)Dosis para plantación de mango de cinco años en campo definitivo

^(***)Dosis para plantación de limón de cinco años en campo definitivo.

- **Sensibilidad Física: Baja**

Las unidades de suelos con Sensibilidad Física Baja, indica áreas estables debido al material de suelo predominante, la pendiente baja (A,B) y procesos geodinámicos leves a nulos. El Trabajo a seguir en estos suelos es mejorar la estructura, lo cual se consigue con la incorporación de materia orgánica, recomendada en el programa de fertilización citado anteriormente.

- **Conflictos de Uso: No presentan**

En este nivel de sensibilidad de suelos se observa que se viene dando el uso apropiado a la tierra de acuerdo al potencial que le corresponde, de tal forma que se debe recomendar se siga con el mismo criterio, tratando de identificar nuevas especies que mejoren la rentabilidad del agricultor y minimizando los riesgos que impliquen un deterioro de los suelos, especialmente en sus características físicas, químicas y biológicas.

Plan de Manejo en Unidades de Suelos con Nivel de Sensibilidad Medio

- **Nivel de Fertilidad Alto y Medio.**

En estos suelos se debe aplicar programas de fertilización que mantengan el nivel de fertilidad natural del suelo, restituyendo los nutrientes que se van perdiendo por extracción de los cultivos y otras especies, y también las pérdidas por los procesos naturales propios del ambiente, como el proceso de mineralización de la materia orgánica, disolución y lavado de nutrientes. Se aconseja el uso de abonos foliares complementarios, así como reguladores de crecimiento y activadores de floración, para cultivos de alta rentabilidad.

Se debe implementar un Programa de Fertilización equilibrada entre fertilizantes minerales y orgánicos, aplicando dosis bajas a medias de nutrientes, para el mantenimiento del nivel de fertilidad natural, procurando la incorporación de materia orgánica y usando fuentes orgánicas como: estiércol, rastrojos de cosecha, compost, excretas de lombriz y guano de islas; teniendo en cuenta la disponibilidad económica del agricultor de la zona tratada. El caso de la fertilización para niveles altos de fertilidad ya fue expuesto en el nivel de sensibilidad anterior, en el presente caso se expone sobre la fertilización para niveles medios de fertilidad.

La dosis de fertilización media se planteará haciendo un balance de nutrientes entre lo que ofrece el suelo y la demanda del cultivo, y las cantidades perdidas que se pueden estimar conociendo las características de los suelos y el ambiente en el cual se desarrollan.

Para los cultivos tomados en cuenta para el estudio de la Vulnerabilidad de la cuenca se recomienda la siguiente dosificación media:

CULTIVOS	DOSIS NPK (KG/HA)			NIVEL DE MATERIA ORGÁNICA
	VÍA FERTILIZANTES MINERALES.			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	TM/HA.
Algodón	120	60	60	4
Arroz	140	80	60	4
Maíz	100	80	45	6
Mango ^(*)	120	80	100	8
Limón ^(**)	120	80	60	8

^(*)Dosis referencial, la cual debe ser calculada considerando las características de cada uno de los suelos.

^(**)Dosis para plantación de mango de cinco años en campo definitivo

^(***)Dosis para plantación de limón de cinco años en campo definitivo.

■ Sensibilidad Física: Leve a Moderada

Las unidades de suelos con Sensibilidad Física leve a moderada, indica áreas medianamente estables debido al material de suelo predominante, poco coherente por su estructura, la pendiente (C,D) y procesos geodinámicos moderados. El Trabajo a seguir en estos suelos es mejorar la estructura, lo cual se consigue con la incorporación de materia orgánica, en forma sostenida cada año para mejorar en forma paulatina dicha característica, así como otras propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Para el caso de la sensibilidad física moderada, se recomienda, la ejecución de prácticas de conservación de suelos, que implican la construcción progresiva de estructuras mecánicas y biológicas en el campo, entre las prácticas estructurales recomendadas tenemos: Surcos en contorno, terrazas de formación lenta, franjas en contorno y canales de desviación. En el tema de prácticas biológicas se recomienda la siembra de cultivos de mayor densidad y cobertura, de tal forma que los suelos no estén parcialmente protegidos, generando una cubierta protectora contra el poder erosivo de las gotas de lluvia.

■ Conflictos de Uso: Pueden presentarse o no conflictos de uso

Se detecta conflictos de uso en un área significativa de estos suelos, se debe promover el uso de la tierra de acuerdo a su potencial, se ha observado la producción de cultivos en limpio en tierras que tienen aptitud para cultivos permanentes y pastos, lo cual puede desencadenar procesos de degradación del recurso.

Ante tal problema se recomienda alternativas de producción rentables con especies de cultivos permanentes y pastos en rotación, que permitan a los agricultores tomar la decisión del cambio de uso actual del suelo a un uso correcto de acuerdo a su potencial y a una mejor rentabilidad y conservación de la actividad agrícola y del recurso.

Plan de Manejo en Unidades de Suelos con Nivel de Sensibilidad Alto

■ Nivel de Fertilidad Medio - Bajo

En estos suelos se debe aplicar programas de fertilización que mejoren el nivel de fertilidad natural del suelo, que restituyan los nutrientes que se van perdiendo por extracción de los cultivos y otras especies, y también las pérdidas por los procesos naturales propios del ambiente, como el proceso de mineralización de la materia orgánica, disolución y lavado de nutrientes. Es importante la aplicación de abonos foliares complementarios, así como reguladores de crecimiento y activadores de floración, para maximizar los rendimientos especialmente en cultivos de exportación.

Se debe implementar un Programa de Fertilización equilibrada aplicando fertilizantes minerales y orgánicos, considerando dosis de nutrientes medias a altas, encaminado al mejoramiento y restitución del nivel de fertilidad natural, procurando la incorporación de materia orgánica y usando fuentes orgánicas como: estiércol, rastrojos de cosecha, compost, excretas de lombriz y guano de islas; teniendo en cuenta la disponibilidad económica del agricultor de la zona tratada. El caso de la fertilización para niveles medios de fertilidad ya fue expuesto en el nivel de sensibilidad anterior, en el presente caso se expone sobre la fertilización para niveles bajos de fertilidad.

La dosis de fertilización alta se planteará haciendo un balance de nutrientes entre lo que ofrece el suelo y la demanda del cultivo, también se tiene en cuenta las cantidades perdidas, posibles de estimar, conociendo las características de los suelos y el ambiente en el cual se desarrollan.

Para los cultivos tomados en cuenta para el estudio de la Vulnerabilidad de la cuenca se recomienda la siguiente dosificación alta:

CULTIVOS	DOSIS NPK (KG/HA)			NIVEL DE MATERIA ORGÁNICA
	VÍA FERTILIZANTES MINERALES.			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	TM/HA.
Algodón	160	80	80	6
Arroz	200	120	80	6
Maíz	140	100	60	8
Mango ^(*)	180	120	140	10
Limón ^(**)	180	100	80	10

^(*)Dosis referencial, la cual debe ser calculada considerando las características de cada uno de los suelos.

^(**)Dosis para plantación de mango de cinco años en campo definitivo

^(***)Dosis para plantación de limón de cinco años en campo definitivo.

■ Sensibilidad Física: Moderada a Alta

Las unidades de suelos con Sensibilidad Física moderada a Alta, indica áreas con menor estabilidad física, debido al material de suelo predominante, poco coherente por su estructura, pendientes (D,E) y procesos geodinámicos

moderados a altos. El Trabajo a seguir en estos suelos es mejorar la estructura, lo cual se consigue con la incorporación de materia orgánica, en forma sostenida cada año para mejorar en forma paulatina dicha característica, así como otras propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Para el caso de la sensibilidad física Alta, se recomienda, la ejecución de prácticas de conservación de suelos, que implican mayor costo, debido a que la construcción progresiva de estructuras mecánicas y biológicas en el campo se aplica con mayor intensidad, entre las prácticas estructurales recomendadas tenemos: Surcos en contorno, terrazas de formación lenta, franjas en contorno, canales de desviación, Estabilización de cárcavas y surcos, construcción de gaviones, etc.

En el tema de prácticas biológicas se recomienda la siembra de cultivos de mayor densidad y cobertura, de tal forma que los suelos no estén parcialmente protegidos, generando una cubierta protectora contra el poder erosivo de las gotas de lluvia.

■ **Conflictos de Uso: Pueden presentarse o no conflictos de uso**

Se detecta conflictos de uso en un área significativa de estos suelos (50 – 75% del área), se debe promover el uso de la tierra de acuerdo al potencial que le corresponde, se ha observado la producción de cultivos en limpio en tierras que tienen aptitud para cultivos permanentes, pastos y forestales; también se detecta tierras con cultivos permanentes siendo su vocación para pastos, forestales y tierras de protección; todo lo anterior puede desencadenar procesos de degradación del recurso.

Ante tal problema se recomienda alternativas de producción rentables con especies de cultivos permanentes, pastos en rotación y forestales con doble propósito tanto de protección como para extracción racional de madera; las mejores alternativas permitirá a los agricultores tomar la decisión del cambio de uso actual del suelo, dándole un uso correcto de acuerdo a su potencial y a una mejor rentabilidad y conservación de la actividad agrícola y del recurso.

Plan de Manejo en Unidades de Suelos con Nivel de Sensibilidad Muy Alto

■ **Nivel de Fertilidad Muy Bajo**

En estos suelos se debe aplicar programas de fertilización que mejoren el nivel de fertilidad natural del suelo muy bajo, de tal forma que se restituya los nutrientes que se van perdiendo por extracción de los cultivos y otras especies, y también las pérdidas por los procesos naturales propios del ambiente, como el proceso de mineralización de la materia orgánica, disolución y lavado de nutrientes. Es pertinente el uso de abonos foliares complementarios, así como reguladores de crecimiento y activadores de floración, para cultivos de alta rentabilidad.

Se debe implementar un Programa de Fertilización equilibrada aplicando fertilizantes minerales y orgánicos, considerando dosis de nutrientes

altas, encaminado al mejoramiento y restitución del nivel de fertilidad natural, procurando la incorporación de materia orgánica y usando fuentes orgánicas como: estiércol, rastrojos de cosecha, compost, excretas de lombriz y guano de islas; teniendo en cuenta la disponibilidad económica del agricultor de la zona tratada.

La dosis de fertilización alta se planteará haciendo un balance de nutrientes entre lo que ofrece el suelo y la demanda del cultivo específico, también se tiene en cuenta las cantidades perdidas, posibles de estimar, conociendo las características de los suelos y el ambiente en el cual se desarrollan.

Para los cultivos tomados en cuenta para el estudio de la Vulnerabilidad de la cuenca se recomienda la siguiente dosificación Muy alta:

CULTIVOS	DOSIS NPK (KG/HA)			NIVEL DE MATERIA ORGÁNICA
	VÍA FERTILIZANTES MINERALES.			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	TM/HA.
Algodón	200	100	100	8
Arroz	240	160	100	8
Maíz	180	160	75	10
Mango ^(**)	240	200	180	12
Limón ^(***)	220	140	100	12

^(*)Dosis referencial, la cual debe ser calculada considerando las características de cada uno de los suelos y variedades de cultivo.

^(**)Dosis para plantación de mango de cinco años en campo definitivo

^(***)Dosis para plantación de limón de cinco años en campo definitivo.

■ Sensibilidad Física: Alta a Muy Alta

Las unidades de suelos con Sensibilidad Física Alta a muy Alta, presenta áreas con menor estabilidad física, debido al material de suelo predominante, poco coherente por su estructura, pendientes (E,F) y procesos geodinámicos de gran magnitud. El Trabajo a seguir en estos suelos es mejorar su estructura, lo cual se consigue con la incorporación de materia orgánica, en forma sostenida cada año para mejorar en forma paulatina dicha característica, así como otras propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Para el caso de la sensibilidad física Alta, se recomienda, la ejecución de prácticas de conservación de suelos, que implican un mayor costo que en los casos anteriores, debido a que la construcción progresiva de estructuras mecánicas y biológicas en el campo se aplica con mayor intensidad, entre las prácticas estructurales recomendadas tenemos: Surcos en contorno, terrazas de formación lenta, franjas en contorno, canales de desviación, Estabilización de cárcavas y surcos, construcción de gaviones, etc.

Como prácticas biológicas se recomienda la siembra de cultivos de mayor densidad y cobertura, de tal forma que los suelos no estén parcialmente

protegidos, generando una cubierta protectora contra el poder erosivo de las gotas de lluvia. Es necesaria la siembra de especies forestales, con cultivos, generando propuestas de agroforestería para diversificar la producción y conservar el recurso suelo.

■ **Conflictos de Uso: Se presentan conflictos de uso en más del 75%**

Se detecta conflictos de uso en un área significativa de estos suelos (>75% del área), se debe promover el uso de la tierra de acuerdo a su potencial, se ha observado la producción de cultivos permanentes en tierras que tienen aptitud para cultivos de pastos y forestales; también se detecta tierras con cultivos permanentes siendo la vocación del recurso para forestales y lo más grave, en tierras de protección; todo lo anterior puede desencadenar procesos de degradación del recurso en forma acelerada.

Por tal consideración, se recomienda alternativas de producción rentables con especies de cultivos permanentes, pastos en rotación y forestales con doble propósito tanto de protección como para extracción racional de madera; las mejores alternativas permitirán a los agricultores tomar la decisión del cambio de uso actual del suelo, dándole el uso que le corresponde al suelo con el objetivo de realizar una actividad sustentable.

Las tierras con aptitud para Protección, no deben ser incorporadas a la actividad productiva, deberán ser delimitadas con un gran nivel de precisión para ser incorporadas a un Programa de Conservación de Suelos.

3.7 COBERTURA VEGETAL

3.7.1 Introducción

El presente estudio de cobertura vegetal realizado en la cuenca del río Piura, forma parte integrante del diagnóstico de los recursos naturales con el objeto de identificar áreas con notable vulnerabilidad física natural, lo que permitirá elaborar una propuesta de estrategia de adaptación al cambio climático en el sector agrario.

La fuerte presión de la actividad agropecuaria, sobre los bosques naturales ubicados en tierras de aptitud forestal y de protección, está logrando el incremento paulatino del grado de vulnerabilidad de las mismas, es decir, quedan expuestas sin protección a los fuertes procesos geodinámicos y físicos naturales que se presentan periódicamente en la cuenca. Asimismo, las malas prácticas agropecuarias conllevan a un incremento del deterioro de los suelos, lo que podría conducir finalmente al proceso de desertificación, especialmente aquellas ubicadas en áreas con déficit hídrico durante el año.

Por otro lado, la extracción forestal tradicional e ilegal, está produciendo, por un lado, el real empobrecimiento de los bosques (pérdida de especies valiosas de complicada regeneración natural e instalación de especies indeseables o malezas), y por otro lado, está ocasionando la eliminación parcial de la cobertura boscosa y en

consecuencia, mayor exposición del suelo a la insolación (menor retención de la humedad del suelo) y erosión.

En el área estudiada se identificaron en total diecinueve tipos de cobertura vegetal (19), ubicados tanto en las planicies del desierto costero, como en los paisajes de lomadas, colinas y montañas, es decir, desde el nivel del mar hasta las altas montañas del macizo occidental andino (3600 msnm) que encierran la cuenca. Entre las coberturas de origen natural se distinguen por su mayor superficie el *bosque tipo sabana ralo*¹, quien ocupa el 27,4% de la superficie total estudiada, luego le siguen con menores superficies el *bosque caducifolio ralo de montaña* (9,4%) y el *bosque tipo sabana muy ralo* (8.3%). Entre las coberturas de origen antrópico, sobresalen por su mayor extensión superficial los *cultivos de llanura* y los *cultivos de montaña*, con el 15,3% y 12,7%, respectivamente, de la superficie total estudiada.

3.7.2 Objetivo

Identificar y caracterizar los tipos de cobertura vegetal existente en la cuenca del río Piura con fines de identificar áreas naturales altamente vulnerables para elaborar propuesta de adaptación al cambio climático en el sector agrario.

3.7.3 Método

Para la identificación y clasificación de los tipos de cobertura vegetal, se utilizó una combinación de conceptos fisonómicos, florísticos, climáticos, geomorfológicos y de uso de la tierra.

La determinación de unidades se hizo a través del proceso de interpretación visual de imágenes Landsat TM, con escala mínima de 1/ 50 000, lo que permitió un aceptable detalle para el trabajo, utilizando para ello el software Arc View GIS 3,3. Luego el trabajo de campo permitió verificar el mapa preliminar y levantar información para su caracterización.

3.7.4 Descripción de Unidades de Cobertura Vegetal

BOSQUES

a. Bosque perennifolio denso de montaña (BPd-m)

Este bosque se localiza en las porciones superiores húmedas del macizo occidental andino que encierra a la cuenca del río Piura (1700-3000 m), algunas veces formando un cinturón que cubre la cima montañosa, y otras limitando con el Pajonal tipo páramo; asimismo, se encuentra fraccionado o disperso. Ocupa una superficie de 16 090,66 ha, que representa el 1,38% del área estudiada

Las condiciones de gran humedad ambiental y de temperaturas frías, típico de los *bosques nublados* del piso montano, ha permitido el desarrollo de una densa vegetación, donde predominan comunidades arbóreas siempre verdes, de porte bajo y achaparrado, con algunas características morfológicas que le permiten contrarrestar las bajas temperaturas y alta humedad, como es, la presencia de resinas en el tallo y hojas, hojas pequeñas y de consistencia

coriácea, pubescencia pronunciada en algunas especies, así como la presencia de plantas inferiores sobre los tallos y ramas (musgos), etc. Además del estrato arbóreo, se hacen presente comunidades arbustivas, epifitas, cañas y herbáceas diversas. Entre las epifitas se observa en forma frecuente la presencia de la “achupallas” *Bromelia sp*, de hojas suculentas en forma de rosetas, de color verde las jóvenes, y rojizo las adultas. Ver figura 1.

Las especies arbóreas más abundantes de este bosque son las siguientes:

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
“queñoa”	<i>Polylepis sp</i>	Rosaceae
“laurel”	<i>Myrica pubescens</i>	Myricaceae
“tonga”	<i>Clusia sp</i>	Clusiaceae
“frutilla”	<i>Miconia andina</i>	Melatomataceae
“cedro de altura”	<i>Cedrela montana</i>	Meliaceae
“maqui maqui”	<i>Orepanax sp.</i>	Araliaceae
“culantrillo”	<i>Weimania sp</i>	Cunoniaceae
“yuto”	<i>Myrcine sp.</i>	Myrtaceae
“higuerón”	<i>Ficus killipii</i>	Moraceae
“paltón”	<i>Ocotea sp</i>	Lauraceae
“lanchi”	<i>Myrcia sp.</i>	Myrsinaceae
“chachacomo”	<i>Escallonia resinosa</i>	Saxifragaceae
“moco moco”	<i>Bocona frtescens</i>	Papaveraceae
“guayabilla”	<i>Myrcianthes sp.</i>	Myrtaceae
.....	<i>Sympolocos sp.</i>
.....	<i>Vallea stipularis</i>

Se incluyen en este bosque, comunidades arbustivas siempre verdes, quienes han adoptado una morfología especial (hojas coriáceas, pubescentes, resinosas, espinosas, etc.) que les permite soportar la baja temperatura y humedad. Las especies más frecuentes son las siguientes: “cucharilla” *Oreocallis mucronata*, “chilca” *Baccharis sp.*, *Tibouchina sp.*, *Monnina salicifolia*, *Hesperomeles lanuginosa*, *Bracchiotum sp.*, *Miconia sp.*, etc. Se incluyen en este estrato comunidades de cañas muy delgadas representadas por la s la especie “suro” *Chusquea sp*



Foto N° 6

Relictos de bosque perennifolio denso de montaña, circundado por áreas de cultivo en descanso. Altitud aprox. 2500 msnm. Sobre la localidad de Canchaque

b. Bosque caducifolio ralo de montaña (BCr- m)

Este bosque se localiza desde las porciones bajas hasta las porciones medias de las laderas montañosas que encierran el valle del río Piura y quebradas tributarias, comprendidas entre 200 y 1500 msnm; presentan pendientes desde empinadas hasta escarpadas (> 70%) y un clima que va desde el semiárido (parte inferior) hasta el subhúmedo (porción superior). Ocupa una superficie de 109912,02 ha, que representa el 9,4% del área estudiada.

El clima semiárido (parte baja) y subhúmedo (parte alta) propicia el desarrollo de una mixtura de comunidades de árboles y arbustos caducifolios, es decir, que pierden completamente su follaje durante el período seco, como una forma de contrarrestar la deficiencia hídrica existente durante la mayor parte del año. Se incluyen algunos elementos arbóreos perennifolios, ubicados en sitios particulares donde se conserva mejor la humedad, como son algunas pequeñas quebradas que discurren desde las partes altas y que logran almacenar mejor el agua. Es característico, la presencia de abundante epifitas (“salvajina” *Tillandsia usneoides*) sobre la copa o ramas de los árboles, a manera de gruesas y largas barbas, producto de la neblina que asciende desde las partes bajas, en ciertos meses del año.

Las especies arbóreas con mayor abundancia que existen en este bosque son las siguientes: “pasallo” *Eriotheca ruizii*, “palo santo” *Bursera graveolens*, “venturo” *Erythrina smithiana*, “charán” *Caesalpineia paipai*, “hurarpo” *Terminalia valverdae*, *Piscidia carthagenensis*. Con menor abundancia se encuentran, especies como, “almendro” *Geoffroea striata*, “pego pego” *Pisonia macracantha*, “hualtaco” *Loxopterigium huasango*,

“guayacán” *Tabebuia crysantha*, “pata de vaca” *Bauhinia aculeata*, “polo polo” *Cochlospermum vitifolium*, “angolo” *Phithecellobium sp.*, etc. En las zonas con cierta humedad, como son las quebradas, se ubican algunos árboles de grandes dimensiones de carácter perennifolio, como son el “higuerón” *Ficus killipii* y el “palo blanco” *Celtis sp.*

En base a estudios forestales realizados en la zona, se estima la existencia de 20-25 especies arbóreas, con poblaciones de 120-130 árboles/ha, un área basal de 5-8 m²/ha y un volumen maderable de alrededor de 30-35 m³/ha (todas las medidas a partir de 5cm de diámetro del tallo o tronco a la altura del pecho (DAP)).

Los árboles dominantes en altura (hasta 22m), diámetro (hasta 80 cm) y cobertura de copa (30-35%) son las siguientes: pasallo, ceibo, hualtaco, polo polo, venturo y huarapo. Ver figuras 2 y 3.

En el estrato inferior del bosque se encuentran comunidades arbustivas, la mayoría de ellas de carácter caducifolio que crecen hasta 4m de alto, siendo la más abundante el “overo” *Cordia lutea* (50-80 individuos/ha), con menor abundancia se encuentran las siguientes: “cuyuchina” *Croton sp.*, “palo negro” *Grabowskia boerhaviifolia*, “sierra” *Cassia sp.*, “papelillo” *Bougainvillea pachyphylla*, etc. Se incluyen en este estrato algunas suculentas de porte columnar (cactácea) como son: “cardo maderero” *Armatocereus cartwrightianus* y *Browningia microsperma*, con una población de hasta 20 individuos/ha.

Finalmente, cabe resaltar la presencia de un estrato herbáceo denso y predominante (hasta 2 m de alto) que impide el libre tránsito durante el período de mayor humedad y que luego desaparece durante el período seco.



Foto.7

Bosque caducifolio ralo de montaña. Cerro Piscan, arriba de la localidad de Pueblo Nuevo (microcuenca Río Corrales)

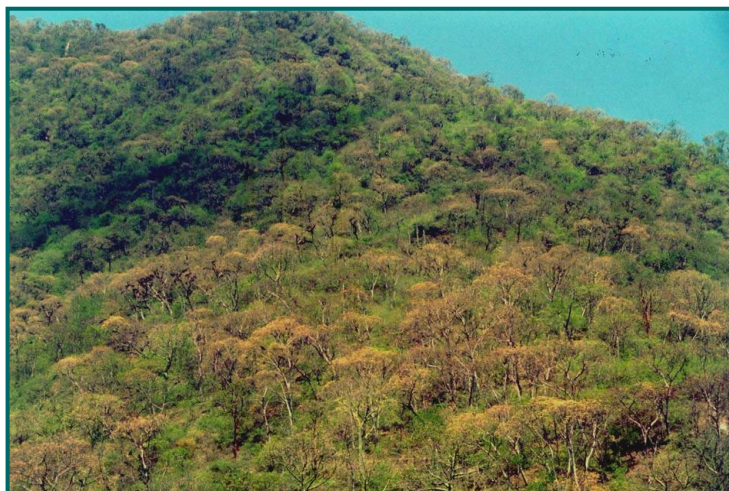


Foto N° 8

Bosque caducifolio ralo de montaña. Predominan especies caducifolias (bombacáceas), tales como, “pasallo” *Eriotheca ruizii*, “ceibo” *Ceiba pentandra*. Cerro Piscan.

c. Bosque caducifolio semidenso de montaña (BCs- m)

Este bosque se localiza en las porciones medias y superiores de las laderas montañosas que encierran el valle del río Piura, comprendidas entre 500 y 1600 msnm; presentan pendientes desde empinadas hasta escarpadas (> 70%) y un clima que va desde el semiárido (parte inferior) hasta el subhúmedo (porción superior). Ocupa una superficie de 62 569,12 ha, que representa el 5,35% del área estudiada.

La vegetación es casi similar al bosque caducifolio ralo de montaña, en cuanto a su composición florística, fisonomía y dimensiones, excepto los valores relacionados a su densidad y grado de cobertura, que tienden a ser mayores, debido probablemente a su ubicación geográfica, como es la de estar en las porciones más elevadas, pocas accesibles y con mejor condición de humedad.

Las especies arbóreas más abundantes son las siguientes: “pasallo” *Eriotheca ruizii*, “palo santo” *Bursera graveolens*, “venturo” *Erythrina smithiana*, “charán” *Caesalpinea paipai*, “huarapo” *Terminalia valverdae*, *Piscidia carthagenensis*, “almendro” *Geoffroea striata*, “pego pego” *Pisonia macracantha*, “hualtaco” *Loxopterigium huasango*, “guayacán” *Tabebuia crysantha*, “pata de vaca” *Bauhinia aculeata*, etc.



Foto N° 10

Bosque caducifolio semidenso de montaña. Cerro Gloria. Arriba de la localidad de Piscan. Microcuenca Río Piscan.

Se estima la presencia de unas 30 especies arbóreas con una densidad poblacional de 150-160 árboles/ha, una área basal próximo a 10 m²/ha y un volumen maderable de alrededor de 50 m³ ha (a partir de 5cm de DAP).

Las especies arbóreas que alcanzan mayores dimensiones en altura y diámetro son: pasallo, ceibo, hualtaco, polo polo, venturo y el huarapo, algunos ejemplares logran alcanzar alturas hasta de 22 m y diámetros hasta 80 cm. Se

estima una cobertura de copa del orden de 35-45%, siendo las especies antes mencionadas que aportan con los mayores valores.

En el estrato inferior del bosque, existen comunidades arbustivas, como el “overo” *Cordia lutea*, *Croton* sp., *Grabowskia boerhaviifolia*, *Cassia* sp., *Bougainvillea pachyphylla*, etc. Se incluye aquí, algunos elementos suculentos de porte columnar y arbóreo de la familia Cactaceae, como el “cardo maderero” *Armatocereus cartwrightianus* y *Browningia microsperma*.

Se incluye también un estrato herbáceo denso y predominante de carácter estacional; aparece durante el período de lluvias veraniegas (enero-abril) y luego desaparece durante el período seco (mayo-diciembre).

d. Bosque mixto ralo de piedemonte (BMr-pm)

Este bosque se localiza en el piedemonte de los cerros Curcur y Tinaja, comprendido entre 100 y 500 msnm, allí donde se ha asentado depósitos coluvio-aluviales con relieve moderadamente disectado y pendientes menores de 50%. Ocupa una superficie de 13 169,06 ha, que representa el 1,13% del área estudiada.

La vegetación se caracteriza por conformar una mixtura de asociaciones arbóreas de follaje caducifolio y perennifolio. Los árboles caducifolios mayores son generalmente de porte bajo (< 12m de alto) y se encuentran de manera dispersa sobre el terreno, excepto las poblaciones jóvenes que se instalaron durante los últimos fenómenos “El Niño”, quienes se encuentran formando masas densas en el estrato medio e inferior.

Entre las especies arbóreas caducifolias que se encuentran en forma rala figuran las siguientes: “pasallo” *Eriotheca ruizii*, “hualtaco” *Loxopterigium huasango* y “palo santo” *Bursera graveolens*. En cuanto a las especies perennifolias con menor altura (< 8m) se encuentran las siguientes: “algarrobo” *Prosopis pallida*, “sapote” *Capparis scabrida*, “palo verde” *Cercidium praecox*, “faique” *Acacia macracantha* y “margarito” *Capparis eucalyptifolia*. En el estrato arbustivo se encuentran el “overo” *Cordia lutea* y el “papelillo” *Bougainvillea pachyphylla*. También es notorio la presencia de *suculentas de porte columnar* (cactáceas), tales como, “gigantón” *Neoraimondia gigantea*, “cardo” *Armatocereus cartwrightianus*, *Haageocereus* sp. y *Browningia microsperma*.

Se incluye en esta unidad muchas áreas del piedemonte con vegetación muy rala donde ha existido una severa extracción forestal y sobrepastoreo, las cuales no se han recuperado, encontrándose en proceso de degradación del suelo.



Foto N° 11

Bosque ralo de piedemonte. Cerro El Virrey. Arriba de la localidad El Virrey.

e. Bosque mixto ralo de colinas (BMr-c)

Este bosque se localiza en el paisaje semiárido de colinas cuyas pendientes oscilan de 15 a 70%, forman parte de las primeras estribaciones del macizo occidental andino, entre 200 y 600 msnm, con una superficie de 19 236,94 (1,65% de la superficie estudiada).

El bosque se caracteriza por ser mayormente caducifolio durante el período de mayor déficit hídrico, con una menor proporción de árboles siempre verdes o perennifolios. Se estima la existencia de una población de 90 a 100 árboles./ha (a partir de 5 cm de DAP). La especie más abundantes son: “hualtaco” *Loxopterygium huasango*, “algarrobo” *Prosopis pallida*, “sapote” *Capparis scabrida*, “charán” *caesalpineia paipai*, “palo santo” *Bursera graveolens* y “porotillo” *Capparis eucalyptifolia*. Se observa que la regeneración natural del palo santo es casi nula, respecto a las otras especies mencionadas.

La especie con mayor desarrollo de fuste es el “hualtaco”, con algunos ejemplares que llegan cerca a los 15 m de altura. En general, la mayor población alcanza alturas entre 4 y 10 m. se estima una cobertura del orden del 20%, correspondiendo los mayores valores al “hualtaco”

Se reporta la presencia de las siguientes especies arbustivas: “overo” *Cordia lutea*, “bichayo” *Capparis ovalifolia*, “palo negro” *Grabowskia boerhaviifolia*, “papelillo” *Bougainvillea pachyphylla* y “culluchina” *Croton sp.* Se incluyen cactáceas como el “cardo” *Armatocereus sp.*

f. Bosque mixto de ralo de lomadas (Bmr-I)

Este bosque se localiza en el paisaje árido de lomadas, con pendientes menores del 25%, por debajo de 200 msnm, sobre una superficie de 18 245,43 ha (1,56% de la superficie estudiada).

Este bosque está compuesto de una mixtura de comunidades arbóreas mayormente de follaje siempre verde y una mínima proporción de especies caducifolias.

Las especies arbóreas más frecuentes son: “algarrobo” *Prosopis pallida*, “hualtaco” *Loxopterygium huasango*, “sapote” *Capparis scabrida* y “charán” *Caesalpinea paipai*. Se estima una cobertura del orden del 10%.

En el estrato inferior del bosque, se encuentran especies como el “overo” *Cordia lutea*, la “borrachera” *Ipomoea carnea* y algunas cactáceas. Se hace presente también existe un estrato herbáceo de vida efímera.

g. Bosque mixto ralo de lomadas y colinas (BMr- Ic)

Este bosque se localiza en los paisajes áridos de lomadas y de colinas bajas, frente que se conectan con las laderas montañosas del macizo occidental andino, entre 100 y 200 msnm. Ocupa una superficie de 14 419,19 ha, que representa el 1,23% del área estudiada

La vegetación se caracteriza por su poca diversidad florística, donde predominan las espinosas arbóreas siempre verdes, sobre las especies caducifolias, las cuales se encuentran distribuidas de manera muy dispersa sobre el terreno. Existe además un estrato arbustivo y un estrato herbáceo de vida efímera.

Entre las especies más comunes se mencionan a las siguientes: algarrobo, charán, hualtaco y porotillo. El hualtaco presenta la mayor población con alturas entre 4 y 10 m de altura.

En cuanto a la población arbustiva, se encuentran el overo principalmente, y en menor cantidad la borrachera.

h. Bosque tipo sabana muy ralo de superficies disectadas (BSmr-sd)

Este bosque se localiza en el extremo sur-este del área de estudio, por debajo de los 200 msnm, caracterizado constituir depósitos eólicos antiguos (Pleistoceno) los mismos que han sufrido erosión aluvial, dando la impresión de

constituir superficies disectadas o corrugadas. Se incluyen también depósitos eólicos y aluviales recientes. Ocupa una superficie con una superficie de 5 160,45 ha (0,44% de la superficie estudiada). Comprende el ámbito de las quebradas Vega Callejones, Cerro Redondito, Cerro Morales Chico, etc.

La vegetación se caracteriza por ser de baja densidad, de porte bajo, achaparrado y con predominio de árboles de follaje siempre verde sobre los deciduos. Se estima la existencia de unas 8 especies forestales, una densidad de 25 a 30 árboles/ha (mayor a 5 cm de DAP), siendo la especie más abundante el “sapote” *Capparis scabrida*, y en menor cantidad se encuentran las especies: “aromo” *Acacia huarango*, “hualtaco” *Loxopterygium huasango*, “palo santo” *Bursera graveolens*, “pasallo” *Eriotheca ruizii*, “algarrobo” *Prosopis pallida*, “palo verde” *Cercidium praecox* y “charán” *Caesalpinia corymbosa*.

Las especie arbórea que alcanza mayor porte es el hualtaco (<12 m) y la mayor población alcanza alturas de < 10 m. Se estima una cobertura de 3-5%, presentando los mayores valores el sapote. Entre los arbustos, se menciona al overo (hasta 3m de alto) y al bichayo, así como la cactácea “cardo” (5m). Se aprecia también un estrato herbáceo de carácter temporal cuyo desarrollo está supeditado a la intensidad de las lluvias veraniegas.



Foto N° 12

Bosque tipo sabana muy ralo de superficies disectadas.

i. Bosque tipo sabana ralo 1 (BSr1)

Este bosque se localiza en la gran llanura del desierto costero, desde las proximidades del mar, hasta aproximadamente los 200 msnm (sectores: Cruz de Caña, La Noria Vieja, El Alto del Gallo, Noria Nemesio, El Cincuenta, El Venado, Hualtaco, Monte Azul. Hispón, La Ancajima, Ternique, etc.), con una superficie de 320 460,50 ha (27,41% del área estudiada).

La superficie que soporta a la vegetación está conformada por depósitos eólicos formados en el Cuaternario Reciente (Cenozoico). Los mantos de arena existen en gran volumen debido a la superposición de dunas que se encuentran estabilizadas por la vegetación. Estos materiales al norte están in consolidados por lo que las dunas están en constante movimiento. También existen depósitos aluviales formados en la misma época y en algunos sectores están parcialmente cubiertos por depósitos eólicos, localizados en el área de influencia del curso del río Piura.

El bosque se caracteriza por su poca diversidad florística y porte bajo o achaparrado, por lo general por debajo de los 10 m de alto, así como por ser ralo o abierto, con presencia de árboles de follaje siempre verde y considerable presencia de espinosas con copas aparasoladas. Existe además un estrato arbustivo y un estrato herbáceo de vida efímera.

Se estima la existencia de una población arbórea de 50 a 70 árboles/ha, conformadas básicamente por especies como algarrobo, sapote y aroma. Esta población se concentra en individuos de 5 -15 cm de DAP que representan más del 60% de la población total, los mismos que lograron instalarse durante los últimos fenómenos “El Niño”. Se estima asimismo, una cobertura del orden del 5-8%. Se ha observado que la densidad y vigor del bosque (mayores dimensiones en alturas y DAP) se incrementa al avanzar en dirección Oeste-Este, es decir, del mar hacia los límites del piedemonte del flanco occidental andino, debido probablemente a las condiciones de mayor humedad. Asimismo se observa que las poblaciones arbustivas de “overo” y “charamusco”, se incrementan en el mismo sentido.

En cuanto al estrato arbustivo, la especie más abundante es el “charamusco” *Encelia canescens* (más de 100 plantas/ha), le siguen con menores valores el “overo” *Cordia lutea* (25-30 plantas/ha), el “bichayo” *Capparis ovaleifolia* y el “satuyo” *Capparis prisca*.

También existe un estrato herbáceo de vida efímera, presente en el período de lluvias veraniegas, conformada mayormente por gramíneas, tales como: “grama” *Paspalum bonplandianum*, *Paspalum vaginatum*, *Sporobolus virginicus*, “cadillo” *Cenchrus echinatus*, Asimismo, se adicionan otras hierbas, tales como: “manito de ratón” *Coldemia paronychoides*, “jabonillo” *Cucumis dipsaceus*, *Passiflora spp*, “cordoncillo” *Anthefera hermafrodita*, etc.

j. Bosque tipo sabana ralo 2 (BSr2)

Este tipo de bosque se encuentra localizado en las planicies del desierto costero, entre 100 y 200 msnm, influenciado por el fenómeno eólico y por algunos depósitos aluviales. Se encuentra circundado por el *bosque tipo sabana ralo 1*, comprendido entre las vegas Jaguay de Ternique y Jaguay La Botija, a una altitud aproximada de 125 msnm. Ocupa una superficie de 2 737,77 ha, que representa el 0,23% del área total estudiada.

Este bosque está representado por la asociación vegetal “algarrobo” *Prosopis pallida* - “sapote” *Capparis scabrida*, con una población estimada de 30-35 árboles/ha a partir de 5 cm de DAP, predominando el algarrobo con casi

el 70 % de la población, sobre el sapote (20%), el resto está conformado por poblaciones de “charán” *Caesalpinia paipai* y “faique” *Acacia macracantha*.

A diferencia de los bosques de planicies descritos anteriormente, este se caracteriza por presentar árboles predominantes, tanto de algarrobo como sapote, alcanzando algunas ejemplares alturas de hasta 16 m y DAP máximo hasta de 95 cm, recayendo estas dimensiones en la especie algarrobo. Estas buenas dimensiones no siempre están relacionadas a la buena calidad de los árboles, pues muchos de ellos están sobremaduros, presentando deformaciones y algunas pudriciones medulares.

Este bosque presenta un patrón de distribución espacial más regular que los bosques anteriormente descritos, probablemente debido a que son protegidos por la población aledaña, lo que ha permitido la actual presencia de ejemplares viejos de grandes dimensiones.

También existe un estrato arbustivo cuyas matas crecen hasta 4 m de alto, representado por la especie “overo” *Cordia lutea*, con una población de 20-25 individuos/ha.

Finalmente, durante el período de las lluvias veraniegas, la superficie del suelo se cubre de un exuberante tapiz herbáceo, mayormente a base de gramíneas, como por ejemplo: “grama” *Paspalum bonplandianum*, *Paspalum vaginatum*, *Sporobolus virginicus*, “cadillo” *Cenchrus echinatus*. Asimismo, se adicionan otras hierbas, tales como: “manito de ratón” *Coldenia paronychoides*, “jabonillo” *Cucumis dipsaceus*, *Passiflora spp*, “cordoncillo” *Anthefora hermafrodita*, etc.



Foto N° 13

Bosque ralo tipo sabana 2. Árboles desarrollados de *Prosopis pallida*

k. Bosque tipo sabana muy ralo (BS-mr)

Este bosque se localiza en las planicies del desierto costero, incluyendo parte de los tablazos o terrazas marinas formados por el marino, formado en el Cuaternario Antiguo o Pleistoceno, desde las proximidades del mar hasta los 200 msnm. La superficie está cubierta de depósitos eólicos del Cuaternario Reciente, consistente en calizas impuras, margas y areniscas. Se extiende en una superficie de 96 789,42 ha (8,28% del área estudiada).

La vegetación se caracteriza por su poca diversidad florística, compuesta de elementos arbóreos de follaje siempre verde y mayormente espinosos, de porte achaparrado (menos de 5 m de alto) y delgados, muy dispersos en el terreno.

Existen solo tres especies, cuya población muy rala, con menos de 25 individuo/ha y < 1% de cobertura. Estas especies son “sapote” *Capparis scabrida*, “algarrobo” *Prosopis pallida* y “aromo” *Acacia huarango*.

Las mayoría de árboles de algarrobo, aromo y sapote, son delgados y de poca estatura, debido probablemente a las condiciones extremas de sequedad que impera en esta zona durante el año, sumándose las condiciones edáficas limitantes, motivo también de el poco desarrollo alcanzado. Muchos individuos de “sapote” se encuentran cubierto por las dunas, dando la impresión de ser plantas rastreras muy ramificadas. Del mismo modo, el “aromo” es muy achaparrado hasta de porte arbustivo, muy ramificado, tocando sus ramas en el suelo.

El estrato herbáceo es pobre y en determinados años secos no prospera, como ha sucedido en el año de la presente evaluación.



Foto N° 14

Bosque tipo sabana muy ralo. Árboles muy dispersos de “algarrobo” *Prosopis pallida* y de “sapote” *Capparis scabrida*.

I. Manglar (Mg)

Este ecosistema se localiza en la desembocadura del Dren Sechura en el mar conocida como la Bocana de San Pedro a 9 Km al Nor-oeste del pueblo de Sechura, con una superficie de 105,6 ha (0,01% del área estudiada)

Constituye un estuario donde confluyen el agua dulce de río con el agua salada del mar. La vegetación se caracteriza por su homogeneidad florística, representada exclusivamente por la especie “mangle prieto” o “mangle salado” *Avicenia germinans* y “mangle blanco” *Laguncularia racemosa*, las cuales forman rodales densos, a lo largo del cauce, de ancho variable entre 4 y 10 m.



Foto 15

Manglar de San Pedro. Comunidades de *Avicenia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

En el estrato inferior, hacia tierra firme se encuentran comunidades de hierbas, como por ejemplo, “grama salada” *Distichlis spicata*, “hierba del alacrán” *Heliotropium curassavicum*, *Scirpus maritimus*, entre otras.

MATORRALES

a. Matorral perennifolio denso de montaña (MPd-m)

Este matorral se localiza de manera fraccionada en las porciones húmedas superiores del macizo occidental andino, ocupando laderas desde empinadas hasta muy escarpadas (> 70% de pendiente), arriba de los 1500 msnm. Ocupa una superficie de 5 064,71 ha, que representa el 0,43% del área estudiada

Las áreas con este matorral son de origen antrópico, por un lado, constituyen áreas abandonadas por la agricultura y donde se ha instalado vegetación natural secundario cuya composición florística y estructura se hace

más vez más compleja con el transcurso de los años, y por otro lado, son el producto del desmembramiento intenso que sufrió el bosque primario por la actividad forestal de tipo extractivo (madera, leña y otros productos).



Foto N° 16

Matorral perennifolio denso de montaña. Arriba de la localidad de Yumbe.

La composición florística del matorral es algo similar a lo existente en el estrato inferior del *bosque perennifolio denso de montaña*, descrito anteriormente. Entre las especies más comunes figuran las siguientes:

“chejche” *Berberis lutea*, *Brachiotum sp.*, *Monnina salicifolia*, “chilca” *Baccharis sp.*, “cuharilla” *Oreocallis mucronata*, *Cortaderia cortadera*, “manzanita” *Hesperomeles cuneata*, “tayanco” *Baccharis tricuneata*, *Miconia andina*, *Oreopanax sp.*, *Gynoxis sp.*, “yauli” *Barnadesia dombeyana*, “tarwui” *Lupinus balianus*, “zapatito” *Calceolaria sp.*, etc.

En los niveles altitudinales inferiores de este matorral se hacen presente especies arbustivas de la zona subhúmeda, las cuales por efecto de escala, se las ha incluido en esta unidad. Entre las más comunes figuran las siguientes: “arenilla” *Ophryosporus peruvianus*, *Cassia sp.*, *Pteridium sp.*, y otros arbustos de las familias Solanaceae y Asteraceae.

En algunas áreas del matorral, dominan comunidades de bambúes de poco desarrollo en altura y diámetro, como es la especie “suro” *Chasquea sp.*, y en otros casos, se presentan comunidades de helechos con gran cobertura, como es la “shapumba” *Pteridium sp.*

HERBAZALES

a. Pajonal tipo páramo (Pp)

Este tipo de vegetación se encuentra ubicado en las cumbres de las laderas montañosas que encierran el valle del río Piura, ubicado entre 3000 y 3600 msnm. Algunas áreas tienen pendientes pronunciadas y en otros casos, constituyen altiplanicies ligeramente inclinadas, como por ejemplo las ubicadas en la cuenca alta del río Frías. Ocupa una superficie de 3 513,16 ha (0,30% del área estudiada).

La ubicación geográfica y las condiciones del clima imperante, propicia el desarrollo de una vegetación conformada básicamente por comunidades de hierbas graminoides, de hojas duras, hasta punzocortantes (“tipo paja”), las cuales crecen en manojos distribuidas con un patrón casi regular sobre el terreno; éstas se mezclan con comunidades arbustivas de apariencia esclerófila, es decir, de hojas pequeñas y duras, de consistencia coriácea, algunas pubescentes. En las zonas con poca intervención antrópica, las asociaciones de hierbas y arbustos se entremezclan, formando una biomasa compacta o muy densa, que crece sobre un piso no firme, sino esponjoso, debido a la cantidad de hojarasca y musgos, lo que impide el libre acceso.

En el estrato herbáceo predominan las gramíneas (Poaceae) de los géneros *Calamagrostis* y *Festuca*; luego se encuentran otras hierbas como *Viola arguta*, *Gentianella sp*, *Loricaria sp*, Juncáceas, Ciperáceas, Rubiáceas y otras que se desarrollan en suelos con permanente humedad tipo césped o almohadillado, como *Alchemilla pinnata*. En el estrato arbustivo destacan las familias Asteraceae (*Gynoxys*, *Baccharis*, “chinchango” *Hypericum laricifolium*), Ericaceae (*Vaccinium*, *Pernettya*), Myrsinaceae (*Rapanea*), Melastomataceae (*Brachyotum*), Julianaceae (“juanas” *Siphocampylus jelskii*), etc.

b. Herbazal hidrofítico (Hhf)

Este herbazal se encuentra ubicado en las planicie costera, formando parte de los drenes que atraviesan tanto zonas de cultivos como áreas naturales con vegetación o sin vegetación. Ocupa una superficie de 1 699,70 ha (0,15% del área estudiada).

Esta cobertura está conformada básicamente por comunidades de hierbas que permanecen semi-sumergidas en el agua, conocidas como “totorales”, representada por la especie “inea” *Tipha angustifolia* (familia Tiphaceae).



Foto 17

Pajonal tipo páramo. Asociaciones de comunidades de hierbas Graminoides (*Festuca*) y de arbustos esclerófilos. Parte del abra de la carretera Canchaque – Huancabamba



Foto N° 18

Pajonal tipo páramo. Predominan matas densas de gramíneas.



Foto N° 19

Herbazal hidrofítico, dominado por comunidades de *TIPA* sp.

c. Herbazal halófito

Este herbazal se encuentra ubicado en la planicie costera, sobre las áreas depresionadas con afloramiento de sales. Ocupa una superficie de 5 829,53 ha (0,15% del área estudiada).

Esta cobertura discontinua está conformada básicamente por comunidades de hierbas halófitas, es decir, que soportan extremas condiciones de salinidad. Se encuentran las siguientes especies de porte rastrero: “parachique” *Salicornia fruticosa*, “hierba del alacrán” *Heliotropium curassavicum*, “vidrio” *Batis maritima*, “grama salada” *Distichlis spicata*, “lejía verde” *Sessuvium portulacastrum*, etc.

AREAS ANTRÓPICAS

a. Cultivos de llanura (C-II)

Estos cultivos se localizan en las planicies aluviales del río Piura y de sus tributarios (ríos y quebradas), comprendidas desde las proximidades a la mar (Sechura) hasta los 600 snm (fondo de valle intermontañoso). Ocupa una superficie de 172 873,43 ha (14,8 % del área estudiada).

Existen cultivos en limpio y cultivos permanentes, generalmente agrícolas y bajo riego durante el año; entre los más importantes se mencionan a los siguientes: algodón, maíz, plátano, arroz, limón, naranja, mango, entre otros.

En estas áreas de cultivos existen inclusiones de elementos del bosque natural adyacente en forma individualizada o en forma agrupada, los cuales no ha sido posible su delimitación debido a la escala pequeña del Mapa. Entre las especies más frecuentes figura el “algarrobo” *Prosopis pallida* y con menor frecuencia a las siguientes: “faique” *Acacia macracantha*, “guaba” *Inga sp.*, “caña de guayaquil” *Guadua angustifolia*, “guásimo” *Guazuma ulmifolia*, *Muntingia calabura*, *Ficus sp.*, “overo” *Cordia lutea*, “cabuya” *Fourcroya andina*, etc.



Foto N° 20

Cultivos de llanura (arroz) en el Fundo San Juan de Casarana. Cuenca Baja del río Piura.

b. Cultivos de montaña (C-m)

Estos cultivos se localizan en las partes suavizadas de las laderas montañosas del macizo occidental andino, aproximadamente entre 500 y 3000 msnm. Ocupa una superficie de 148 433,85 ha (12,69% del área estudiada).

Existen cultivos agrícolas en limpio y cultivos permanentes, mayormente de secano. Entre los principales cultivos figuran los siguientes: maíz, caña de azúcar, plátano, café, guaba, alfalfa, habas, arveja, trigo, etc.

Existe también una superficie notable de áreas con cultivos pecuarios, como es el caso de las grandes áreas de pastizales en secano ubicadas en las laderas con pendientes moderadas (arriba de 1500 msnm), como por ejemplo,

sobre las localidades de Canchaque, Frías, etc. Los principales pastos cultivados son, pasto elefante, gramalote, entre otros.



Foto N° 21

Cultivos de montaña (maíz). Localidad de Yamango. Cerro Pan de Azúcar



Foto N° 22

Cultivos de montaña. Localidad La Loma. Microcuenca Río Tamango

Existen cultivos agroforestales, como por ejemplo: café + plátano + Inga, ubicados en determinados lugares de algunas microcuencas, tales como, río Piscan, río Yapatera, río Pusalca, entre otros.

En esta unidad, se incluyen las porciones fraccionadas de tierras con matorrales, producto de la suspensión de la actividad agrícola, las cuales después de un período de descanso (3- 5 años) pueden volver a ser activas. Estos matorrales al lado de las áreas con cultivos forman un mosaico, difícil de separar, debido a la resolución espectral de las imágenes de satélites utilizadas.

Finalmente, se incluyen algunos elementos arbóreos que se encuentran como cercos, en forma aislada o como pequeñas agrupaciones. Entre estas especies podemos mencionar: “faique” *Acacia macracantha*, *Muntingia calabura*, “higuerón” *Ficus sp.*, *Eucalyptus globulus*, etc.

c. Temporales (T)

Se localizan de manera dispersa en las planicies o llanuras del desierto costero, aproximadamente por debajo 250 msnm, con una superficie de 8 974,09 ha (0,77% del área estudiada).

En estas áreas de dimensiones limitadas (parcelas), se practica una actividad agropecuaria de carácter temporal, es decir, durante el período de las lluvias veraniegas. Entre los cultivos más importantes figuran: maíz, frijol chileno (bocanegra), sarandaja, camote, yuca, sandía, entre otros.



Foto N° 23
Tierras de Cultivos Temporales.

OTRAS AREAS

a. Areas desérticas con escasa vegetación /EV)

Comprende aquellas tierras con escasa vegetación, producto de la extrema sequía y de fuertes limitaciones edáficas. Aquí existen herbáceas gramínoideas de corta vida, así como, muy esporádicos elementos de porte arbustivo, como es el caso del “sapote” *Capparis scabrida*, “satuyo” *Capparis prisca* y algunos “algarrobos” *Prosopis pallida* y “aromos” *Acacia huarango*. Se localizan tanto próximo a las zonas hidromórficas y al mar. Ocupan una superficie de 57 224,12 ha (4,89% del área estudiada).

b. Areas desérticas sin Vegetación (Sv)

Comprende aquellas tierras desprovistas completamente de vegetación, debido a fuertes restricciones tanto climáticas como edáficas, con ligeras excepciones, que se pudiesen presentar ocasionalmente en años excepcionales. Se localizan tanto en la llanura eólica como en las terrazas marinas (tablazos). Por ejemplo, toda la franja que recorre el litoral próximo al mar, así como las áreas próximas a las depresiones, y en las áreas donde es notable el afloramiento de sales. Ocupan una superficie de 54569 ha (4,67% del área estudiada).

c. Lecho de río (Lr)

Comprende las áreas ocupadas por el lecho del río Piura, en la zona intermontañosa, las cuales están circundadas por las áreas aluviales con cultivos agrícolas. Ocupan una superficie de 3 512,53 ha (0,30% del área estudiada).

d. Lagunas, Ríos y Estuario (L/R/E)

Comprende los cuerpos de agua, tales como, laguna “La Niña”, Río Piura y Estuario Virrilá. Ocupan en su conjunto una superficie de 22 865,92 ha (1,96% del área estudiada).

e. Centros urbanos (Cu)

Comprende los centros urbanos, sobresaliendo por su magnitud los siguientes: Sechura, Piura, Catacos, Chulucanas, Tambo Grande, La Matanza, Morropón, Slitral, Laynes, etc. Ocupan una superficie de 4 767,48 ha (0,40% del área estudiada).

f. Areas de Expansión Urbana (Eu)

Comprende las áreas de expansión urbana y ocupan una superficie de 54 569,01ha (0,06% del área estudiada).



Foto N° 24

Lecho del río Piura con vegetación ribereña: “inea” *Tipha* sp. y “pájaro bobo” *Tessaria integrifolia*

3.8 FAUNA SILVESTRE

3.8.1 Introducción

La situación actual de la diversidad de la fauna silvestre continental, en la cuenca del río Piura, se analizó, mediante el índice de diversidad de las especies de Shannon-Wiener, éste método de medición, evalúa tres fenómenos ecológicos diferentes: la riqueza de las especies, la abundancia relativa de individuos dentro de una comunidad y la uniformidad del número de individuos dentro de ella; dichos parámetros se combinan, en la fórmula del índice mencionado, para determinar la estructura de la comunidad y su estabilidad.

La Sensibilidad de un bioma o una comunidad de organismos correspondientes a la macro fauna silvestre continental, se determinó según los resultados del índice de diversidad de especies, ya que el valor del índice es proporcional a la complejidad de la estructura y a la estabilidad de las comunidades.

La diferenciación de las comunidades bióticas en la cuenca, se realizó estableciendo áreas de distribución de las especies, en base al mapa de cobertura vegetal 1/100 000 de la cuenca del río Piura, obteniéndose las áreas de bosque, matorrales, herbazales (hidrofílicos, pajonal tipo páramo y áreas halofíticas), los manglares de San Pedro y ambientes acuáticos (Estuario de Virrilá, lagos, lagunas y río Piura).

En el presente diagnóstico se realizó en base a la metodología aplicada en campo y la aplicación de la fórmula del índice de diversidad de Shannon – Wiener en cada área de distribución de las especies de fauna silvestre.

3.8.2 Objetivos

a.- Objetivo General

Determinar áreas de sensibilidad para la fauna silvestre.

b.- Objetivo Específico

Determinar el índice de diversidad de especies, mediante el método de Shannon – Wiener en cada una de comunidades de fauna silvestre

3.8.3 Metodología de Evaluación

La evaluación de la fauna silvestre continental, se realizó en puntos de evaluación correspondientes a áreas en las unidades de Fauna del Bosque, Fauna del desierto, Fauna de los herbazales halofíticos, Fauna de los herbazales hidrofílicos, Fauna de los pajonales tipo páramo, Fauna acuática y Fauna de los Manglares. Unidades que fueron determinadas según el rango de distribución de las especies de fauna silvestre.

Para determinar la diversidad de fauna silvestre se aplicó el método de Transecto Lineal en una superficie de 30m² y en un tiempo de 60 minutos por punto de evaluación. La identificación mediante encuestas incrementó la información de fauna silvestre existente en el área.

3.8.4 Método

La ruta de los transectos fue escogida al azar para cada punto de evaluación en las unidades de fauna silvestre, evaluándose la diversidad de fauna ornitológica, no se realizó evaluación de mamíferos, reptiles y anfibios, ya que se requería de una mayor disponibilidad de tiempo para su evaluación, identificando su presencia mediante encuestas realizadas a la población.

El transecto lineal es un método frecuentemente aplicado para la evaluación de aves en medios dulceacuícolas, medios torrentosos, aves de rapiña, aves de caza deportiva (como: perdiz, faisán), palomas y usualmente es aplicado para la evaluación de aves marinas.

El observador requiere de libertad en el recorrido del transecto en el hábitat, sea en aire, mar o tierra, determinándose un área continua para la observación.

No es estrictamente necesario que los observadores sean dos, cuando los vuelos de las aves son relativamente bajos entre 50 a 100 m de altura, pero en las partes altas de las montañas se pueden tener dificultades debido a que los vuelos de las aves son más elevados, pero son más lentos lo cual permite una evaluación.

Para el caso de la evaluación de fauna ornitológica, se trazaron transectos lineales mediante tres polos dos a los extremos y uno central, marcando un superficie posible de ser captada claramente por el observador mediante binoculares y la identificación de especies se realiza observando al ejemplar que cruce dicha área y el conteo se realiza según el número de individuos que cruza el transecto.

3.8.5 Materiales

- Binoculares.
- Guías de identificación de aves, reptiles, mamíferos y anfibios.
- Mapas Base del área de estudio.
- Imágenes satélite del área de estudio.
- Cámara fotográfica.
- Rollos de película X400.
- GPS.

3.8.6 Puntos de Evaluación en Campo

Mediante la Tabla N° 1, se señalan las áreas que fueron designadas para ser puntos de evaluación de las especies de fauna silvestre, los cuales se determinaron aleatoriamente, considerando su ubicación dentro de una zona de distribución vegetal y altitud correspondientes al hábitat de un tipo de fauna característica.

Tabla N° 1.

Ubicación de los puntos de evaluación

PUNTOS DE EVALUACIÓN	DE	COORDENADAS UTM	ALTITUD m.s.n.m.
Reserva Lorenzo	San	UTM 17 0588908 9482926	313
Río Piura		UTM 17 0572816 9454292	71
Quebrada Carnero		UTM 17 0573594 9454964	66
Represa de derivación los Ejidos		UTM 17 0542718 9429758	41
Manglares de San Pedro			4
Estuario de Virrilá			4
Canchaque			2610
Las Animas		UTM 17 06114319 93829326	253
Meseta Andina			3200
Yamango		UTM 17 0638075 9427288	1195

TablaN° 2

Puntos de evaluación Comprendidos en las unidades de Fauna silvestre

UNIDADES DE FAUNA	PUNTOS DE EVALUACIÓN
Fauna de los Matorrales	Canchaque, Quebrada Carneros, Las Animas.
Fauna del Bosque	Mezeta Andina, Canchaque.
Fauna Acuática	Estuario Virrilá, Rivera del Río Piura, Reservorio San Lorenzo, Represa de derivación los Ejidos.
Fauna de los Manglares	Manglar San Pedro.
Fauna del Desierto	
Fauna de los Herbazales hidrofílicos	Rivera del río Piura
Fauna de los Herbazales halófiticos	
Fauna de los Pajonales tipo páramo.	

3.8.7 Aplicación de la Fórmula de Shannon – Wiener

Los métodos para medir la biodiversidad, presentan dos grandes grupos, los métodos de medición a escala genética y los métodos de medición a nivel de especies, de los cuales el índice de diversidad de especies de Shannon – Wiener corresponde al segundo método y el cual se aplicará debido a que determina con su resultado la riqueza, estructura y estabilidad de una comunidad.

El índice de diversidad de Shannon – Wiener dará siempre un valor de diversidad entre 0 (indicando baja complejidad de la comunidad) y 4 (indicando alta complejidad de la comunidad).

Para cada replicado (o comunidad en evaluación), se aplica la fórmula de Shannon – Wiener por separado, lo que permite cuantificar el grado de variabilidad en el esquema de evaluación de las especies y luego se determina el H' promedio el cual nos dará un resultado de la situación actual de la fauna silvestre en toda la cuenca del río Piura.

$$\text{Fórmula} \quad H' = 3,322 \left[\log N - \frac{\sum Ni (\log Ni)}{N} \right]$$

N = Número total de especies.

Ni = Número de individuos por especie.

H' = Diversidad

3,322 = Factor de conversión de base 10 a base 2.

Siendo el rango de H' promedio [0 – 4]

ESPECIES	Ni	Log Ni	Ni(logNi)
<i>Pelecanus thagus</i>	30	1.47	44.1
<i>Egretta thula</i>	3	0.47	1.41
<i>Haematopus palliatus</i>	15	1.17	17.55
<i>Charadrius alexandrinus</i>	10	1	10
<i>Charadrius semipalmatus</i>	8	0.90	7.2
<i>Charadrius vociferus</i>	10	1	10
<i>Charadrius wilsonia</i>	5	0.69	3.45
<i>Pluviales squatarola</i>	6	0.77	4.62
<i>Caladris spp.</i>	40	1.60	64
<i>Larus dominicanus</i>	10	1	10
<i>Larus spp.</i>	26	1.41	36.66
62 ESPECIES	1	0	0
			$\sum Ni (\log Ni) = 208.99$

Resultado del Índice de diversidad de las especies de fauna silvestre en la Unidad de Bosque. Lista de especies ver en anexo 1.

$$H' = 3.322 [\log N - \frac{\sum Ni (\log Ni)}{N}]$$

$$H' = 3.322 [\log 73 - \frac{208.99}{73}]$$

$$H' = 3.322 [1.863 - 2.862]$$

$$H' = 3.322 [0.999]$$

$$H' = 3.321.$$

ESPECIES	NI	LOG NI	NI (LOG NI)
73	1	0	0
			$\sum Ni (\log Ni) = 0$

Resultado del Índice de diversidad de especies de fauna Silvestre en la Unidad de Manglares de San Pedro. Lista de especies ver en anexo 2.

$$H' = 3.322 [\log N - \frac{\sum Ni (\log Ni)}{N}]$$

$$H' = 3.322 [\log 73 - 0 / 73]$$

$$H' = 3.322 [1.863 - 0]$$

$$H' = 6.188.$$

Resultado del Índice de diversidad de especies de fauna Silvestre en la Unidad de Herbazales hidrofílicos.

ESPECIE	NI	LOG NI	NI (LOG NI)
<i>Ardea alba</i>	4	0.602	2.408
<i>Egretta thula</i>	5	0.698	3.49
<i>Coragyps atratus</i>	15	1.176	17.64
<i>Burhinus superciliaris</i>	2	0.301	0.602
<i>Icterus graceannae</i>	3	0.477	1.431
<i>Volatinia jacarina</i>	2	0.301	0.602
<i>Tringa melanoleuca</i>	2	0.301	0.602
<i>Larus dominicanus</i>	1	0	0
<i>Furnarius leucopus</i>	2	0.301	0.602
			$\sum Ni (\log Ni) = 27.37$

$$H' = 3.322 \left[\log N - \frac{\sum Ni (\log Ni)}{N} \right]$$

$$H' = 3.322 \left[\log 9 - \frac{27.37}{9} \right]$$

$$H' = 3.322 [0.954 - 3.04]$$

$$H' = 3.322 [2.08]$$

$$H' = 6.93$$

Resultado del Índice de diversidad de especies de fauna silvestre en la Unidad de Matorrales.

ESPECIES	NI	LOG (NI)	NI (LOG NI)
<i>Myrmia micrura</i>	3	0.477	1.431
<i>Icterus mesomelas</i>	3	0.477	1.431
<i>Coragyps atratus</i>	6	0.778	2.862
<i>Lagidium peruanun</i>	1	0	0
SQUAMATA - <i>Lagartijas</i>	2	0.301	0.602
			$\sum Ni (\log Ni) = 6.326$

$$H' = 3.322 \left[\log N - \frac{\sum Ni (\log Ni)}{N} \right]$$

$$H' = 3.322 \left[\log 5 - \frac{6.326}{5} \right]$$

$$H' = 3.322 [0.698 - 1.265]$$

$$H' = 3.322 [0.567]$$

$$H' = 1.883$$

Resultado del Índice de diversidad de especies de fauna silvestre en la Unidad del Desierto.

ESPECIE	NI	LOG NI	NI (LOG NI)
<i>Tropidurus sp.</i>	2	0.301	0.602
<i>Zenaida auriculata</i>	2	0.301	0.602
<i>Zenaida asiatica</i>	2	0.301	0.602
<i>Zonotrichia capensis</i>	2	0.301	0.602
<i>Athene cunicularia</i>	1	0	0
<i>Tyto alba</i>	1	0	0
<i>Coragyps atratus</i>	5	0.698	3.49
			$\sum Ni (\log Ni) = 5.898$

$$H' = 3.322 \left[\log N - \frac{\sum Ni (\log Ni)}{N} \right]$$

$$H' = 3.322 \left[\log 7 - \frac{5.898}{7} \right]$$

$$H' = 3.322 [0.845 - 0.842]$$

$$H' = 3.322 [0.003]$$

$$H' = 0.0099$$

Resultado del Índice de diversidad de especies de fauna silvestre en la Unidad de Fauna Acuática.

$$H' = 3.322 \left[\log N - \frac{\sum Ni (\log Ni)}{N} \right]$$

$$H' = 3.322 \left[\log 11 - \frac{20.21}{11} \right]$$

$$H' = 3.322 [1.04 - 1.83]$$

$$H' = 3.322 [0.79]$$

$$H' = 2.64$$

3.8.8 Promedio del Índice de Diversidad (H')

Tabla N° 3

Sumatoria de los resultados del índice de diversidad aplicado en cada unidad de fauna silvestre.

Especie	Ni	Log Ni	Ni (log Ni)
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	4	0.602	2.408
<i>Phrynohyas venulosa</i>	1	0	0
<i>Phrynopsus parkeri</i>	1	0	0
<i>Phrynopus nebulanaste</i>	1	0	0
<i>Phyllonastes heyeri</i>	1	0	0
<i>Physalaemus pustulatus</i>	1	0	0
<i>Podiceps dominicanus</i>	5	0.698	3.49
<i>Gallinula chloropus</i>	7	0.845	5.91
<i>Podilymbus podiceps</i>	3	0.477	1.43
<i>Egretta thula</i>	5	0.698	3.49
<i>Ardea alba</i>	5	0.698	3.49
			$\sum Ni (\log Ni) = 20.21$

Unidades de Fauna Silvestre	Símbolo	H' = Índice de Diversidad de Especies a nivel de la cuenca del río Piura
Fauna Acuática	Fa	2.64
Fauna de los Matorrales	FM	1.88
Fauna del Bosque	FB	3.32
Fauna del desierto	Fd	0.01
Fauna de los herbazales hidrofílicos	Fh	6.93
Fauna de los manglares	FMg	6.18
		$\Sigma = 20.96$

La Media de H' = H' promedio de la diversidad de especies a nivel de la cuenca del río Piura.

Siendo 6, el número de las unidades de fauna silvestre identificadas en el área de la cuenca y 20.96 la sumatoria de H' para cada una de ellas, tenemos:

$$H' \text{ promedio} = \frac{20.96}{6}$$

$$H' \text{ promedio} = 3.49$$

$$\text{Rango de } H' [0 - 4]$$

Resultado.- La diversidad es alta a nivel de la cuenca del río Piura. Presentando una alta complejidad en las redes alimentarias o transferencias de energía entre las especies, depredación, competencia y disponibilidad de nichos. Dicho resultado permite determinar que la cuenca del río Piura presenta una diversidad estable en el momento de la evaluación, ya que por lo contrario, una diversidad baja, determinaría un ambiente tenso o inestable en el ambiente.

3.8.9 Áreas de Sensibilidad de la Fauna Silvestre

La fauna del bosque presenta una considerable riqueza de especies, según el resultado de H' = 3.32, pero con una baja uniformidad de los individuos de cada especie en la comunidad, lo que nos indica una estabilidad baja para mantener la transferencia de energía, la depredación, la competencia y la disponibilidad de nichos. Asimismo, la expansión de las áreas de cultivo, el crecimiento y expansión de las zonas urbanas, forman barreras que impiden la distribución uniforme de las poblaciones de especies.

La fauna de los manglares de San Pedro ($H' = 6.18$) y de los herbazales hidrofílicos ($H' = 6.93$), son áreas que presentan una alta riqueza de especies, especialmente especies ornitológicas migratorias y adaptadas a éste tipo de hábitats, las cuales son indicadoras de la dinámica ecológica de éstos ecosistemas, actuando como uno de los principales grupos consumidores y aportando la mayor cantidad de detritus. Debido a que son áreas reducidas en la cuenca, son ecosistemas frágiles y tienen riesgos de deterioro y degradación, especialmente a actividades que contribuyan a la reducción del área de éstas.

La importancia de conservar dichas áreas sensibles son: 1) funcionan como refugio de vida silvestre y 2) la gran diversidad de biotopos que presentan, como: espejos de agua salina, pequeñas islas, áreas barrosas, arenal, arenal con vegetación rala, gramadales y manglar y 3) la existencia de hábitats propicios párale desarrollo de moluscos, pequeños crustáceos y larvas de otros invertebrados, que sirven de alimento a las aves de orilla marina.

3.9 USO ACTUAL DE LA TIERRA

3.9.1 Generalidades

El estudio del uso del territorio en la cuenca del río Piura, realizado como parte del diagnóstico de los recursos naturales para determinar la vulnerabilidad física de esta; 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 la zona e involucrar a gran parte de la población rural.

En la cuenca, 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 cuenca son diversas, éstas varían desde ambientes áridos en el desierto hasta húmedos en la parte alta de la cuenca, presentándose condiciones diversas que pueden o no favorecer el desarrollo de los diferentes usos que se vienen haciendo del recurso tierra. Es notorio y destacable 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 vulnerabilidad física de la cuenca.

3.9.2 Objetivo

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

3.9.3 Métodos

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 1:100 000 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.

Categorías del Uso Actual de la Tierra

De acuerdo con los objetivos del Proyecto, los diferentes usos de la tierra en la cuenca han sido subdivididos en tres categorías: Clase, Tipo y Subtipo. A nivel de Clase se han identificado seis Clases: Agrícola, Pecuaria, Forestal, Minero y Poblacional, esta también incluye en Otros el Sin Uso o no productivo. Esta, a su vez, ha sido subdividida 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 Intensivos	Zona Cálida
	Cultivos Fraccionados	Zona Cálida
		Zona Templada
		Zona Fría
	Frutales y/o permanentes	Zona Cálida
Zona Templada		
	Terrenos en Descanso	
Pecuario	Extensivo	Pastoreo Continuo
		Pastoreo Temporal
Forestal	Leñoso	Riberas de ríos
		Sabanas
		Cuenca media
		Cuenca alta
Uso Minero	Metálico	
	No Metálico	Explotación de Sal
		Cantera agregados
Poblacional	Centros Poblados	
Otros	Sin Uso y/o improductivas	Eriazos
		Salinos
		Humedales, cienagas
		Inundables

3.9.4 Unidades de Uso Actual de la Tierra

El estudio de la situación actual del uso del territorio en la cuenca del río 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 seis clases de uso: **Agrícola, pecuario, forestal, minero y poblacional** (urbano y rural) y la denominada **Otro** que involucra a tierras de menor extensión, pero igualmente significativo con respecto a la vulnerabilidad física de la cuenca.

Las actividades agrícola y pecuaria son las predominantes en la cuenca, 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, en ellas se resalta las principales características que las diferencian en las categorías de clase, tipo y subtipo. La superficie que abarcan se presentan en el cuadro N° 1.

a. Uso Agrícola

Es el uso que abarca la mayor extensión de la cuenca, extendiéndose a todo lo largo del valle del río Piura y de sus tributarios. También se presenta en la cuenca alta en laderas de montaña de fuerte inclinación que a veces supera el 50% de pendiente; en esta última la actividad se torna peligrosa por la posibilidad de desestabilizar el equilibrio natural, ocurriendo el deterioro constante del suelo por erosión hídrica, lo cual se pone de manifiesto mediante la presencia de surcos, cárcavas y de deslizamientos o de movimiento en masa. Aquí es donde la actividad agrícola hace que el medio se torne vulnerable 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 Cuenca del río Piura se ha subdividido de acuerdo con la intensidad del uso y el nivel tecnológico. Bajo este contexto los cultivos han sido agrupados en cuatro Tipos de Uso: **Cultivos Intensivos**; **Cultivos Fraccionados**, **Frutales** y **Terrenos en Descanso**.

Asimismo, estos son subdivididos de acuerdo con su distribución climática, en base a la adaptación de los cultivos o especies vegetales a las condiciones de temperatura y humedad del medio. En la agricultura la característica que más influye en esta distribución es la temperatura, mientras que la disponibilidad de humedad en el suelo no es determinante, en caso de presentarse déficit, este puede ser suplida mediante el riego. Para otros tipos de uso si son determinantes tanto la temperatura como la precipitación.

1. Cultivos Intensivos

Es el tipo de uso predominante en la zona baja de la cuenca, en ambos márgenes del río Piura desde Morropón hasta Sechura, con productos generalmente orientados a los grandes mercados nacionales y parte para la exportación. Estas 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.

Presenta 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 están

cultivando las zonas en que se sembró arroz en la campaña anterior, aprovechando la humedad acumulada en el suelo.

En general los cultivos de estas zonas dependen de la aplicación de riego; estas tierras son las más afectadas en las épocas de sequía. En años normales de humedad el cultivo de arroz ha ido desplazando a otros cultivos como el algodón Pima; este año 2004, la superficie de algodón se ha incrementado desplazando al arroz; en la campaña chica sobresale el maíz bajo estas condiciones.

Climáticamente sólo se ha determinado un Subtipo de cultivo denominado Cultivo de Zona Cálida:

■ **Cultivos de Zonas Cálidas**

Estas zonas presentan las mejores condiciones térmicas para el desarrollo de los cultivos, aunque se presentan problemas de déficit de humedad en el suelo, esta deficiencia es compensada con la aplicación de riego. En estas condiciones el agricultor obtiene dos cosechas al año.

En cuanto a la distribución de los cultivos en las **zonas cálidas** (zona Baja y Media de la cuenca), en esta zona se ha diferenciado tres subgrupos: cultivos intensivos, cultivos fraccionados y frutales.

Los principales cultivos obtenidos son: el arroz, algodón, ají pprika y como cultivo de rotación en la campaña chica aparece el maíz y en menor superficie los frutales: Mango, limón sutil, plátano ecológico.



Foto N 25-26

Cultivos intensivos - arroz (Yapatera), algodón (La Unión)

Cuadro Nº 1
Superficie por Uso de la Tierra.

CLASE	Ha	%	TIPO	Ha	%	SUB - TIPO	Ha.	%
USO AGRICOLA	246 551.45	21.09	Cultivos Intensivos	75 612.29	6.47	Zona Cálida	75 612.29	6.47
			Cultivos Fraccionados	123 654.81	10.58	Zona Cálida	53 007.58	4.53
						Zona Templada	68 819.55	5.89
						Zona Fría	1 827.68	0.16
			Frutales	2 575.84	0.22	Zona Cálida	245.00	0.02
			Zona Templada	2 330.84	0.20			
			Terrenos en descanso	44 708.51	3.82		44 708.51	3.82
USO PECUARIO	490 713.40	41.96	Extensivo	490 713.40	41.96	Pastoreo Temporal	427 524.05	36.56
						Pastoreo Continuo	63 189.35	5.40
USO FORESTAL	254 915.61	21.80	Leñoso	254 915.61	21.80	Riberas de ríos	11 448.51	0.98
						Sabanas	112 186.17	9.59
						Cuenca media	108 024.41	9.24
						Cuenca alta	23 256.52	1.99
USO MINERO	1 335.71	0.12	Metálico			Explotación de cobre	*	
			No Metálico	1 335.71	0.12	Explotación de sales	561.68	0.05
						Canteras agregados	774.03	0.07
OTROS	175 783.83	15.03	Sin Uso	147 374.14	12.60	Eriazos	117 790.86	10.07
						Humedales	6 587.07	0.56
						Inundables	7 248.42	0.62
						Salinos	15 747.79	1.35
			Centros Poblados	5 544.54	0.47		5 544.54	0.47
Lagunas, Estuarios, Ríos	22 865.15	1.96		22 865.15	1.96			
T O T A L							1 169 300.00	100.00

* Superficie menor de 10 Ha. no representable cartográficamente.

2. Cultivos Fraccionados

En esta categoría están comprendidos los terrenos que presentan poca extensión, menores a 3 ha, y que no pueden ser individualizados para su representación cartográfica, comprenden un cuadro de cultivos diverso; generalmente, son de subsistencia e involucran a aquellos que no requieren de grandes volúmenes en los mercados en que son ofertados. Cuentan con un nivel tecnológico medio a bajo y ocupan los terrenos próximos a los cauces o en las laderas de montañas. Este tipo de uso caracteriza generalmente a la Pequeña Agricultura Tradicional.

En la zona cálida cuentan con riego, mientras que en la zona fría y templada son conducidos en secano, aunque en algunos casos se hace uso del riego suplementario.

Este tipo de cultivos puede encontrarse a todo lo largo de la cuenca, en los pisos ecológicos con condiciones climáticas adecuadas para la agricultura. Se han determinado tres subtipos de uso: Cultivos de zonas cálidas, cultivos de zonas templadas y cultivos de zonas frías.

■ Cultivos de Zonas Cálidas

Comprende a pequeñas extensiones de cultivos conducidos en la cuenca baja y media del río Piura; generalmente con cultivos de pan llevar, entre los que predominan las hortalizas (tomate, ajo), maíz duro, sorgo, yuca, frijol de palo, frijol castilla; en esta misma zona entre altitudes de 800 y 1200 msnm, encontramos cultivos tales como: yuca, plátano, café y cacao.

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



Foto N° 27

Cultivos fraccionados: frijol del palo, maíz, pastos y plátano (Río Yaptera).



Foto N° 28

Cultivos en zonas Templadas, maíz amiláceo - Frías

■ **Cultivos de Zonas Templadas**

En la **zona templada**, parte Alta de la Cuenca, entre 1 200 y 3 000 msnm, se presenta una diversidad de cultivos adaptados a las condiciones climáticas de moderadas temperaturas y al riesgo de ocurrencia de heladas. Estos ocupan pequeños espacios en las laderas de montañas, cuyo cultivo va rotando continuamente para recuperar su fertilidad para la siguiente campaña.

La agricultura en estas zonas es tradicional, conducida con una asistencia técnica muy limitada, de productividad reducida y una descapitalización constante. Aunque ha habido un gran avance por parte del PETT en la titulación, esta aún falta ser completada. Este tipo de agricultura se constituye en el más importante desde el punto de vista de la vulnerabilidad, por ocupar generalmente tierras no aptas para la agricultura.

Entre los principales cultivos tenemos: Maíz amiláceo, trigo, cebada, arveja grano, fríjol, papa.

■ **Cultivos de las Zonas Frías**

En la Zona Fría, ubicada sobre los 3 000 msnm, en el límite norte de la cuenca, se presentan pequeñas áreas sembradas con papa, olluco, ocas, cultivos resistentes a las bajas temperaturas.



Foto N° 29

Cultivo de cebada en laderas y en primer plano pastos. Parte alta de Frías.

La agricultura es de subsistencia desarrollada en tierras marginales pertenecientes a las comunidades. No cuentan con apoyo tecnológico o es muy limitado dándose tan solo en el control de algunas enfermedades. Los terrenos son conducidos por pequeños agricultores que necesitan de la decidida intervención del estado para mejorar su productividad.

3. **Frutales y/o cultivos Permanentes**

Este tipo de uso agrícola se diferencia de los otros, por el carácter de crecimiento permanente de las especies que son implantadas; tal es el caso de los frutales y otras especies que permanecen por más de cuatro años en los terrenos. Con el manejo de estas especies no se somete al suelo a una continua disturbación, protegiéndolo de los efectos erosivos ocasionados por las lluvias.

Por las condiciones climáticas a las que se ha adaptado cada cultivo se han distinguido dos subtipos: Frutales de zonas cálidas y frutales de zonas templadas.

■ **Frutales de Zonas Cálidas**

En este grupo de tierras encontramos a los frutales de carácter permanente, muy susceptibles a las temperaturas bajas, de adaptación tropical y que ascienden hasta los 800 msnm.

En esta zona los principales cultivos están conformados por: el "limón sutil", que ocupa superficies considerables en el medio y bajo Piura y el otro es el "mango" cuya superficie de cultivo se presenta en pleno ascenso por la posibilidad creciente de ser ubicado en el mercado

externo. Entre otras especies tenemos: papayo, *plátano*, *cocotero*, *naranja*, *palto*, que ocupan superficies muy pequeñas o están confundidos en los límites de las parcelas con los cultivos denominados intensivos. Cabe mencionar la importancia que viene adquiriendo la producción de cultivos orgánicos, entre ellos el plátano.

Gran parte de lo producido es destinado a los grandes mercados de las principales ciudades: Piura, Chiclayo, Lima. El otro mercado que aparece prometedor, como se dijo anteriormente es el externo, pero que para su crecimiento sostenido de participación requiere del apoyo del estado o de las entidades privadas.



Foto N° 30

Cultivo de limonero con riego tecnificado, en su estado inicial, asociado al cultivo de maíz. – Matanza.

■ Frutales de Zonas Templadas

En este grupo de tierras encontramos a los frutales de carácter permanente, tolerantes a temperaturas menos cálidas y cuya distribución asciende hasta los 1 800 msnm. Son cultivos que por su manejo, de labranza mínima, se adecuan a las condiciones de erosión hídrica latentes en las laderas empinadas; caso muy diferente de los cultivos anuales que requieren constantemente de la limpieza de las malezas.

Entre los principales cultivos tenemos: el plátano, que ocupa pequeñas parcelas en las laderas de montañas que conforman los principales valles de ríos o quebradas que discurren hacia el río Piura. Las otras especies frutales cultivadas en la zona son: "*Lúcuma*", "*chirimoyo*", "*granadilla*", "*paca*". Otras especies no frutales cultivadas son: "*café*", "*caña de azúcar*" y la "*tara*". No existen

plantaciones considerables de cada frutal se presenta un sistema asociado, muy intrincado, de hasta cuatro especies en menos de 0,5 ha de terreno.

La participación en el mercado es solamente local y en gran parte para autoconsumo a excepción del café que es colocado mediante pequeñas cuotas en el mercado exterior.



Foto N° 31

Cultivo de café asociado con plátano y pacaes. Canchaque

4. 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 cuenca alta los terrenos pasan a esta condición con la finalidad de que recuperen su fertilidad, ello depende de la disponibilidad de tierras de cada propietario, generalmente el período de descanso está entre 1 y 4 años.

En las cuencas media y baja, el descanso está dado, principalmente por la falta de agua, cuando la sequía es extrema pueden dejar de cultivar por un año o tan sólo de 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 desarrolla en estos. Es por esta razón que estas tierras no han sido incluidas en la categoría Terrenos sin Uso.



Foto N° 32

Terreno de cultivos temporales en descanso – Cuenca Baja Matanza

b. Uso pecuario

Esta referida a las diferentes crianzas de ganado que se dan en la zona ya sea de tipo vacuno, caprino o equino entre los principales. 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; así tenemos la diferenciación de zonas subhúmedas y húmedas, donde predomina la presencia de praderas naturales permanentes, y en las zonas semiáridas y áridas las praderas temporales. Otra alternativa aunque no muy extensa es la referida a la realizada sobre pastos cultivados, generalmente para ganado estabulado de vacunos.

1. 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, sin la planificación del uso, no es posible alcanzar el uso sostenido de estos.

Dependiendo de las condiciones climáticas en las que se desarrollan las pasturas, el uso de estas puede ser clasificado en los siguientes subtipos: Pastoreo Continuo y Pastoreo Temporal.

■ Pastoreo Continuo

Este es un subtipo de pastoreo que se da en la parte alta de la cuenca, sobre los 2 500 msnm, donde los pastos tienen un crecimiento prolongado después de ocurrido las lluvias en los meses de octubre a marzo. En estos se desarrollan especies forrajeras adaptadas a las condiciones de frío; en ella se presentan asociaciones de pastos *Calamagrostis – Festuca*. El manejo en estas zonas es de tipo nómada con ganado generalmente del tipo vacuno y ovino.

En estas zonas es común la práctica de “quema de pastizales” con el fin de revitalizar los pastos que se encuentran secos y que están conformados por especies no adaptables para el ganado; se obtienen brotes tiernos, pero ello también origina la desaparición de la meso y micro fauna y flora del suelo por calcinación, quedando este expuesto al impacto directo de las lluvias, produciéndose problemas de erosión.



Foto N° 33

Pasturas de uso continuo (Canchaque)

■ Pastoreo temporal

Este es un tipo de uso que se da en las zonas áridas de la cuenca por debajo de los 2 500 msnm y es realizada sobre la base de las especies o pasturas temporales que aparecen con las escasas lluvias veraniegas y que inmediatamente se evaporan por las altas temperaturas y la elevada insolación. Esta condición permite la práctica de un pastoreo temporal de toda la Sabana (tablazos), con la predominancia del ganado del tipo caprino y equino, los cuales

complementan su alimentación mediante el “ramoneo” de especies forestales como el “algarrobo” y el “aromo”.

En las zonas colinosas predomina el ganado vacuno y caprino; sobre éstas laderas van originando huellas denominadas “pisadas de vaca” que se transforman en cursos de erosión del suelo y que pueden ocasionar movimientos en masa.



Foto N° 34

Área de pastoreo temporal en sabanas (Tablazo Piura)



Foto N° 35

Pastoreo sobre terrenos de cultivo en descanso (rastrojo de maíz).
Buenos Aires

■ Pastos cultivados

En esta condición el pastoreo es manejado, en forma estabulada, el pasto es segado para ser alcanzado a los animales. Climáticamente se puede encontrar en toda la cuenca desde los 50 m hasta los 3 000 msnm.

Entre las especies de pastos cultivados tenemos: la alfalfa, sorgo forrajero, pasto elefante y pasto castilla. La totalidad de estos pastos es generalmente dedicada al alimento de ganado vacuno ya sea de leche o engorde.

Ocupan superficies pequeñas por lo que su representación cartográfica no es posible.

c. Uso Forestal

Otra clase de uso que viene tomando importancia en la cuenca es el **Forestal**, mediante el aprovechamiento diversificado de las bondades que presenta la vegetación arbórea del desierto, especialmente el “algarrobo”. La explotación de esta especie se torna en una alternativa económica muy importante debido al crecimiento de la demanda por los productos derivados, aunque también se presenta un uso negativo por el uso de este con fines de leña; el cual, se incrementa en las épocas de sequía. Esta clase de uso también adquiere importancia para los fines del estudio, en los bosques secos de colinas por su influencia directa en la conservación de la cuenca y en la captación de la humedad atmosférica.

1. Leñoso

Este tipo de uso es bastante difundido en la cuenca 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. Sin embargo, cuando interviene un agente de demanda externa de zonas urbanas se ejerce una presión mayor sobre este recurso ocasionando su deterioro paulatino.

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 embase para el transporte de frutas.

Este ha sido subdividido en subtipos por el lugar en que se realiza, entre ellas tenemos: Riberas de ríos, Sabanas, Cuenca Media y Cuenca Alta.

■ Riberas de Ríos

En estas áreas se hace uso de especies de la vegetación natural adyacente a los principales cursos de agua, ríos o quebradas. 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: “faique”, “guaba”, “caña de guayaquil”, “guásimo”, “overo”, “pajaro bobo”, etc.

■ 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.

En estas zonas también se presentan comunidades arbustivas o herbáceas que tapizan temporalmente al suelo en el período de lluvias, que es pastoreado temporalmente; por lo que son representados ambos usos de manera asociada.

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



Foto N° 36

Transporte de leña extraída de las sabanas. La Unión.

■ Cuenca Media

Este subtipo de uso es realizado sobre bosques caducifolios que vienen desarrollando sobre colinas y en la parte basal de las laderas de montañas. Este se da en base a las siguientes especies: “pasallo” *Eriotheca ruizii*, “hualtaco” *Loxopterigium huasango*, “zapote” *Capparis angulata*, “palo verde” *Cercidium praecox*, “faique” *Acacia macracantha* y entre las arbustivas sobresalen el “overo” *Cordia lutea* y el “papelillo” *Bouganvillea pachyphylla*.

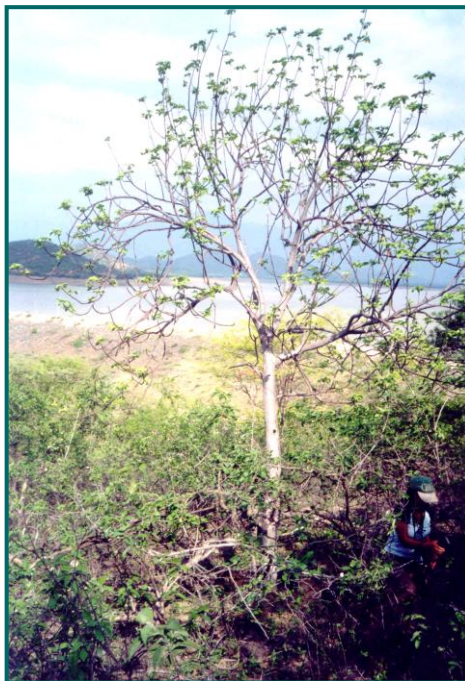


Foto N ° 37

Bosque seco – cuenca media (Reservorio San Lorenzo)

En esta zona la tala intensa de árboles tanto con fines de leña como de madera para la elaboración de cajones, pone en riesgo el equilibrio de este ecosistema (bosque seco), considerando su difícil regeneración.

■ Cuenca Alta

Las especies leñosas de este subtipo vienen desarrollando sobre laderas y cimas de montaña, en ambientes muy húmedos. En estas tierras el uso se da en base a las siguientes especies: “pasallo” *Eriotheca ruizii*, “venturo” *Erythrina smithiana*, “charán” *Caesalpineia paipai*, “huarapo” *Terminalia valverdae*, “barbasco” *Piscidia carthagenensis*, entre otros.

También se tiene la presencia de especies arbustivas, siendo los más abundantes: “overo” *Cordia lutea*, “palo negro” *Grabowskia*

boerhaviifolia, “sierra” y “papelillo” *Bougainvillea pachyphylla*. La vegetación a esta altitud es achaparrada no pudiendo ser utilizada como maderable.

d. Uso Minero

Este es una clase de uso muy localizada, su importancia radica en el efecto contaminante que conlleva si no es manejado adecuadamente. Este puede ser subdividido en dos tipos: Metálico y No metálico.

1. Metálico

Dentro de este tipo de uso tenemos el de galería, la cual viene alterando el paisaje en menor grado por la acumulación de los relaves. La única mina que encontramos en la cuenca en explotación es Turmalina que viene explotando el mineral de cobre, principalmente; esta se encuentra en la parte alta de la cuenca sobre Canchaque.

2. 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 los siguientes subtipos: La explotación de sal y agregados de construcción.

■ 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.

■ Explotación de agregados

Este tipo de uso se presenta dentro de los cauces del río Piura principalmente, en las épocas de estiaje, se aprovecha el material del lecho del río como material para la construcción de casas o en el afirmado de las carreteras, en este último donde la explotación es grande se corre el riesgo de alterar los cauces del río y ocasionar la erosión lateral de los bordes del río. Las principales zonas de explotación se han encontrado en el curso medio del río Piura y en la confluencia el río Pusalca en este.

e. 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.

1. 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.

Esta concentración de la población requiere de un trato especial en la determinación de la vulnerabilidad física del río Piura desde que constituyen focos de alteración del equilibrio de la cuenca dependiendo del tipo o intensidad de la actividad que vengán realizando. Asimismo, desde el punto de vista de la demanda de recursos naturales, especialmente de las áreas circundantes.

Entre los principales centros poblados tenemos: Piura, Chulucanas, Morropón, Sullana, Catacaos, Tambo Grande, Buenos Aires, Salitral, Santo domingo, Frías, Chalaco, Canchaque, Faique, Huarmaca, La Arena y La Unión,.

2. Centros Poblados Rurales

Comprende las agrupaciones menores de habitantes de la cuenca que no presentan los servicios a que acceden los pobladores en los centros urbanos, siendo su ocupación del territorio casi dispersa.

Esta población es la encargada del trabajo agrícola y pecuario en la cuenca y hacia ella debe direccionarse la motivación para la conservación de los recursos en la parte alta de la cuenca.

Presentan una migración interna desde los caseríos rurales hacia los centros urbanos provinciales o distritales, atraídos por una mejor oportunidad económica.

Entre los principales tenemos: Castilla, Tamarindo, Malingas La Matanza, Laynes, Serrán, El Quemazón, El Tunal, Paltashaco y Tamango, entre otros.

f. Otros Usos

1. Terrenos sin Uso

Las áreas clasificadas en la categoría *sin uso*, comprenden las tierras ubicadas en el tablazo marino deficientes en agua y las áreas misceláneas conformadas por los cerros o colinas que presentan elevada pedregosidad superficial o a los lechos de río; éstas

generalmente se encuentran en la zona árida al sudoeste de la cuenca, inmersas en las tierras con praderas (sabanas) de uso temporal. Se ha identificado los siguientes subtipos: Eriazos, salinos, humedales (ciénagas) e Inundables.

■ 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.



Foto N° 38

Terreno salino próximo a laguna Ñaupique.

■ 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.

■ Inundables

Comprende a todas aquellas tierras aledañas al río Piura o a las principales quebradas que discurren por la cuenca. Estas son continuamente inundadas por largos períodos no permitiendo el uso agrícola de estas áreas. Estas áreas deben ser consideradas de protección para evitar alterar los cauces o debilitarlos para cuando ocurran eventos especiales como el del Fenómeno del Niño.



Foto N° 39

Terreno inundable sin uso (Río Bigote)

Explicación del Mapa

El mapa denominado "Mapa de Uso Actual de la Tierra", elaborado a escala 1:100000, suministra información sobre las diferentes modalidades de uso que viene ocurriendo en la cuenca del río Piura: Esta ha sido categorizada en: Clase, Tipo y Subtipo.

Las unidades cartográficas de uso, debido a la escala, son representadas en forma no asociada, cuando es claramente dominante un tipo de uso y en forma asociada cuando las modalidades de uso son muy diversificadas, no se presenta la dominancia de una de ellas.

La Unidad de Uso de la Tierra al nivel de subtipo, está representada mediante un símbolo, en el caso de asociación por dos símbolos, ver cuadro N° 2.

Cuadro N° 2

Unidad de uso de la tierra a nivel de Subtipo

LEYENDA							
CLASE	TIPO	SUB - TIPO	COLOR	SIMBOLO	PORCENTAJE	SUPERFICIE	
						Ha.	%
UNIDADES NO ASOCIADAS							
USO AGRICOLA	Cultivos Intensivos	Zona Cálida		CI	100	40 896.12	3.50
	Cultivos Fraccionados	Zona Cálida		CFc	100	11 118.14	0.95
		Zona Fría		CFa		1 827.68	0.16
	Terrenos en descanso			TD	100	20 433.17	1.55
USO PECUARIO	Extensivo	Pastoreo Temporal		PT	100	157 686.45	13.47
		Pastoreo Continuo		PC		3 207.59	0.27
USO FORESTAL	Leñoso	Siempre verdes en riberas de ríos		FLv	100	9 353.44	0.80
		Caducifolios y siempre verdes en sabanas		FLs		3 884.37	0.33
		Caducifolios en la cuenca media		FLc		54 468.86	4.66
		Siempre verdes en zonas altas		FLa		22 908.89	1.96
USO MINERO	Metálico *	Explotación de cobre			100	561.68	0.05
	No Metálico	Explotación de sales		UMS		774.03	0.07
		Canteras de agregados (ríos)		UMC			
OTROS	Sin Uso	Eriazos		SUE	100	110 498.56	9.45
		Humedales		SUH		6 587.07	0.56
		Inundables		SUI		7 053.94	0.60
		Salinos		SUS		15 747.79	1.35
		Centros Poblados		CP		5 544.54	0.47
	Lagunas, Estuarios, Ríos			22 865.15	1.96		
SUB-TOTAL						495 417.47	42.16
UNIDADES ASOCIADAS							
Cultivos Intensivos - Frutales zona cálida				CI-FRc	60 - 40	27 578.65	2.36
Cultivos Intensivos - Terrenos en descanso				CI-TD	60 - 40	30 281.63	2.59
Cultivos Fraccionados zona cálidas - Frutales zona cálida				CFc-FRc	70 - 30	816.66	0.07
Cultivos Fraccionados zona cálidas - Pastoreo temporal				CFc-PT	60 - 40	25 090.55	2.49
Cultivos Fraccionados zona cálidas - Terrenos en descanso				CFc-TD	60 - 40	20 635.17	1.62
Cultivos Fraccionados zona cálidas - Forestal leñoso en riberas de ríos				CFc-FLv	60 - 40	4 751.47	0.41
Cultivos Fraccionados zona templada - Frutales zona templada				CFt-PC	60 - 40	5 827.09	0.50
Cultivos Fraccionados zona templada - Pastoreo continuo				CFt-PC	50 - 50	118 920.64	10.17
Cultivos Fraccionados zona templada - Terrenos en descanso				CFt-TD	60 - 40	9 771.62	0.84
Pastoreo temporal - Forestal leñoso de caducifolios en sabanas				PT-FLs	60 - 40	270 754.50	23.16
Pastoreo temporal - Forestal leñoso de caducifolios en cuenca media				PT-FLc	50 - 50	133 888.86	11.45
Pastoreo temporal - Sin uso eriazos				PT-SUE	70 - 30	24 307.66	2.08
Pastoreo continuo - Forestal leñoso en zonas altas				PC-FLa	60 - 40	869.07	0.07
Sin uso inundable - Forestal leñoso en riberas de ríos				SUI-FLv	50 - 50	388.96	0.03
SUB-TOTAL						673 882.53	57.84
T O T A L						1 169 300.00	100.00

* Por su pequeña extensión no ha sido cartografiado.

3.9.5 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.

■ Zona Cálida

En esta zona por debajo de los 800 msnm, tenemos la presencia de dos campañas “grande” y “chica” para los cultivos anuales. La siembra en la campaña grande se inicia en el mes de enero con los cultivos de arroz, algodón, otros se inician en los meses de febrero y marzo, dependiendo de la disponibilidad de agua.

La campaña denominada “chica” comienza en julio con los cultivos de sorgo, maíz amarillo y menestras; 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.

Los cultivos de frutales que por sus características tienen un crecimiento permanente cuentan con riego; ellos son los más afectados en tiempos de sequía.

Cuadro N° 3
Calendario de cultivos zona calida

CULTIVO	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
CAMPAÑA GRANDE												
Arroz												
Algodón												
Maíz amarillo												
Hortalizas												
Camote												
Frutales (Mango, limón sutil, plátano, cacao, tamarindo, papaya, naranjo)												
Forrajes (alfalfa)												
CAMPAÑA CHICA												
Sorgo												
Maíz amarillo												
Menestras (Fríjol caupí, fríjol de palo, fríjol grano)												
Yuca												
Hortalizas (Tomate, otros)												

■ Zona Templada

En la zona templada entre los 1000 y 3 500 msnm, las siembras comienzan en el mes de setiembre, mientras que las cosechas se dan en marzo; en este caso dependen de las bajas temperaturas (heladas). Entre 1 000 y 2 500 msnm requieren de riego complementario; estos terrenos entran en un período de descanso entre abril y agosto.

Cuadro N° 4
Calendario de cultivos zona templada

CULTIVO	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Maíz amiláceo												
Arveja grano												
Fríjol grano												
Cereales (cebada, trigo)												
Hortalizas (Ajo, otras)												
Camote												
Café												
Frutales (Lúcuma, chirimoya, plátano, granadilla)												
Forrajes (Pastos elefante y sudán)												

■ Zona Fría

En la zona fría se presenta un rango muy estrecho de cultivos, generalmente criofílicos resistentes a bajas temperaturas; estos son sembrados en los meses de setiembre y octubre, el crecimiento ocurre entre los meses de octubre y marzo y las cosechas en abril, evitando la época de heladas. Los cultivos son conducidos en seco.

Cuadro Nº 5
Calendario de cultivos zona fría

CULTIVO	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
CAMPAÑA GRANDE												
Papa												
Ulluco												
Mashua												
Forrajes (nativos)												

3.9.6 Sectorización de la Superficie Cultivada

En la cuenca la sectorización del área agrícola puede ser realizada considerando diferentes puntos de vista, 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 ella 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 por el retorno económico de la actividad.

■ Cultivos de la Zona Cálida

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

En esta zona las áreas cultivadas se encuentran en planicies donde los problemas de erosión hídrica son mínimos, se presenta una degradación de la fertilidad que es compensada por el uso de enmiendas orgánicas y fertilizantes. También se observan sectores salinos debido a un uso no controlado del riego, sobre todo el uso de grandes volúmenes de agua en el cultivo de arroz. La corrección de tal situación exige un cambio de cultivos, optando por aquellos menos exigentes en agua; asimismo, se debe generalizar la tecnificación del riego, (riego por goteo).

Esta zona es la que presenta el mayor riesgo ante el fenómeno del niño, siendo afectada por los dos extremos: presencia de inundaciones en épocas de elevada

precipitación y sequías marcadas en épocas de escasez de agua que son suplidas con el agua que aportan los reservorios de San Lorenzo y Poechos.

■ **Cultivos de la Zona Templada**

En esta zona, entre 1 000 y 3 000 msnm, encontramos una agricultura de condición tecnológica media a baja, de moderado riesgo por las condiciones climáticas, especialmente las bajas temperaturas; no cuentan con riego permanente, todas son conducidas en secano, generalmente. El alcance a técnicas agrícolas: uso de pesticidas, fertilizantes, semilla certificada, maquinaria agrícola, es baja. Se presentan dificultades para acceder a los mercados, tanto por la distancia como por el estado de las vías. En esta zona los terrenos cultivados son de pequeña extensión, caracterizando un minifundio que no le permite al agricultor una participación directa en mercados externos, dependiendo del acopiador; el cual maneja los precios, propiciando un retorno económico mínimo al agricultor, sólo de subsistencia. Presenta rendimientos bajos y es complementada con el pastoreo de vacunos y ovinos en pastizales de gramíneas.

La agricultura en estas zonas es de alto riesgo por encontrarse en laderas de montaña o en pequeñas terrazas de deslizamiento ahora estabilizadas. En un evento climático especial la zona es afectada de forma moderada, el déficit de agua es menor.

■ **Cultivos de la Zona Fría**

En la Zona Alta por sobre los 3 000 msnm, se practica una agricultura técnicamente muy limitada y de autoconsumo, con un cuadro de cultivos restringido a tuberosas resistentes a las temperaturas bajas. El uso de pesticidas, fertilizantes es casi nulo; éste también es realizado en laderas de montaña de relieve ondulado a empinado susceptibles de ser erosionadas.

En esta zona las variaciones climáticas son mínimas y la alteración del crecimiento de los cultivos también es igual. No presenta alteraciones externas como en las dos zonas anteriores.

3.9.7 Unidades de Vulnerabilidad y Uso Actual de la Tierra

Determinación de los indicadores de vulnerabilidad

a Criterios para la determinación de indicadores de vulnerabilidad

Entre los criterios ha ser utilizados para definir los indicadores de vulnerabilidad en el uso actual de la tierra, 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 todo tipo de regiones del país, incluidas en aquellas que aún no se aplican.
- 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 Vulnerabilidad

■ Cambio de Uso:

Se ha determinado que en un escenario de variación climática donde se puede dar un exceso de humedad y elevarse las temperaturas, en tal situación, cuando esto le sea favorable hará que este se incremente, ocupando una mayor superficie. A este mismo uso le ocurrirá lo contrario de darse una situación inversa. Se da un proceso de adaptabilidad de usos cuando el agricultor busca la mejor alternativa.

■ 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.

Cuadro N° 6

Vulnerabilidad física del uso de la tierra

VULNERABILIDAD / FACTORES	MUY ALTA	ALTA	MODERADA	BAJA
USO AGRICOLA	Cultivos intensivos zona cálida 9 Cultivos fraccionados zona cálida	Frutales zona cálida 8	Cultivos fraccionados zona templada 5 Frutales de la zona templada	Cultivos fraccionados de la zona fría 4 Terrenos en descaso
USO PECUARIO	Pastoreo extensivo temporal 7		Pastoreo extensivo continuo 3	
USO FORESTAL	Leñoso en sabanas 4	Leñoso en la cuenca media 5		Leñoso en riberas 3 Leñoso en la cuenca alta
USO MINERO	Explotación de sales 3	Cantera agregados 4		
OTROS	Sin uso inundable 6 Centros poblados rurales		Centros poblados urbanos 4	Sin uso eriazo, 2 Sin uso salino Sin uso humedales

3.10 PLAGUICIDAS QUIMICOS DE USO AGRICOLA (PQUA)

3.10.1 Generalidades

El cambio climático constituye, uno de los principales componentes de la problemática ambiental global a nivel mundial, representa una grave amenaza a las actuales y futuras condiciones de vida, sostenibilidad de ecosistemas naturales y desarrollo de actividades productivas agrícolas, debido al incremento de la temperatura ambiental y regímenes climáticos que modificarían sustancialmente las formas de vida e interrelaciones en todo nivel del ambiente. Siendo Piura una zona que enfrenta al ENSO de manera periódica, es a una escala menor en que se puede observar el grado de respuesta de los agro-ecosistemas en esta zona y su respuesta ante cambios climáticos de la zona, específicamente en el tema del uso de agroquímicos y su contribución de efecto en ecosistemas de la zona.

Las condiciones extremas, dentro de unos límites, favorecen la extensión de plagas “oportunistas” que se reproducen mucho más rápido que sus controladores naturales, siendo más difíciles para organismos especializados. Extremos climáticos de larga duración y fluctuaciones drásticas del tiempo pueden agotar la capacidad de resistencia de los ecosistemas agrícolas, del buen funcionamiento de éstos depende el control de posibles plagas. La sequía y las lluvias favorecen, además, la contaminación de los pozos de agua potable, alternativa de riego potencial, en períodos secos sin lluvias, como es una característica típica que produce el progresivo cambio climático.

La bibliografía señala que hallazgos en el Perú indican que el calentamiento de la Tierra está afectando la distribución de las plagas de insectos de los cultivos de la zona costera del país¹. La resistencia o la tolerancia a los insectos de los cultivos, sería afectada, ya que algunas variedades cultivadas podrían ser más vulnerables a las plagas como consecuencia del efecto causado por las temperaturas más altas u otros cambios del clima.

La interacción entre la presión provocada por los cambios en las plagas de insectos con las provocadas por las enfermedades y las malas hierbas o maleza provocarían en las plantas hospederas de las plagas de insectos variaciones, si el calentamiento favoreciera a algunas malezas más que a otras; los cambios en las poblaciones de insectos vectores de las enfermedades virales de las plantas pueden alterar la incidencia de enfermedades también. El clima también podría provocar cambios en la incidencia de enfermedades fungosas, provocando el aumento en el uso de fungicidas; las relaciones entre las plagas de insectos y sus enemigos naturales se podrían afectar también, algunos mecanismos naturales de control pudieran “desacoplarse”, dado que las poblaciones de plagas y de depredadores reaccionan de modo diferente ante los cambios en la cantidad de lluvia y de temperatura.

La resistencia o la tolerancia a los insectos de los cultivos, se vería afectada, ya que algunas variedades cultivadas podrían ser más vulnerables a las plagas como consecuencia del efecto causado por las temperaturas más altas u otros cambios del clima.

¹ Informe anual CIP. Artículo El Cambio del clima y los insectos: Algunas preguntas fundamentales. 2001. Perú.

Todos los factores mencionados, están incidiendo en las principales consecuencias asociadas 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.

En el área de estudio, la agricultura es la actividad económica más importante de las áreas de la cuenca del Río Piura, que a pesar de los cambios climáticos como las sequías y el ENSO se ha mantenido hasta la fecha. La agricultura de la cuenca presenta cierta vulnerabilidad por falta de tecnología en el riego, los cultivos y el abuso y/o mal uso de agroquímicos principalmente. Piura representa uno de los cinco principales departamentos productores agrícola de la costa peruana (Fuente: Jorge Chávez-Tafur, et al. 2002). La cuenca del Río Piura abarca 5 provincias y 29 distritos teniendo una superficie agrícola de 136,063.73 Hectáreas, que representa el 55,6% del área agrícola que es de 244 360 ha y una población de 929,247 habitantes del departamento (INEI proyección 2003), su población es de 1 467,538 habitantes, de los cuales 692,917 son hombres y 695 347 son mujeres; posee una tasa de analfabetismo del 16% (<http://www.conam.gob.pe/cap21/car%20piura.html>). La cuenca del Río Piura está conformada por 28 971 ha de cultivos permanentes, 9 100 ha de cultivos semi-permanentes y 70 896 ha de cultivos transitorios, estos últimos son los de mayor uso de agroquímicos en la zona.

El Servicio Nacional de Sanidad Agraria -SENASA, es la autoridad nacional competente en materia de conducir y mantener el sistema de Registro y actividades Post-registro de Insumos agropecuarios, estipulado en el inciso i, Artículo 5° de la ley N° 27335 - Ley Marco de Sanidad Agraria del 2000. Los plaguicidas químicos son importantes para la protección de los cultivos y productos agropecuarios; la labor del SENASA se centra básicamente en el control de la fabricación, formulación, envasado, distribución, importación o exportación; así como en el registro de las personas naturales o jurídicas que tienen responsabilidad en la comercialización, manejo y uso de los mismos.

En la Normatividad nacional los agroquímicos están categorizados como insumos, junto a fertilizantes y afines por el SENASA; el Manual Técnico Andino, Manual Técnico Para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola – fue emitido por Resolución 630 del Acuerdo de Cartagena de junio del 2002, es una norma de carácter supranacional para los países andinos, que define Plaguicida Químico de Uso Agrícola (PQUA) a cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfiere de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera. El término incluye a las sustancias o mezclas de sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de las cosechas para proteger el producto contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte. Este término no incluye los agentes biológicos para el control de plagas (*los agentes bioquímico² y los agentes microbianos³*), por lo cual es el término usado

² Los Agentes Biológicos según FAO, 1988 pueden ser: agentes bioquímicos, una sustancia química para ser considerada agente bioquímico debe satisfacer los siguientes criterios:

a) La Sustancia Química debe mostrar un modo de acción diferente de la toxicidad directa de la plaga que se quiere combatir por ejemplo: regulación de crecimiento, interrupción del apareamiento, atracción.

en las actividades de evaluación, registro y demás en el país, asumiendo una armonización de términos y evaluaciones.

El Río Piura representa la fuente de agua para el desarrollo de la agroproducción en esta cuenca, en ambos márgenes del río se desarrolla la mayoría de los cultivos de la zona, como el arroz, algodón, maíz amarillo duro y frutales. Fenómenos naturales como el ENSO afectan en una intensidad diferente las actividades de la población, en las actividades de la agricultura, las altas temperaturas de El Niño produjeron estrés en las plantas disminuyendo la productividad y aumentando la población de plagas y sus controladores biológicos.

En algunas zonas, el cultivo de arroz ha ido desplazando a otros cultivos como el algodón Pima, en otras predomina el cultivo del maíz amarillo y cultivos permanentes, los cuales solo se encuentra en los valles del Medio Piura y San Lorenzo. (*Fuente: III Censo Nacional Agropecuario. 1994*), durante la visita se observó que los cultivares de arroz han sido reemplazados por la siembra de frijol y algodón, debido a la falta de agua en los valles del bajo y medio Piura principalmente, que es donde se desarrolla este cultivo con mayor extensión.

La alta disponibilidad de plaguicidas en todo el departamento, las ventas directas en campo, el precio accesible, recursos económicos limitados, la venta de productos provenientes de contrabando, el analfabetismo, falta de asesoría técnica profesional, y la ideología del agricultor de que la eficacia de una plaguicida se mide cuando éste actúa “matando rápido y todo”, son algunos de los factores que han llevado a una mal uso y abuso de los PQUA en esta zona.

Respecto a las instituciones en la zona, existe una gran número de Organismos No Gubernamentales - ONG, además de los organismos de gobierno, en la zona del alto Piura, aparte de las instituciones de gobierno, el conjunto de instituciones privadas está compuesto por Las ONG: Caritas-Villa Nazaret y Ayuda en Acción.

En la zona de la cuenca media las entidades de promoción y desarrollo Pidecafé, Cepicafé, CIPCA, Centro Ideas, Cepeser, Pirwa, Prisma, HPI, Care, ADEC, Iresima, Ñarihualac, Mirhas Perú, IAAP, Caritas del Perú, Diaconía para la Justicia y La Paz, Coordinadora Rural, Plan Internacional, AIDER, ATA-Piura, IRAGER; la demás institucionalidad corresponde a entidades de gobierno local y regional.

En el sector del bajo Piura, la institucionalidad pública está formada 12 entidades, que son la Agencia Agraria de Piura ubicada en La Unión, y las Municipalidades de los distritos de la zona. Por el lado de la institucionalidad privada sólo se registra la presencia del Consorcio Sechura⁴.

b) La Sustancia Bioquímica debe encontrarse en la naturaleza, o si es sintetizada por el hombre, deberá ser estructuralmente idéntica a una sustancia química natural.

³ Agentes Microbianos, son agentes naturales tales como bacterias, hongos, virus, protozoos, o microorganismos genéticamente modificados. FAO, 1988.

⁴ Diagnóstico de la Cuenca del Río Piura con Enfoque de Gestión de Riesgo. Rojas V, Godofredo. 2003. Piura, Perú.

Ubicación y Extensión

La zona de estudio recorrida ha sido el valle de la cuenca del Río Piura (Ver anexo 2, fotos AQ- 1, AQ-2, AQ- 3, AQ-4 y AQ-5), pasando por la cuenca baja media y alta, donde se observó el desarrollo de cultivos de arroz, algodón, maíz, frijol, principalmente, y otros como cebolla, limón, frutales, café, trigo, de menor desarrollo en la zona.

La cuenca del Río Piura está situada geográficamente entre los paralelos 4°42' y 5°45' de latitud sur y los meridianos 79°29' y 81°00' de longitud oeste. Tiene un área de 12,216 Km² en extensión⁵. El río nace a 3,600 m.s.n.m., en la divisoria de la cuenca del Río Huancabamba, donde inicia su recorrido cruzando las provincias de Morropón y Piura. El cauce es de 280 Km y tiene una dirección de sur a norte, con curvatura desde la Quebrada San Francisco hasta la Caída de Curumuy, luego en dirección sur-oeste hasta llegar a su desembocadura al Océano Pacífico a través del Estuario de Virrilá⁶.

En altitud, la cuenca baja del Río Piura se distribuye de los 0 msnm hasta los 50 msnm; la cuenca media se extiende hasta los 350 msnm; y la cuenca alta del Río llega hasta los 3650 msnm.

Antecedentes

El presente trabajo busca evaluar las relaciones bióticas y abióticas, y el efecto en las mismas del uso de plaguicidas como efecto indirecto en la pérdida de ecosistemas y organismos benéficos no objetivo, al respecto, no se han realizado trabajos en la zona ni en otras partes de país, según se ha revisado la bibliografía pertinentemente. La información existente, es referida al efecto de los plaguicidas en la salud y en términos de fortalecimiento de políticas agronómicas.

Objetivos

- Elaborar un diagnóstico situacional del uso de agroquímicos en la cuenca del Río Piura y su efecto en el ambiente.
- Identificar las áreas de interés respecto a ecosistemas frágiles y su afectación por el uso de agroquímicos en su entorno.
- Elaborar una propuesta de medidas preventivas y mitigación para las diferentes áreas identificadas en la zona de estudio, en un Plan de Manejo Ambiental.

⁵ Mejoramiento y Regulación del Riego del Alto Piura. Tahal Ascosesa. 1988. Perú

⁶ Diagnóstico de Gestión de la Oferta de Agua Cuencas Chira – Piura. INADE-PECHP, 2001. Perú

3.10.2 Información existente

Fuentes Utilizadas

El Centro Ideas realizó en 1993 un estudio de investigación⁷, a nivel de campo, en los valles del bajo Piura, donde realizó 25 entrevistas, 27 en el medio Piura, en el valle de San Lorenzo, y 17 entrevistas en el alto Piura, sobre el impacto que origina el uso de agroquímicos en el escenario agrícola de dicha región. Dicho trabajo muestra estadísticas de uso de productos, prácticas usadas y manejo de residuos, entre otros.

En las conclusiones se menciona que en la región aún son incipientes los trabajos realizados tendentes a perfilar una propuesta alternativa al uso de agroquímicos, y que el énfasis y orientación que han tenido los ensayos tecnológicos más han estado orientados a “perfeccionar” la aplicación del paquete tecnológico convencional altamente consumidor de agroquímicos. Los trabajos orientados bajo una “opción ecológica”, aún son un saber de elite y una práctica de experimentación.

La ONG Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA), en una publicación en 1999, presenta una Ficha de Registro de Conflictos Ambientales en la Región Grau⁸, realizada en el valle del bajo Piura, en la cual se precisa que los principales recursos afectados son: el agua, el aire, la flora, el suelo, la fauna y la salud, afectándose los ecosistemas atmosféricos, acuáticos y terrestres; este trabajo consideró el contexto general del cultivo del algodón, en dicho trabajo se realiza la evaluación de las prácticas de aplicación, preferencias de uso de PQUA, enfermedades de los cultivos, manejo de desechos y envases.

Se ha revisado además, información de estadísticas facilitada por el SENASA central, SENASA PIURA, paginas Web de la EPA, Universidades, entre otros sobre publicaciones de ingredientes activos, y otros documentos de trabajos de investigación realizados en la zona y el país citados en la bibliografía.

3.10.3 Métodos

- Revisión de fuentes bibliográficas existentes.
- Método estadístico para la definición de la muestra.
- Evaluación de campo, que consistió en visita a zona de estudio, entrevista con los agricultores dueños y/o aplicadores de la zona y toma de encuesta a los mismos.
- Procesamiento de gabinete, método estadístico para el procesamiento de datos.

3.10.4 Diagnóstico del uso de Agroquímicos en la Cuenca del Río Piura

El efecto del uso de plaguicidas en el ambiente, es un aspecto que ha sido analizado indirectamente en los trabajos revisados en la zona ya que la preocupación principal siempre es el riesgo para la salud humana en todos los trabajos encontrados.

⁷ Agroquímicos en la Región Grau. 1994. Centro Ideas.

⁸ Catastro de Conflictos Ambientales por Plaguicidas. Marielena Rozas. Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales. 1999.

Generalidades

Respecto a las aguas subterráneas, en 20 años (1975 – 1995) el nivel freático menor a 2 m se incrementó de 80% al 90% del área agrícola, a pesar de la existencia de los sistemas de drenes; el mayor incremento del nivel freático se inició a partir de 1,980 con el cultivo de arroz (cultivo en el que se hace un uso muy agresivo de herbicidas), este nivel es de 1 – 2 m en épocas de recarga mínima y de 1 – 1,5 m en épocas de recarga máxima⁹, la napa freática, tanto el acuífero libre como el acuífero confinado se podrían ver afectados por lixiviación de las sustancias químicas usadas y disponibles en el suelo, lo cual asociado al estado de infraestructura hidráulica (canales no revestidos, falta de drenes, entre otros), podrían ocasionar una movilización de sustancias hacia zonas alejadas del campo y afectar la salud de la población por la alteración de la calidad de agua.

Clasificación convencional de los agroquímicos

En la Norma Andina, se precisa que la Organización Mundial de la Salud (OMS), a solicitud de los gobiernos, ha aprobado un sistema de clasificación toxicológica de los plaguicidas de acuerdo con su peligrosidad (ver Cuadro N° 1). Esta clasificación aceptada por los países, en la Decisión 436 de la Comunidad Andina, se revisa cada 2 años por un grupo de expertos de la OMS; tomando como referencia la última clasificación toxicológica que haya sido recomendada por la OMS (Artículo 40 Decisión 436). La caracterización de peligrosidad de los PQUA para la salud está referida en la información basada por una exposición aguda.

Cuadro N° 1

Clasificación por peligrosidad (A y B)

CATEGORIA	DL ₅₀ en ratas (mg/Kg de peso corporal)			
	Oral		Dérmica	
	Sólido(a)	Líquidos	Sólido(a)	Líquidos
IA Extremadamente peligrosos	< 5	< 20	< 10	< 40
IB Altamente peligrosos	5-50	20-200	20-100	40-400
II Moderadamente peligrosos	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III Ligeramente peligrosos	> 500	> 2000	> 1000	> 4000

^(A) Criterios de Clasificación:

La Clasificación se basa en la Toxicidad Oral y Dermal Aguda establecida mediante la Dosis Letal Media (DL50) en ratas y la toxicidad inhalatoria aguda expresada como Concentración Letal Media (CL50) en ratas, cuando corresponda, para la formulación del plaguicida sujeto a registro.

⁹ Estudio Diagnóstico de la Falta de Agua en los Valles de Chira - Piura. INADE. 1996..

^(B) Aplicación de los criterios para la clasificación.

La clasificación se basa principalmente en la toxicidad aguda oral o dérmica para las ratas. La clasificación por peligrosidad conlleva a ubicar en alguna de las cuatro categorías el producto en estudio.

Esta clasificación de peligrosidad, en base a la Dosis letal media DL_{50} oral para ratas, expresada en mg/Kg de peso corporal de animales de prueba, no contempla verazmente el efecto de la sustancia en los elementos del ambiente como agua, suelo, aire y la toxicidad, como la propiedad de una sustancia química para causar perjuicio o producir daños fisiológicos a un organismo vivo por medios no mecánicos, sobre organismos vivos como peces, aves, abejas, entre otros; para el presente trabajo se considerará la clasificación de los plaguicidas de acuerdo al grupo químico que pertenece cada sustancia: fosforados, carbamatos, piretroides y demás. El ingrediente activo, es la sustancia química de acción plaguicida que constituye la parte biológicamente activa presente en una formulación¹⁰. Las características principales de efectos de persistencia, potencial de lixiviación en agua y suelo, y su efecto sobre especies más sensitivas e indicadoras para cada comportamiento ambiental han sido acordadas por la comunidad científica mundial, para ecosistemas acuáticos (estudios agudos y crónicos sobre peces, invertebrados y sobre plantas acuáticas según corresponda), para ecosistemas terrestres (estudios agudos, crónicos y de reproducción sobre aves y mamíferos, sobre abejas, sobre lombrices, microorganismos y plantas no objetivo, según corresponda)¹⁴, además de hacer una revisión de los i.a. reportados; los valores de LD_{50} , CL_{50} , EC_{50} (Concentración media esperada), están determinados en base a parámetros internacionales aprobados y aplicados en el país.

Clasificación de los agroquímicos usados en la cuenca del Río Piura**Fosforados**

- Actualmente existen más de 200 sustancias.
- Alta, media y baja toxicidad por ingestión y contacto
- Poco o medianamente acumulables
- No son bioacumulables
- Solubilidad variable en el agua
- No selectivos
- Inhiben la actividad de la colinesterasa

Carbamatos

- Baja, media y alta toxicidad para mamíferos
- Poco o medianamente estables
- Se biodegradan fácilmente
- Reducido y amplio espectro
- No son selectivos
- Inhibidores reversibles de colinesterasa

¹⁰ Decisión 436 Norma Andina para el Registro y Control de PQUA.

- Altamente tóxicos para abejas

Piretroides

- En general los piretroides sintéticos han demostrado ser tóxicos para peces, invertebrados acuáticos y abejas en pruebas de laboratorio¹¹ (<http://www.panna.org/resources/pestis/PESTIS.1996.14.html>).
- Baja y mediana toxicidad para mamíferos
- Extremadamente tóxico para insectos y organismos acuáticos
- Poco o medianamente estables. Fotoestables.
- No son bioacumulables
- Actúan por disociación de membrana axónica
- Problemas con resistencia cruzada

Neonicotinoides

- Moderadamente a ligeramente tóxicos para mamíferos.
- Fácilmente degradables en el suelo y las plantas
- Insecticidas de amplio espectro
- Medianamente selectivos
 - Neurotóxicos, mímicos de la acetilcolina

Benzoylúreas

- Actúan como reguladores de crecimiento en los insectos.
- La primera benzoilurea introducida fue triflumuron, en 1978.
- Posteriormente aparecieron chlorfluazuron, teflubenzuron, hexaflumuron, flufenoxuron y flucycloxuron. Las nuevas adiciones a este grupo corresponden a flurazuron, novaluron, diafenthiuron y lufenuron.
- Ingresan al cuerpo del insecto más por ingestión directa que por contacto.
- Interfieren con la síntesis de quitina.

Triazinas

- Químicamente son derivados heterocíclicos del nitrógeno.
- La mayoría de las triazinas comerciales son simétricas y de baja solubilidad.
- Recientemente se han desarrollado triazinas no simétricas de mayor solubilidad y menor residualidad
- Acción sistémica lenta, inhibidores de la fotosíntesis, producen detención del crecimiento

Derivados de bupiridilo

- Los compuestos más importantes de este grupo de herbicidas son el paraquat y el diquat.

¹¹ World Health Organization. 1990.

- Compuestos muy hidrosolubles y poco volátiles, agentes no selectivos que actúan por contacto directo.
- Compuestos altamente tóxicos, cuyo uso se encuentra prohibido en países desarrollados.
- Productos persistentes en suelos, se adsorben fuertemente por intercambio iónico a suelos y sedimentos. No experimentan bioconcentración en organismos acuáticos.
- Se biodegradan lentamente en agua, con DT50 muy altos; no experimentan hidrólisis fotólisis ni volatilización desde el medio acuático.

Los demás grupos químicos, presentan características sui-generis a cada ingrediente activo.

Metodología de Trabajo

Se trabajó en base a una encuesta de elaboración propia (Anexo 3), para entrevistar a los agricultores. Dicha encuesta consideró aspectos de información general del entrevistado (edad, nivel de educación, tenencia de tierra, entre otros); uso de PQUA y cultivos desarrollados, y aspectos de educación en uso de PQUA y conocimientos generales.

Se visitaron 29 lugares o centros poblados, y se realizó 121 encuestas a lo largo de la cuenca, cuyo detalle en números se detalla en el cuadro N° 2.

La población total de encuestados fue de 121 personas, cuyas edades fluctúan entre los 6 y 78 años, siendo el de menor edad un aplicador encuestado en la zona de La Unión y la persona de mayor edad en la zona de Sincape, ambos de la cuenca baja.

La encuesta tuvo carácter “ocasional”, ya que los sujetos evaluados fueron encontrados en labores en el campo, dirigiéndose hacia sus parcelas ó retornando de las labores de las mismas, durante el recorrido por las diferentes vías de acceso y a lo largo de la cuenca, identificando las zonas agrícolas, mediante imágenes de satélite.

El trabajo de campo, en la aplicación de plaguicidas a los cultivos y las demás actividades relacionadas, son en general realizadas por los hombres, según se reporta en la encuestas, las mujeres encuestadas manifestaban que los referente a compra y aplicación de PQUA en el campo, lo realizaban sus esposos y/o hijos, según sea el caso.

Cuadro N° 2

Lugares visitados y número de encuestas realizadas por cuenca mayo (2004)

N°	CUENCA BAJA	N° ENCUESTAS REALIZADAS
1	Buenos Aires	4
2	San Andrés	9
3	Sincape	3
4	Santa. Rosa	3
5	Fundo Independencia	5
6	La Arena	3
7	Tablazo	9
8	La Unión	10
9	El Chato	1
CUENCA MEDIA		N° ENCUESTAS REALIZADAS
10	Salitral	3
11	San Clemente	4
12	Palo Blanco	3
13	Río Seco	1
14	Morropón	2
15	Bigote	5
16	Tamarindo	5
17	Carrasquillo	4
18	Malacasí	3
19	Laynes	1
20	Fundo Mantequilla	2
21	Chulucanas	4
22	Serrán	2
23	San Martín	5
CUENCA ALTA		N° ENCUESTAS REALIZADAS
24	San Lorenzo	8
25	Olleros	2
26	Canchaque	4
27	Frías	11
28	El Faique	3
29	Campana	2
	29 Lugares	121

3.10.5 Resultados

Población encuestada

Las encuestas fueron llevadas a cabo a lo largo de la cuenca del Río, se tomaron rutas que abarcaron los principales centros poblados y zonas de cultivos (observados en las imágenes de satélite revisadas previamente) y en base a las estadísticas del Ministerio de Agricultura (datos de producción, intención de siembra, entre otros).

Diagnóstico general de la cuenca

La distribución de uso de plaguicidas en la cuenca es casi homogénea en la cuenca baja y media, disminuyendo su uso en la cuenca alta (Figura AQ -1 Anexo 1)

Los 121 encuestados, reportaron en total 73 PQUA en uso a lo largo de la cuenca, de los cuales 5 son productos que no están inscritos en el país y su procedencia es de contrabando, lo cual que se detalla más adelante. Estos 73 productos, reportan 37 ingredientes activos en total.

El 97,5% del total de encuestados usan plaguicidas en sus cultivos, distribuidos mayoritariamente en la cuenca baja y media, y parte de la cuenca alta; el 2,5% restante que no usa plaguicidas en sus cultivos corresponden a la cuenca alta y sus cultivos representan frutales mayoritariamente.

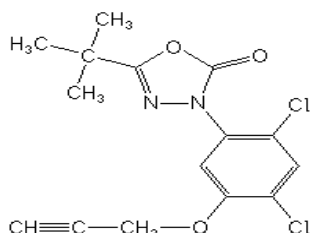
De estos 73 productos reportados, 68 se encuentran registrados en el SENASA, registrados en el "Listado de plaguicidas agrícolas registrados en el SENASA – PERÚ" (<http://www.senasa.gob.pe>), aprobado por Decreto Supremo N° 15-95-AG, vigentes actualmente en el país; los 5 plaguicidas restantes, reportados por los encuestados son: FOLIDOL, DICTER, CYPERPAC, CIPERCOR ECUATORIANO. Según su grupo químico son fosforados, carbamatos, piretroides, y a grupos químicos diversos (compuesto de anilida, benzoylurea, nenicotinoide, compuesto de alanina, derivados de urea, benzimidazol, chloroacetanilida, análogos de nereistoxin, compuestos polyalkyloxi, triazinas), en la (Figura AQ-4 Anexo 1) se presentan estos datos en porcentajes.

El plaguicida (herbicida) RAFT, tiene como sustancia ingrediente activo (i.a.) al oxadiargyl, de grupo químico no clasificado, cuya estructura química es la siguiente:

NOMBRE IUPAC: 5-*tert*-butyl-3-[2,4-dichloro-5-(prop-2-ynyloxy)phenyl]-1,3,4-oxadiazol-2(3*H*)-one

N° CAS: 39807-15-3 (Código de la sustancia química)

FORMULA: C₁₅H₁₄Cl₂N₂O₃



Formula estructural del oxadiargyl

De los PQUA reportados de uso no autorizado en el Perú:

El PQUA FOLIDOL, es un insecticida, cuyo i.a. es el parathion metílico, del grupo químico de los organosforados, cuyo titular del registro era BAYER S.A., es una sustancia química sujeta al Procedimiento de Consentimiento Fundamental Previo (COPs) de la FAO/PNUMA, cuyo uso fue restringido en el Perú, mediante los procedimientos normativos respectivos¹², se estableció disposiciones normativas sobre la revisión y reevaluación del registro de las formulaciones comerciales de plaguicidas agrícolas ALDICARB, PARATHION ETÍLICO, PARATHION METÍLICO Y PARAQUAT; en dicha Resolución se resolvió restringir el uso del FOLIDOL 2.5 % POLVO SECO, permitiéndose su empleo sólo en los cultivos de algodón, zapallo, fríjol, maíz y papa en aplicaciones a plántulas. Posteriormente, el 9 de Octubre de 2000 se resolvió cancelar el registro del producto¹³ FOLIDOL 2.5% PS (parathion metílico), con Certificado de Registro N° 118-96-AG-SENASA, prohibiéndose su comercialización en el país. El uso de la sustancia parathion está restringido en Brasil, Colombia, Costa Rica y el Suriman, y no está consentido en Canadá, Chile, Ecuador, Perú, Jamaica y en Trinidad y Tobago, además de estar restringido por la Unión Europea en varios países confortantes, y no consentido en otros países del resto del mundo. (http://www.pesticideinfo.org/Detail_ChemReq.jsp?Rec_Id=PC35110). Se reportó es uso de FOLIDOL de 2 a 4 veces por campaña en cultivos de maíz, en las localidades de Buenos Aires y Tablazo, Tamarindo y Chulucanas aplicado supuestamente para combatir el “gusano cogollero” *Spodoptera frugiperda*.

En las localidades de Santa Rosa, Fundo Independencia, Tablazo, la Unión (cuena baja), San Clemente (cuena media) y San Lorenzo (cuena alta), se reportó el uso de CIPERCOR ECUATORIANO para cultivos de arroz, algodón y maíz simultáneamente; en Santa Rosa (cuena baja) y San Clemente (cuena media) se reportó el uso de CIPERPAC; ambos plaguicidas no están registrados en el Perú, la presencia de productos ecuatorianos en el país, y su uso en los cultivos se ha comprobado con la entrada ilegal como productos de contrabando por la frontera de Ecuador al Perú, la Dirección de SENASA-PIURA posee inmovilizados en sus instalaciones 14 litros del plaguicida CIPERPAC EC (concentrado emulsionable) y 139.30 litros de CIPERCOR (emulsión concentrada), como producto de decomiso en Aduanas; además de éstos, se encuentran inmovilizados otros 3,309 litros de PQUA diversos de contrabando, entre insecticidas, herbicidas y fungicidas¹⁴. La gran mayoría

¹² Resolución Jefatural N° 131-98-AG-SENASA.

¹³ Resolución Jefatural N° 182-2000-AG-SENASA

¹⁴ Lista de Productos inmovilizados en Aduanas por contrabando. SENASA – PIURA. 2004.

de productos ofertados en el vecino país, cuentan con nombres parecidos a los que son comercializados en el país, mas aún, muchos de estos productos tienen nombres comerciales genéricos, respecto al ingrediente activo que contienen (<http://www.sica.gov.ec/agro/insumos/plgregeca.htm>).

El DICTER, es una plaguicida registrado en países de Europa (Fuente: *PAN Pesticides Database – Chemicals*), sin embargo, se reporta su uso en la localidad de San Andrés en la cuenca baja, para el cultivo de maíz.

Otro producto de contrabando reportado y comprobado in situ (se halló envases vacíos y evidencia de uso reciente con un agricultor entrevistado en la zona de la cuenca media), ver foto AQ-9, es el producto MATADOR 60, fabricado por SINON CORPORATION con registro TQC 348 1103 en Ecuador, como se leyó en la etiqueta y fue ratificado en la fuente de gobierno de ese país (<http://www.sica.gov.ec/agro/insumos/plgregecd.htm>). El PQUA MATADOR 60 tiene como i.a. al metamidophos, que pertenece al grupo químico de los fosforados y es de categoría toxicológica IB (Ver cuadro AQ-1), este producto es comercializado directamente en el campo, junto a otros productos, los cuales son vendidos unitariamente o como “paquetes completos” por cultivo, según manifestaron los agricultores.

El 98,3% de los agricultores encuestados en toda la cuenca manifestaron haber usado y/o usar productos ecuatorianos en sus cultivos, debido a los costos, ventas en campo directas y “mismo efecto” (Figura AQ-10 Anexo 1).

El 32,4% de los productos usados son de procedencia nacional, y el 67,6% son productos importados (Figura AQ-4 Anexo 1); siendo BAYER S.A. la empresa que aporta el mayor número de PQUA reportados en la zona de estudio, con un 34,2%, la empresa TECNOLOGÍA QUÍMICA Y COMERCIO S.A. reporta el 11,4% de plaguicidas, FARMAGRO S.A. presenta el 10%, SYNGENTA CROP PROTECTION S.A. SUC. PERU está presente con el 8,8% de productos, FARMEX S.A. reporta el 7,1%, y la empresa E. I. DUPONT DE NEMOURS & CO. INC tiene el 5.7 de plaguicidas, y otros titulares de registros representan el 22,8% del total de plaguicidas reportados en la cuenca (Figura AQ-5 Anexo 1).

Los 6 productos de categoría IA reportados son: FURADAN 4F, LANNATE, CURATER y TEMIK, el primero le pertenece a FARMAGRO, el PQUA LANNATE pertenece a E.I. DUPONT DE NEMOURS & CO. INC, el producto CURATER le pertenece a BAYER S.A., y el producto TEMIK pertenece a AVENTIS CROPSCIENCE PERU S.A. (Figura AQ-6 y AQ-7 Anexo 1).

El 99.2 % de los agricultores no conocen ni entienden la categorización toxicológica de los plaguicidas (Figura AQ-8 Anexo 1): IA, IB, II Y III, extremadamente tóxicos, altamente tóxicos, moderadamente tóxicos y ligeramente tóxicos, respectivamente. El 68,3% de los agricultores encuestados no saben interpretar el significado de los pictogramas de advertencia de las etiquetas de los plaguicidas; durante el recorrido en la cuenca media se entrevistó a un agricultor (foto AQ-8) que estaba aplicando el producto MATADOR 60 como herbicida en sus plantaciones de arroz, y fue mostrado por el mismo agricultor (Foto AQ-9).

Respecto a procedencia de productos, los agricultores señalan que antes (15 a 20 años) habían menor número de plagas, y que “ahora hay que usar venenos más fuertes”, en su opinión, debido a que las plagas son más resistente y ha habido aparición de nuevas especies dañinas para sus cultivos, siendo el algodón y arroz sus principales cultivos problema.

El 97,5% de los agricultores encuestados usan mochila asperjadora para realizar sus labores de aplicación (Figura AQ-11 Anexo 1 y Fotos AQ-11, AQ-12 y AQ-13 Anexo 2). El 9,1% de los encuestados se dedicaban al trabajo de “aplicadores” (Foto AQ-14 Anexo 2), de los cuales el 42,1% no sabe que producto aplica, solo recibe indicaciones del encargado o dueño de la parcela, el 57,9% si reconoce el producto que aplica, por información del encargado y/o por el “olor conocido” del plaguicida, pues también lo aplica en sus tierras, según manifiestan, en algunos casos. Además, el 73%, el 56,8% y el 46,7% de encuestados de la cuenca baja, media y alta, respectivamente, han observado la muerte de aves en sus campos, según ellos, “por comerse los gusanos de los cultivos”; la recurrencia de aves y ganado en los campos de cultivo es permanente, ya que las aves acuden a los campos en busca de alimentación, según se observó en el recorrido en todo momento, además se practica el dejar ingresar al ganado a los campos cosechados, para que estos se alimenten de los restos de la cosecha, (Fotos AQ- 15, AQ-16 y AQ-17 Anexo 2).

El uso de insecticidas varía de acuerdo al cultivo (Figura AQ-12 Anexo 1), el 52,9% del total de plaguicidas reportados, se usan en el cultivo de arroz, el 37.1 % en el cultivo de algodón y en los cultivos de maíz y frijol se aplica el 8,6% de plaguicidas igualmente. Para la mayoría de los agricultores es una práctica normal que los hijos mayores de 13 años los acompañen en las labores de campo, además de enseñarles el uso de la mochila (Foto AQ-18 Anexo 2), como herramienta principal en el “cuidado de los cultivos”.

Respecto a las preferencias de uso reportado, el producto más reportado en los cultivos es el insecticida TAMARON con ingrediente activo metamidophos (fosforado) presenta 72 preferencias, seguido del herbicida MACHETE con ingrediente activo butachlor (chloroacetanilida) presenta 71 preferencias, entre otros (Cuadro N° 3).

Los resultados de la información para la cuenca en general y en detalle por cuenca baja, media y alta se presentan en gráficas de barras, y cuadros resumen, todo trabajado a partir de las encuestas.

Cuadro N° 3
Preferencias de uso reportado

N°	PRODUCTO COMERCIAL	GRUPO QUÍMICO	N° PREFERENCIAS*
1	Tamaron	Fosforado	53
2	Machete	Chloroacetanilida	71
3	Lorsban	Fosforado	45
4	Hedonal	Comp. clorofenólico	25
5	Cipermex	Piretroide	23
6	Tifon	Fosforado	13
7	Matador	Fosforado	12
8	Furadan	Carbamato	15
9	Alsystin	Benzoylurea	11
10	Bellmark	Piretroide	13
11	Lannate	Carbamato	11
12	Bala	Análogo de nereistoxin	13
13	Baytroid	Piretroide + Fosforado	9
14	Curater	Carbamato	9
15	Arrosolo	Carbamato + Comp. Anilida	10
16	Temik	Carbamato	6
17	Curater	Benzimidazole	5
18	Hostathion	Fosforado	8
19	Chem-rice	Chloroacetanilida	9
20	Eltra	Carbamato	8
21	Gramoxone	Bipiridilo	9
	No autorizados	Productos no registrados en el país	12
	Varios		83

* Los agricultores usan el mismo PQUA para sus diversos cultivos

Algunas ONG realizan trabajos de apoyo con promotores, en la zona y reparten productos que provienen de donaciones y/o no registrados en el país, las casas comerciales emplean este nexo ofreciéndoles productos nuevos para usar en el campo y así introducir el uso de productos nuevos, lo cual sumado a una falta de recursos para contratar personal asesor por los pequeños agricultores, lo cual fue comprobado en la zona del fundo Mantequilla, donde dos agricultores manifestaron, que un promotor los estaba ayudando en aplicar plaguicidas para su cultivo de frijol (4 hectáreas cada uno), y no sabían que productos iba a comprar el señalado "promotor", lo cual facilita la masificación de uso de plaguicidas no controlados por la Autoridad competente en los campos.

Respecto a las capacitaciones, en la zona de Río seco (cuenca media), el único agricultor encontrado en la ruta, manifestó que hace 3 años trabaja con el CENTRO IDEAS en capacitación de uso de plaguicidas, en otras zonas de la cuenca baja y media se reporta que 3 agricultores han recibido asistencia del grupo IDEAS, la ONG Ayuda en Acción se reporta una vez, 6 agricultores han recibido charlas de PYMA y 2 agricultores trabajan con el Plan Internacional; en la cuenca alta ningún

agricultor ha recibido capacitación en el uso de plaguicidas. En total, 20 personas han recibido capacitación en buenas prácticas de manipulación de plaguicidas en la zona de estudio.

El 100% de los agricultores encuestados, manifiestan que nunca han sido convocados por las empresas distribuidoras y/o las casas comerciales de la zona para recibir capacitación sobre el uso adecuado de plaguicidas.

En el tema de otras fuentes contaminantes, los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas del Río Piura se contaminan principalmente por las aguas servidas domésticas y el uso de agroquímicos en la agricultura. Los Valles del Medio y Bajo Piura serían los más vulnerables a la contaminación de la calidad del agua en la Cuenca del Río. En los alrededores de la ciudad se observa gran cantidad de basura acumulada (residuos sólidos urbanos), depositados en las cauces de los ríos, en forma de montículos y dispersa en las riberas de algunos canales (Ver Fotos AQ- 6 y AQ-7 Anexo 2). La Contaminación por la eliminación de residuos orgánicos de la población y zonas Industrial provocarían pérdidas de áreas agrícolas por expansión; por ejemplo en Alberca –Salitral la inundación de tierras de cultivos, la contaminación y degradación por exceso de agroquímicos ha provocado este efecto.

Respecto a fuentes industriales (minas fábricas y afines), según información de la Dirección Regional de Energía y Minas, en las cuencas de los ríos Chira y Piura en la actualidad, sólo existen empresas mineras no metálicas en actual explotación, en un número estimado de 10 concesiones, produciendo yeso, bentonita y agregados. En cuanto a las concesiones metálicas, una parte (aproximadamente 20) se encuentra en la fase prospectiva y sólo la Mina Polimetálica de Tambogrande se encuentra en la fase de exploración; las actividades de este orden representan una preocupación ambiental¹, proyecto que se encuentra detenido actualmente.

La Autoridad Autónoma Cuenca Chira- Piura en el 2003 realizó un diagnóstico de la cuenca del Río Piura, donde cita que las aguas del Río Piura, tanto superficiales como subterráneas, están expuestas a contaminación por la presencia de relevos mineros en la Cuenca, como es el caso de la Mina Turmalina ubicada en Canchaque. Existen grandes y numerosas apiladoras de arroz, fabricas de conservas, empackado, entre otras. En ningún caso, se ha reportado la molestia por la presencia de fábricas y/o empresas que estén ocasionando malestar a la población, en el recorrido realizado.

Ningún entrevistado manifestó que alguna industria cercana provoque malestar y/o incomodidad en la zona donde viven y/o trabajan. Lo cual no significa que no exista población afectada por alguna de estas actividades en la zona, pero que no hayan tenido la posibilidad de ser “elegidas” en el trabajo de encuesta en campo.

Respecto al manejo de envases y desechos de PQUA, por lo general los agricultores prefieren eliminar sus envases vacíos dejándolos en el campo, en el borde de sus parcelas o simplemente botarlos a los canales de riesgo, como se observó en diferentes canales principales y secundarios (Fotos AQ-20 y AQ-21 Anexo 2).

Sobre las prácticas de protección, se observó que los agricultores y/o aplicadores no usan equipo de protección adecuado debido a: falta de capacitación, falta de dinero para adquirir el equipo de aplicación, desconocimiento de uso, y la

temperatura ambiental promedio de la zona que fluctúa entre 25 ° C y 30 ° C (Foto AQ-22 Anexo 2), lo cual hace no práctico el uso de ropa protectora (mandil, gorra, mascarilla, botas).

En algunos de los casos, se encontró asociaciones de agricultores que tienen tierras colectivas de la zona Paico, en La Arena (Foto AQ_23 Anexo 2), donde el grupo reunido era parte de 40 agricultores, con una extensión total de 80 hectáreas aproximadamente; en otra zona visitada, correspondiente a San Andrés, las tierras son también comunitarias y están divididas por familia. En ambos casos, la compra de agroquímicos es realizada en conjunto y/o en forma particular, de acuerdo a la preferencia de cada agricultor, según manifestaron.

En la zona de Santa Rosa de la cuenca baja (Foto AQ-24 y AQ-25 Anexo 2), un agricultor poseía 11 hectáreas de cultivo de algodón, en las cuales emplea el uso de controladores biológicos en una primera etapa del cultivo, sin embargo según manifiesta, se le dificulta el hecho de optar por este tipo de control, pues en las parcelas adyacentes se realiza uso (y según dice abuso) en el uso de agroquímicos, por lo cual las plagas vecinas perjudican sus cultivos, este agricultor trabaja de manera conjunta con el Ministerio de Agricultura, quien le brinda asesoría técnica para sus cultivos, el Ministerio realiza dicha labor de apoyo hasta los 120 días de desarrollo del cultivo y los plaguicidas aplicados son indicados por los ingenieros del ministerio.

El bajo Piura tiene la mayor extensión de terreno cultivable y cultivado (debido al relieve y características de altitud, entre otros), en esta zona se reporta un alto índice de uso de agroquímicos, lo cual sumado al arrastre de residuos PQUA provenientes de la cuenca media y alta, provocaría un factor de riesgo para esta zona, con lo cual aspectos de salud para los pobladores y los organismos vivos de la zona estarían expuestos permanente. En LA Foto AQ-25, se aprecia un aplicador en plena faena que además de no cuenta con la protección adecuada y lo acompaña una persona ajena a la labor y sin la protección mínima.

Estadísticas de comercialización y consumo de agroquímicos

Panorama Mundial

El uso de pesticidas es una práctica a nivel mundial con antecedentes muy antiguos, los primeros registros del uso de pesticidas, son hechos por Homero, alrededor del 1000 a. C., en la antigua Grecia, quien se refería a la quema de azufre para la fumigación de las casas. Hasta la mitad del siglo XIX, las plagas fueron controladas con químicos con algún grado de éxito. A excepción de nicotina, piretrinas y rotenonas, la mayoría de los insecticidas usados hasta comienzos de siglo XX eran de naturaleza inorgánica. Después de la Segunda Guerra Mundial aparecen comercialmente productos como DDT. Inconcientes de los riesgos, los usuarios aplicaban pesticidas deliberadamente. De este modo se generaron problemas de resistencia, de salud y contaminación.

En la década de los '60, debido al creciente interés mundial por la protección ambiental, los insecticidas fueron objeto de protesta científica y popular. En 1970 se forma la EPA, y durante los años posteriores se prohíbe el uso de productos como DDT, dieldrin, y la mayoría de los mercuriales, entre otros.

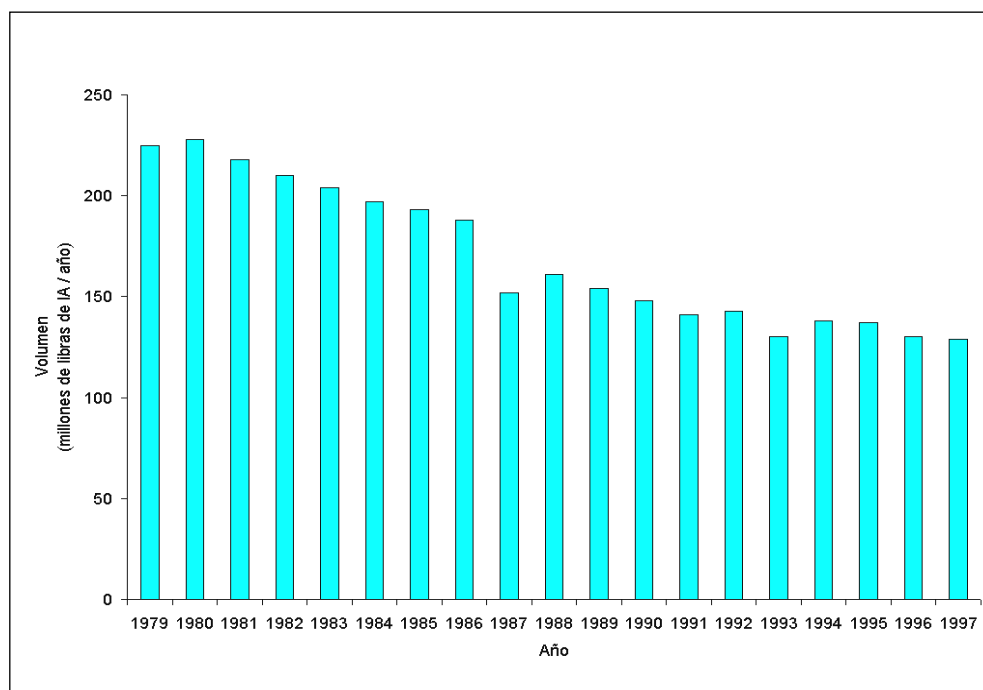
A pesar de ello los insecticidas organosintéticos continúan siendo claves para el éxito en el manejo de plagas. Sin embargo se ha cambiado el enfoque en los esfuerzos de descubrimiento y desarrollo de insecticidas. Se ha dado especial énfasis al desarrollo de productos que cuenten con menor persistencia en el ambiente, mayor selectividad y que sean efectivos a bajas dosis. Esto unido al desarrollo y uso de umbrales económicos para las plagas, han sido los factores parcialmente responsables de la declinación en la aplicación de insecticidas en algunos países desarrollados, aspectos que deben ser imitados en todo el mundo.

En las últimas dos décadas hacen su aparición nuevos productos como las avermectinas, nicotinoides, espinosinas, quinazolininas, pirroles, pyridazinonas, amino triazinonas y benzoylureas, entre otros, todos con novedosos modos de acción orientados a formar parte de las alternativas para el control de plagas, que cuentan con menor persistencia en el ambiente, mayor selectividad y que sean efectivos a bajas dosis. Esto unido al desarrollo y uso de umbrales económicos para las plagas, han sido los factores parcialmente responsables de la declinación en la aplicación de insecticidas en algunos países desarrollados. Por ejemplo, de acuerdo a datos de la EPA, en EUA la reducción ha sido de un 40% en la aplicación de insecticidas durante el período comprendido entre 1979 y 1997 (Figura 1 Anexo 1).

Pero la reducida cantidad no implica necesariamente una menor toxicidad, pues la nueva generación de pesticidas incluye productos mucho más potentes que son requeridos en menores cantidades para ser efectivos.

Figura AQ-1.

Volumen de ingrediente activo de insecticida usado en EUA entre 1979 y 1997. Fuente: EPA. Pesticide Industry Sales and Usage: 1996 and 1997 Market Estimates.



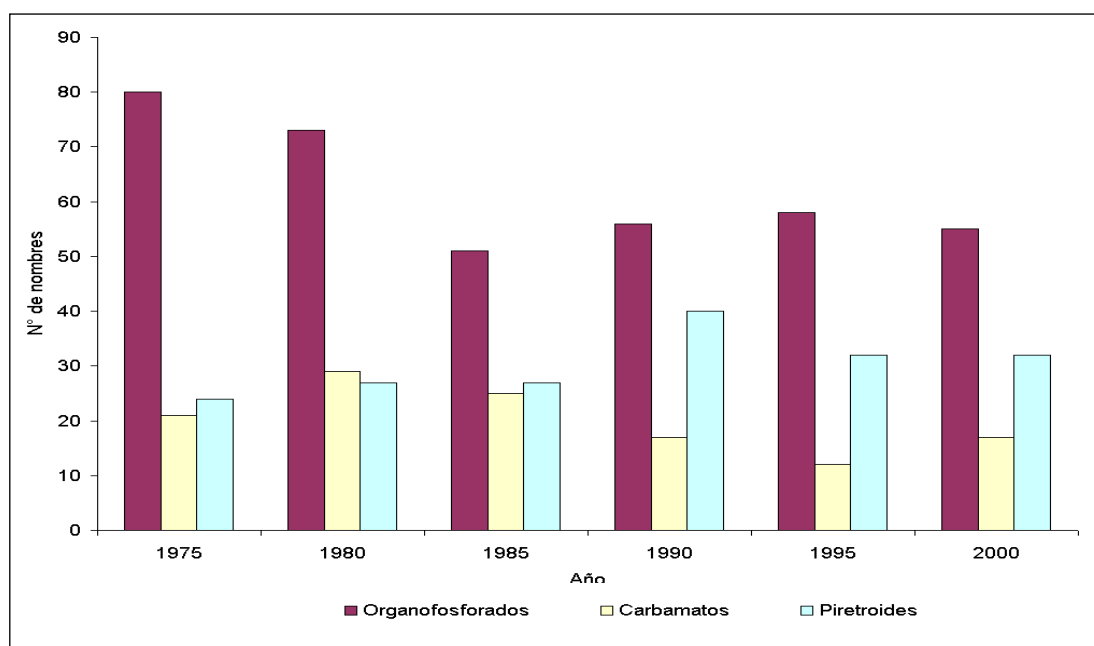
La industria agroquímica ha sido internacionalizada y consolidada de un máximo de 30 compañías para ahora quizás 10 con ventas multimillonarias de pesticidas, siguiendo una tendencia similar al negocio farmacéutico.

Tendencias en el uso de insecticidas en el mundo

Las tendencias en el uso de insecticidas considerando los nombres comerciales de productos insecticidas usados en las Pruebas de Manejo de Artrópodos durante el período comprendido entre 1975 y 2000 en EUA, evidencia un cambio de estrategia de uso de grupos químicos. De acuerdo a estos datos y completando la información reunida por Larson (1996), los insecticidas convencionales tienden a disminuir su participación en estos estudios. El número productos organofosforados tiene su máximo en 1975, a comienzos del período para luego declinar. Lo mismo sucede con los carbamatos y piretroides que exhiben su máximo en 1980 (ver figura AQ-2 Anexo 2).

Figura AQ-2.

Número de nombres comerciales de insecticidas organofosforados, carbamatos y piretroides usados en las Pruebas de Manejo de Artrópodos entre 1975 y 2000 en EUA. Fuente: Arthropod Management Test (1980-2000) y Larson (1996).



PANORAMA NACIONAL

Los procesos de comercialización, su circuito y características del mismo, es bastante complejo, pues esta comercialización proviene desde el inicio mismo de su producción, internacionalización y venta al usuario/agricultor; más del 70% de productos ofertados son de procedencia importada, estos productos son introducidos

en el mercado nacional a través de subsidiarias de los principales fabricantes mundiales; en el caso de representaciones nacionales, su venta es a través también de casas comerciales.

Para el año 2004 existen mas de 250 solicitudes de registro de plaguicidas en el SENASA del Ministerio de Agricultura (Fuente: SENASA-SISPLAG 2004), de los cuales solo 37 productos son nuevos y 214 solicitudes corresponden a procesos de renovación de registro; 12 productos cuentan actualmente con nuevo registro de acuerdo a la legislación vigente en el país¹⁵, todos los plaguicidas registrados en vigencia del Decreto Supremo N° 15-95-AG (derogado por Art. 3° del D.S. 016-2000-AG), deberán solicitar su nuevo Registro Nacional de acuerdo al cronograma, que establezca el SENASA como autoridad competente, según se estipula en la Segunda Disposición transitoria del D.S. 016-2000-AG, este Decreto supremo en mejoría al anterior considera evaluaciones para la salud y el ambiente por las autoridades competentes respectivas, aspecto mejorado respecto al decreto Supremo 015-95-AG, por lo cual la evaluación se hace mucho más completa y exigente en aspectos de evaluación.

La importación-demanda de PQUA en el país, ha tenido un ascenso progresivo y significativo a nivel nacional, respecto a la cantidad de importaciones-comercialización (Ver cuadro N° 4).

En Piura, se señalan 24 establecimientos inscritos y autorizados, distribuidos en la cuenca baja: 20 establecimientos; cuenca media: 3 establecimientos, y cuenca alta: 1 establecimiento registrado y con un asesor técnico oficial para cada tienda en todos los casos; sin embargo existen actividades de venta informal según manifiestan los propios agricultores, quienes adquieren productos directamente (nacionales y/o de contrabando) en sus parcelas o casas.

Cuadro N° 4
Cantidad de pqua importados y comercializados 1994 – 2003

Año	Kilos importados	Kilos comercializados	Litros importados	Litros comercializados
1994	2.824.118,50	*	675.376,73	*
1995	976.206,516	*	45.010,252	*
1996	3.262.033,50	*	629.699,55	*
1997	3.602.033,56	*	768.389,72	*
1998	4.679.613,00	4.207.279,00	1.598.817,00	1.807.197,00
1999	15.070.810,00	15.083.337,00	3.451.947,00	3.459.595,00
2000	16.877.265,00	15.520.314,00	3.806.876,00	3.837.366,00
2001	12.871.022,00	12.490.935,00	3.725.004,00	3.711.169,00
2002	10.378.461,00	10.318.059,00	4.390.412,00	4.265.986,00
2003	11.764.581,86	11.566.690,81	4.480.913,71	4.292.589,75

* Dato no disponible en la fuente consultada.

Fuente: SENASA – SISPLAG. 2004.

¹⁵ Decreto Supremo N° 016-2000-AG del 08 de Mayo del 2000.

DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS DE AGROQUÍMICOS USADOS

a. Fosforados.-

- Plaguicidas: TAMARON, MONITOR, MATADOR, METASYSTOX, TAMARON COMBI (presenta además un i.a. del grupo piretroide), LORSBAN, VESTER, HOSTATHION, TIFON, GUARDIAN, BAYTROID (presenta además un i.a. del grupo piretroide).
- El Metamidophos es un fosforoamidotioato extremadamente toxica para *Colinus virginianus* "Codorniz", con una $CL_{50} = 9.5$ mg/Kg. del peso del ave; es levemente tóxico para peces como *Oncorhynchus mykiss* "Trucha Arco iris" con una $CL_{50} = 38$ mg/L y para *Cyprinus carpio* "Carpa" con una $CL_{50} = 100$ mg/L; es toxico para invertebrados acuáticos como *Daphnia magna* "Pulga de agua" $EC_{50} = 0.27$ mg/L; la sustancia es persistente en agua, pues permanece por un lapso de 3-309 días durante la reacción de la hidrólisis y por 90 días por fotólisis, lo cual aumenta el riesgo potencial en la conservación de la vida acuática, sin embargo, su potencial de bioacumulación en peces es muy bajo; no es persistente en suelos, su $DT_{50} = 2 - 12$ días, pero es altamente móvil en este estrato(<http://extoxnet.orst.edu/pips/methamid.htm>),(<http://www.abcbirds.org/pesticides/Profiles/methamidaphos.htm>),(http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC32881);(http://www.cultivosilicitoscolombia.gov.co/documentos/eval_ambiental.pdf)
- El Acephato es un fosforoamidotioato moderadamente tóxico para "Codorniz" con una $DL_{50} = 1,280$ mg/Kg. del peso del ave y para *Anas platyrhinchus* "Pato silvestre" con una $DL_{50} = 350$ mg/Kg. del peso del ave, se considera que puede afectar el comportamiento de algunas aves expuestas; es altamente tóxico para *Apis mellifera* "abeja melífera" con una $DL_{50} = 1.2$ ug/abeja; es prácticamente no tóxico para peces como "Trucha Arco iris" con una $CL_{50} > 1,000$ mg/L; es persistente en agua, su $DT_{50} = 20 - 50$ días a través de hidrólisis, dependiendo del pH, lo cual aumenta el riesgo potencial para la conservación de la vida acuática, en caso de que el producto llegue a las fuentes de agua. En marzo de 2002 se anunció por la EPA una noticia de cancelación voluntaria para productos registrados que contengan esta sustancia química como i.a., lo cual debes ser considerado en un precedente en el uso de PQUA que contengan este i.a. en su formulación en el país. (http://www.epa.gov/oppfod01/cb/csb_page/updates/acephorder.htm),(<http://extoxnet.orst.edu/pips/acephate.htm>),(http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC34806),(http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/insect-mite/abamectin-bufencarb/acephate/acephate_cancel_402.html).
- El Chlorpirifos es extremadamente tóxico para *Phasianus colchicus* "Faisán" su $DL_{50} = 8.41$ mg./Kg. del peso del ave, es altamente tóxico para "Codorniz" con una $DL_{50} = 18.75$ mg./Kg. del peso del ave, y es moderadamente tóxico para "Pato silvestre", su $DL_{50} = 112$ mg./Kg. del peso del ave; es extremadamente tóxico para "Trucha Arco iris", su $CL_{50} = 0.009$ mg/L; es extremadamente tóxico para "Pulga de agua", con una $CL_{50} = 0.00062$ mg/L; es altamente toxico para abejas; tiene potencial de acumulación en el tejido de organismos acuáticos; el efecto de la temperatura combinada con la exposición de la sustancia demuestran un incremento de la inhibición de la colinesterasa con temperaturas frías; la

Environmental Protection Agency – EPA, se encuentra evaluando los estudios de efectos crónicos en la reproducción de aves, ya que la sustancia ha evidenciado reducir el número de nacimientos y sobre vivencia de aves expuestas; es moderadamente a muy persistente en suelos (dependiendo del tipo), con un $DT_{50} = 11 - 180$ días; es persistente en agua, su $DT_{50} = 56.5$ días, además sus residuos persisten en plantas de 10 a 14 días post-aplicación (<http://www.abcbirds.org/pesticides/Profiles/chlorpyrifos.htm>), (<http://extoxnet.orst.edu/pips/chlorpyr.htm>), (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33392), (<http://www.panna.org/resources/pestis/PESTIS.1996.22.html>), (<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/carbarylchlorpyrifos/cchlorpyrifos-ext.html>).

- El oxidemeton methyl es moderadamente tóxico para aves como “Codorniz”, con una $DL_{50} < 500$ ppm; es levemente tóxico para peces como “Trucha Arco iris”, con una $CL_{50} > 10$ mg/L; la sustancia es moderadamente tóxico para abejas, con una $DL_{50} > 2$ y < 11 μ g/abeja (http://www.ncwildlife.org/pg07_WildlifeSpeciesCon/pg7f2b1.htm), (<http://www.gov.bc.ca/vir/pp/ipm/docs/beppest.html>), (<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/insect-mite/mevinphos-propargite/oxydemeton-methyl/insect-prof-oxydem-methyl.html>)
- El Triazophos presenta una DL_{50} de contacto = 24 ng/abeja categorizándose a la sustancia como altamente tóxico (Suchail, S. including the pyrethroids cyhalothrin and deltamethrin, and the OP insecticide triazophos). No se cuenta con mayor información sobre destino ambiental o datos de ecotoxicología, lo cual representaría un factor de incertidumbre que será considerado en el análisis final respectivo.

b. Piretroides

- Plaguicidas: BAYRROID (presenta además un i.a. del grupo fosforado), TAMARON COMBI (presenta además un i.a. del grupo fosforado), BULLDOCK, BELMARK, CIPERMEX, BAYTROIDE, SHERIFF, KARATE, SUMICIDIN.
- La sustancia Cyfluthrin es un esterpiretroide moderadamente tóxico para mamíferos; es altamente tóxico para peces e invertebrados acuáticos, según las categorías descriptivas de la EPA¹², en “Trucha Arco iris” presenta una $CL_{50} = 0.0015$ mg/L, para “Pulga de agua” la $CL_{50} = 0.00000014$ mg/L, y se espera algún peligro durante el uso práctico del producto teniendo en cuenta los criterios ecológicos para el registro de plaguicidas – FAO¹³; es prácticamente no tóxico para “Codorniz”, con una $DL_{50} > 2,000$ mg i.a./Kg. del peso del ave; es levemente tóxico para abejas, con una $DL_{50} = 35$ μ g/abeja,. Está clasificado en clase de contaminación WGK 3: Fuerte contaminante del agua¹⁶; su $Kow = 5.9 - 6$ presentando riesgo potencial de bioacumulación en tejido animal¹⁵. El Cyfluthrin no es persistente en suelo ni en agua, tampoco presenta características de movilidad en suelo (<http://extoxnet.orst.edu/pips/cyfluthr.htm>), (<http://www.pesticideinfo.org/Deta>

¹⁶ WGK = Clasificación según la Ley Alemana de Aguas

[il_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33504](http://www.pesticide.org/carpenterants.pdf)), (<http://www.pesticide.org/carpenterants.pdf>), (<http://www.intox.org/databank/documents/chemical/cyflrin/ukpid58.htm>), (<http://www.panna.org/resources/pestis/PESTIS.burst.676.html>).

- La sustancia Cypermethrina es un esterpiretroide altamente tóxico para peces¹⁷ “Trucha Arco iris” con una $CL_{50} = 0.0015$ mg/L, para la especie *Lepomis macrochirus* “Agalla azul” la $CL_{50} = 0.022$ mg/L; es extremadamente tóxico para “Pulga de agua”, su $CL_{50} = 0.0002$ mg/L; la sustancia presenta potencial de bioacumulación en peces; respecto a aves, es prácticamente no tóxico para “Codorniz”, con una $DL_{50} = 4,640$ mg/Kg. del peso del ave; es altamente tóxica para “Abeja melífera” con una $DL_{50} = 0.037$ mg/abeja; es altamente persistente en suelos, con un $DT_{50} = 180$ días aproximadamente, no tiene potencial de lixiviación, sin embargo su metabolito ácido 3-fenoxibenzoico presenta un mayor potencial de lixiviación en el suelo; es persistente en agua, con un $DT_{50} = 50$ días por fotólisis y un $DT_{50} = 100$ días por fotodegradación; además esta sustancia ha sido encontrada en aguas subterráneas en Francia¹⁸ (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35735), (<http://extoxnet.orst.edu/pips/cypermethrin.htm>), (<http://extoxnet.orst.edu/pips/cypermethrin.htm>), (<http://www.pan-uk.org/pestnews/actives/cypermethrin.htm>).
- El Fenvalerato es un esterpiretroide extremadamente tóxico para peces como “Trucha Arco iris” con una $CL_{50} = 0.0036$ mg/L, y para el pez “Carpa” con una $CL_{50} < 0.1$ mg/L, puede afectar estadios juveniles de peces expuestos; es extremadamente tóxico para invertebrados acuáticos como “Pulga de agua”, con una $CL_{50} = 0.001$ mg/L; en aves, es prácticamente no tóxico para “Codorniz”, con una $DL_{50} > 4,000$ mg/Kg. del peso del ave; es altamente tóxico para “Abeja melífera” con una $DL_{50} = 0.00000041$ mg/abeja.; es moderadamente persistente en suelo con un $DT_{50} = 15 - 90$ días, no tiene potencial de movilidad; es persistente en agua su $DT_{50} > 21$ días en promedio (<http://www.pesticide.org/toxicology.pdf>), (http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest90_e.htm), (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35383), (<http://www.intox.org/databank/documents/chemical/fenvaler/ukpid65.htm>), (http://www.intox.org/databank/documents/chemical/fenvaler/pest90_e.htm).
- La lambda-cyhalothrin es una sustancia prácticamente no tóxica para aves como “Pato silvestre”, con una $DL_{50} > 3,950$ mg/kg del peso del ave, y moderadamente tóxico para aves pequeñas como “Codorniz”, con una $CL_{50} > 500$ ppm; es extremadamente tóxico para peces como “Trucha Arco iris”, con una $CL_{50} = 0.0024$ mg/L; es extremadamente tóxico para *Daphnia magna*, con una $CL_{50} = 0.0036$ mg/L ; es altamente tóxico para abejas, con una $DL_{50} < 2$ ug/abeja; es persistente en suelos, reporta un $DT_{50} = 4 - 12$ semanas; no es persistente en agua, su DT_{50} es < 4 días (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc99.htm#SubSectionNumber:6.2.2>), (<http://www.mindfully.org/Pesticide/2003/Impasse-Termite-Blocker4mar03.htm>), (http://npic.orst.edu/factsheets/l_cyhalogen.pdf), (<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/haloxypop-methylparathion/lambda-cyhalothrin-ext.html>).

¹⁷ Caroline Cox. 1996. Journal of Pesticide Reform/ Spring. Vol. 16. N° 2. Insecticide Factsheet - Cypermethrin.

¹⁸ Cypermethrin. InsecticideFactsheet. Journal of Pesticide Reform/ Summer. 1996 • Vol.16, N° 2.

- La beta-cyfluthrin es prácticamente no tóxico para aves pequeñas como codorniz, con una $DL_{50} > 2,000$ mg/Kg. del peso de ave; es extremadamente tóxico para peces como “Trucha Arco iris”, con una $CL_{50} = 89$ ng/L; es extremadamente tóxico para *Daphnia magna*, con una $CL_{50} = 0.003$ mg/L ; es altamente tóxico para abejas, con una $DL_{50} < 0.002$ ug/abeja; es persistente en agua, presenta un $DT_{50} > 1$ año por hidrólisis (http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Specs/pdf/Beta_cyf.pdf)

c. Carbamatos

- Plaguicidas: FURADAN, LANNATE, CURATER, TEMIK, ELTRA, ONCOL, ARROSOLO (presenta además un i.a. del grupo Compuesto de Anilida), SATURN, RIDOMIL (presenta además un i.a. del grupo Compuesto de Alanina).
- En términos generales los carbamatos, de acuerdo a la disponibilidad de las sustancia en el ambiente, esta sustancias tienden a ser soluble en agua y débilmente absorbido por el suelo, al no ser degradados en este nivel tienen tendencia a migrar hacia aguas subterráneas¹⁹ los carbamatos afectan la microflora y pueden causar cambios importantes en la productividad de los suelos; algunos presentan potencial de bioacumulación en peces, principalmente porque tiene un bajo metabolismo en los mismos, además de presentar riesgos por efectos de embriotoxicidad y teratogenicidad.
- En 1992 se formuló un pedido a la EPA para que cancele todos los registros para el carbofuran, tema que está siendo evaluado actualmente por la EPA; es una sustancia persistente por presentar un DT_{50} de hasta 120 días en suelo, considerado persistente²⁰, a la vez presenta potencial de lixiviación, y ha sido encontrado en fuentes de agua subterráneas en EEUU, es una sustancia muy móvil en suelos (<http://www.abcbirds.org/pesticides/profiles.htm>).
- El Carbofuran es un benzofuranil metil carbamato altamente toxico para peces, siendo la $CL_{50} = 0.38$ mg/L para “Trucha arco iris” y una $CL_{50} = 0.24$ mg/L para el pez “Agalla azul”, es extremadamente tóxico para “Pulga de agua”, con una $CE_{50} = 0.023$ mg/L, considerando los criterios de la FAO (5 – 10 mg/L de agua)¹⁵; es extremadamente tóxico para aves como “Codorniz” con un $DL_{50} = 5$ mg/Kg. del peso del ave, para “Pato silvestre”, su $DL_{50} = 0.495$ mg/Kg. del peso del ave; es altamente toxico para “Abeja melífera” con una $DL_{50} = 0.0196$ ug/abeja; tiene un DT_{50} en agua de aproximadamente 1 año a través de la hidrólisis dependiendo del pH; es la sustancia que ha reportado el mayo número de accidentes de muertes de aves en EEUU, en 1989 la EPA estimó que de 1 – 2 millones de aves fueron muertas por el efecto solamente del carbofuran (<http://www.abcbirds.org/pesticides/profiles.htm>), (<http://www.extoxnet.orst.edu/pips/carbofur.htm>), (http://www.panna.org/resources/panups/panup_1999_0604.dv.html), (http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest56_e.htm), (http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest56_e.htm), (http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest56_e.htm).

¹⁹ Your Drinking Water: Pesticides. The University of Georgia College of Agricultural & Environmental Sciences Cooperative. Mary Lou Dixon et al. 1992.

²⁰ Pesticides and Groundwater Contamination. Acie C. Waldron Ohio State University Extension Bulletin 820, 1992.

[tp://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35055](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35055)),(<http://www.pesticide.org/counterpartflyer.pdf>).

- El diazinon es altamente tóxico para peces como “Trucha arco iris” con una $CL_{50} = 0.38$ mg/L; extremadamente tóxico para aves como “Pato silvestre” con una $DL_{50} = 1.0$ mg/Kg. de peso del ave; es altamente tóxico para abejas, invertebrados acuáticos y organismos no objetivo;. Es moderadamente persistente en suelos con un tiempo de vida media de hasta 39 días¹⁴, con potencial de movilidad hacia aguas subterráneas; es persistente en agua presenta vida media de hasta 138 días (en función del pH del medio); esta sustancia ha sido protagonista de varios incidentes de muerte para aves expuestas indirectamente (post-aplicación) a la sustancia en diferentes estados de EEUU.
- (<http://www.abcbirds.org/pesticides/Profiles/diazinon.htm>),(<http://extoxnet.orst.edu/pips/diazinon.htm>),(http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35079),(<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc198.htm>),(<http://www.pesticide.org/diazsalmon.pdf>).
- El aldicarb es un oxima carbamato extremadamente tóxico para aves como “Faisán” con una $DL_{50} = 5.34$ mg/Kg. de alimento; es moderadamente tóxico para peces como “Trucha Arco iris” con una $CL_{50} = 8.8$ mg/L y una $CL_{50} = 1.5$ mg/L para el pez “Agalla azul”; presenta bajo potencial de bioacumulación en peces; es prácticamente no tóxico para abejas, con una $DL_{50} > 100$ ug/abeja; es una sustancia que de acuerdo a su toxicidad aguda indica ser más tóxico que todos los pesticidas organofosforados y carbamatos para mamíferos, abejas, aves e invertebrados acuáticos. La Food and Drug Administration (FDA) indica un DT_{50} en suelos superior a las 28 semanas (196 días); el *aldicarb sulfoxide* es el mayor metabolito del aldicarb, el cual es 76 veces más potente para inhibir la actividad de la acetilcolinesterasa; el producto parental y sus metabolitos son persistentes en el suelo, es una sustancia muy móvil en este estrato, con antecedentes de haber sido encontrada en aguas subterráneas; sus metabolitos de degradación son tóxicos y pueden persistir hasta por 1 año. (<http://www.abcbirds.org/pesticides/Profiles/aldicarb/aldicarb.htm>),(<http://www.intox.org/databank/documents/chemical/aldicarb/ehc121.htm>),(<http://extoxnet.orst.edu/pips/aldicarb.htm>)
- El methomyl es un oxima carbamato clasificado por la EPA como altamente tóxico y de uso restringido, es altamente tóxico para “Codorniz”, con una $DL_{50} 24.2$ mg/kg del peso del ave, y para “Pato silvestre” presenta una $DL_{50} = 15.9$ mg/kg. del peso del ave; es altamente tóxico para peces como “Trucha arco iris”, con una $CL_{50} = 0.86$ mg/L y una $CL_{50} = 0.7$ mg/L para el pez “Agalla azul”; es una sustancia muy móvil en determinados tipos de suelos; es moderadamente persistente en suelos, su $DT_{50} = 21 - 28$ días, presenta potencial de lixiviación, ha sido detectado en aguas subterráneas de los Estados Unidos a concentraciones de 9 y 1.2 ug/L²¹; es persistente en agua, su $DT_{50} > 21$ días y
- (<http://extoxnet.orst.edu/pips/methomyl.htm>),(<http://www.intox.org/databank/documents/chemical/methomyl/ehc178.htm>),(<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/haloxfop-methylparathion/methomyl-ext.html>),(http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest55_e.htm),(<http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/factsheets/0028fact.pdf>).

²¹ Documento propuesta de prohibición y/o restricción de Plaguicidas extremadamente y altamente peligrosos en el Perú. RAAA. 2002.

- El Mancozeb es un bis-ditio-carbamato, presenta propiedades para reducir la fertilidad en organismos expuestos. Es prácticamente no tóxico para aves como “Pato silvestre” con una $CL_{50} = 6,400$ mg/Kg. de alimento; es moderadamente tóxico para peces como “Trucha arco iris” con una $CL_{50} = 2.2$ mg/L; es moderadamente tóxico para “Pulga de agua”; es prácticamente no tóxico para abejas, con una $DL_{50} > 100$ ug/abeja; el mancozeb no es persistente en agua, su $DT_{50} = 2$ días, no es persistente en suelos, su $DT_{50} = 7$ días; sin embargo, por degradación, produce rápidamente un metabolito, el Etilenotiureia (ETU), sustancia de importancia toxicológica, persistente en suelo con un $DT_{50} = 35 - 70$ días, y presenta potencial de movilidad en el componente edáfico (<http://extoxnet.orst.edu/pips/mancozeb.htm>), (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35080), (<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/haloxfop-methylparathion/mancozeb-ext.html>).
- El Benfuracarab es un benzofuranil metil carbamato altamente y extremadamente tóxico para aves; es tóxico para abejas; es extremadamente tóxico para organismos acuáticos; es moderadamente tóxico para aves, presenta una $DL_{50} = 95$ mg/Kg. de peso del ave; es levemente tóxico para peces, con una $CL_{50} = 0.65$ mg/L; es tóxico para abejas; no es persistente en agua, se hidroliza a pH 7 una vida media de 220 horas (9.16 días) y a pH 9 de 240 horas (10 días); (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC36384), (<http://www.migal.org.il/17appendixurvey.pdf>).
- El Benthocarb o Thiobencarb es un tiocarbamato altamente tóxico para *Cyprinodon variegatus* “Pez de agua dulce”, con una $CL_{50} = 0.9$ mg/L es moderadamente tóxico para el pez “Agalla azul”, con una $CL_{50} = 2.6$ mg/L; presenta $Kow = 3.42$ presentando potencial de bioacumulación en tejido animal; es altamente tóxico para “Pulga de agua”, con una $LC_{50} = 0.1247$ mg/L y puede afectar el proceso de reproducción de estos invertebrados en concentraciones menores a 3 ug/L en el agua; es prácticamente no tóxico para aves como “Pato silvestre”, con una $DL_{50} = 5,620$ mg/Kg. del peso del ave, para “Codorniz”, su $DL_{50} = 1,396$ mg/Kg. del peso del ave; tiene un Puntaje de Ubicación de Aguas Subterráneas de Gustaffson (GUS) = 2.35 el cual es menor a 2.8^{14} , por lo que se espera que la sustancia tenga moderado potencial de lixiviación hacia aguas subterráneas; sus efectos sobre el crecimiento de *Selenastrum capricornutum* “Alga verde” presenta un $EC_{50} = 0.017$ mg/L, y teniendo en cuenta los criterios de la Comunidad Europea ²² (aquellos valores menores a 0.1 mg i.a/L son muy tóxico para algas), la sustancia sería altamente tóxico para algas verdes principalmente; es persistente en agua, su DT_{50} a pH = 7 y 25°C es de 7,898 días, (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC34584), (<http://www.valentusa.com/msds/0134Rev3.pdf>).
- El Molinate es prácticamente no tóxico para aves como “Codorniz japonesa”, con una $DL_{50} > 5,000$ mg/Kg. de alimento, y para “Pato silvestre” su $DL_{50} > 13,000$ mg/Kg. de alimento; es altamente tóxico para peces como “Trucha Arco iris”, con una $CL_{50} = 0.21$ mg/L, y para el pez “Agalla azul”, una $CL_{50} = 0.32$ mg/L, causa estado de anemia en peces expuestos; es altamente tóxico para “Pulga de agua”, con una $CL_{50} = 0.3$ mg/L; es levemente tóxico para “Abeja melífera”, su $DL_{50} = 11$ ug/abeja; no es

²² 7th Amendment. Directive 67/548/EEC, i.e. Directive 92/32/EEC.

persistente en suelos, tiene un $DT_{50} < 21$ días, no es persistente en agua su $DT_{50} = 2 - 5$ días; sin embargo, es una sustancia de preocupación por su hallazgo en muestreos de aire, ya que puede causar efectos en la salud de niños expuestos a áreas de aplicación de esta sustancia; se han reportado eventos de muertes de peces en EEUU en 1980, por su uso como herbicidas en cultivos de arroz, además de ser calificado como contaminante para aguas de consumo humano, La EPA ha considerado la evaluación de la sustancia respecto a su riesgo en la fertilidad del suelo. (<http://extoxnet.orst.edu/pips/molinate.htm>), (http://europa.eu.int/comm/food/plant/protection/evaluation/existactive/list_molinate.pdf), (http://www.panna.org/resources/gpc/gpc_200312.13.3.03.dv.html), (http://www.panna.org/resources/panups/panup_20020521.dv.html), (<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/metiram-propoxur/molinate-ext.html>).

- El Carbosulfán es un methly-carbamato con un $DT_{50} < 4$ días en agua (<http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v84pr10.htm>). No se cuenta con mayor información sobre destino ambiental o datos de ecotoxicología, lo cual representaría un factor de incertidumbre que será considerado en el análisis respectivo final.

d. Bipiridilos

- Plaguicidas: GRAMOXONE, AGROXONE.
- El paraquat es moderadamente tóxico para aves, para “Codorniz” presenta una $DL_{50} = 981$ mg/Kg. del peso del ave; en peces es levemente tóxico para las especies *Danio rerio* “Pez zebra” con una $CL_{50} = 20.6$ mg/L y para “Trucha Arco iris” con una $CL_{50} = 32$ mg/L; es moderadamente tóxico para *Daphnia pulex* “Pulga de agua” con una $CL_{50} = 1.2$ a 4.0 mg/L; es prácticamente no tóxico para abejas, con una $DL_{50} > 100$ ug/abeja. Es altamente persistente en suelos con un DT_{50} de hasta 1000 días (en condiciones de laboratorio) y hasta 13 años en estudios de campo, lo cual podría afectar la fertilidad del suelo y afectar a organismos vivos como lombriz de tierra, bacterias nitrificantes, entre otros; el paraquat es persistente en agua, ha reportado $DT_{50} = 23$ semanas¹⁵, (<http://extoxnet.orst.edu/pips/paraquat.htm>), (http://www.cultivosilicitoscolombia.gov.co/documentos/eval_ambiental.pdf), (http://www.intox.org/databank/documents/chemical/paraquat/pest4_e.htm).

e. Derivados de úrea

- Plaguicidas: GRAMOCIL (presenta además un i.a. del grupo Bipiridilo), AXOR, PURARROZ, ALSYSTIN, CASCADE.
- El Diuron es una fenilúrea moderadamente tóxico para peces e invertebrados acuáticos, con valores de $CL_{50} = 3.5$ mg/L para “Trucha Arco iris”, y una $CL_{50} = 2.5$ mg/L para “Pulga de agua”; en aves, es levemente tóxico para “Codorniz”, con una $DL_{50} = 940$ mg/Kg. del peso del ave; es prácticamente no tóxico para abejas, con una $DL_{50} = 145$ ug/abeja; es moderadamente persistente en suelos y sus residuos tienen tiempo de vida media de 1 año, lo cual podría afectar la dinámica poblacional de los organismos que viven en el suelo como “Lombriz de tierra”, bacterias nitrificantes, artrópodos benéficos (controladores biológicos); algunos de los productos de degradación son: el 3,4-diclorofenil urea y el 3,4-dicloro

anilina, sustancias de preocupación para la salud humana y demás organismos vivos expuestas directa e indirectamente, ha sido encontrado en aguas superficiales, según la EPA. Por su alta persistencia y movilidad tiene un gran potencial de contaminación en aguas subterráneas. (http://www.epa.gov/oppfead1/endanger/effects/diuron_efed_chapter.pdf), (<http://extoxnet.orst.edu/pips/diuron.htm>), (<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/dienochlor-glyphosate/diuron-ext.html>), (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33293), (<http://www.chinese-pesticide.com/herbicides/diuron.htm>).

- El Triflurumuron es un benzoylurea levemente tóxico para aves como “Codorniz”, con una $DL_{50} = 561$ mg/Kg. del peso del ave; es prácticamente no tóxico para peces, para “Trucha arco iris” tiene una $CL_{50} = 320$ mg/L; para “Pulga de agua” presenta una $CL_{50} = 0.000225$ mg/L; tiene potencial de bioacumulación en tejido animal; es prácticamente no tóxico para abejas con una $DL_{50} = 200$ ug/abeja; respecto a su efecto sobre el crecimiento de la biomasa en *Scenedesmus subspicatus* “alga verde”, presenta un $E_bC_{50} > 25$ ug i.a./L (72 horas) y el efecto en el porcentaje de crecimiento algal presenta un E_rC_{50} de > 25 ug i.a./l (72 horas), la sustancia sería muy tóxica para algas, considerando los criterios de la Comunidad Europea, se espera peligro para la algas. La vida media en el suelo es de un $DT_{50} = 38 - 41$ días; es persistente en cuerpos de agua. (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC34658), (http://www.build.qld.gov.au/research/BrDocs/termiticides/termiticides_section02.pdf), (<http://www.fluorideaction.org/pesticides/triflurumuron-page.htm>).
- El Pyrazosulfuron etil es prácticamente no tóxico para peces, con una $CL_{50} > 180$ mg/L para “Trucha Arco iris”, es levemente tóxico para el pez “Carpa” con una $CL_{50} > 30$ mg/L; es levemente tóxico para “Pulga de agua”, su $CL_{50} = 40$ mg/L; es prácticamente no tóxico para aves, para “Codorniz” su $DL_{50} > 2,250$ mg/Kg. del peso del ave; es prácticamente no tóxico para abejas, con una $DL_{50} > 100$ ug/abeja. No es persistente en suelos, con un $DT_{50} < 15$ días en suelos, y es persistente en agua (a pH 7), tiene un $DT_{50} = 28$ días (http://www.chinesepesticide.com/herbicides/Pyrazosulfuron_ethyl.htm), (<http://www.chemicaland21.com/arokorhi/lifescience/agro/PYRAZOSULFURO-N-ETHYL.htm>)

f. Neonicotinoide

- Plaguicidas: LANCER
- El imidacloprid es moderadamente tóxico para “Codorniz” con una $DL_{50} = 152$ mg/Kg. del peso del ave; es prácticamente no tóxico para “Trucha arco iris”, con una $CL_{50} = 211$ mg/L; es tóxico para “Pulga de agua” la $CE_{50} = 85$ mg/L, considerando los criterios de la FAO (5 – 10 mg/L de agua)¹⁴; es extremadamente tóxico para abejas; es persistente en suelos con una vida media entre 48 y 190 días; es persistente en agua, con un DT_{50} de 31 días, en función del pH. (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35730), (<http://extoxnet.orst.edu/pips/imidaclo.htm>), (<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/haloxfop-methylparathion/imidacloprid-ext.html>), (<http://www.chinese-pesticide.com/insecticides/imidacloprid.htm>).

g. Benzimidazoles

- Plaguicidas: FUNGOQUIM, DIMILIN (producto no registrado para Perú)
- El Benomyl tiene corto DT₅₀ en suelos y en agua, se convierte rápidamente en carbendazim (MBC), su mayor metabolito degradado, el cual tiene un DT₅₀ = 6 - 12 meses²³, el MBC causa intoxicación e inmovilidad en poblaciones de “Pulga de agua”²⁴. El benomyl es altamente tóxico para “Trucha Arco iris” con una CL₅₀= 0.27 mg/L, es extremadamente tóxico para “Pulga de agua” con una CL₅₀ = 0.0000064 mg/Kg.; en aves es prácticamente no tóxico, para “Codorniz” presenta una CL₅₀ > 5,000 mg/Kg. de alimento; es muy tóxico para *Eisenia foetida*; tiene potencial para lixiviar hacia aguas subterráneas o movilizarse hacia aguas superficiales tiene fuertes efectos neurotóxicos en organismos expuestos a la sustancia parental y/o a sus metabolitos formados, se mencionan casos de cirrosis hepática en perros, atrofia testicular, entre otros, en organismos no objetivo²⁵; la sustancia afecta el crecimiento de peces, reduce la sobrevivencia de embriones de los mismos y afecta la reproducción de otros organismos acuáticos²⁶; en aves puede afectar directamente los embriones de aves, causa disturbios en el desarrollo normal y causa patofisiología y cambios morfológicos²⁷, es una sustancia química, sobre la cual se especifica que dicha sustancia ha sido cancelada en la EPA²⁸, retiro a pedido voluntario de los registrantes en el año 2001, la EPA considera que es una sustancia de preocupación en materia de salud y ambiente (http://europa.eu.int/comm/food/fs/rc/scph/rap39_en.pdf),(<http://www.epa.gov/oppsrrd1/reregistration/tm/mbcfqpa.pdf>),(<http://extoxnet.orst.edu/pips/benomyl.htm>),(http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC32865).
- El diflubenzuron, es prácticamente no tóxico para aves, con una CL₅₀ = 4,640 mg/Kg. de alimento para “Codorniz” y “Pato silvestre”; es prácticamente no tóxico para peces y para invertebrados acuáticos, para el pez “Agalla azul”, su CL₅₀ = 660 mg/L, para “Trucha Arco iris” su CL₅₀ = 240 mg/L; es altamente tóxico para abejas. No es persistente ni móvil en suelos, su DT₅₀ = 4 días; no es persistente en agua, con un DT₅₀ < a 4 días (<http://extoxnet.orst.edu/pips/difluben.htm>),(<http://www.pesticide.org/imidacl-oprid.pdf>),(http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35730).

h. Compuestos chlorofenólicos

- Plaguicidas: HEDONAL, U46
- El 2,4 Diclorophenoxy es una sustancia levemente tóxica para aves como “Pato silvestre”, con una DL₅₀ = 1,000 mg/Kg. de peso del ave, moderadamente tóxico para “Faisán” la DL₅₀ = 272 mg/Kg. del peso del

²³ Carbendazim. 1994. [WHO working group](#) Environmental Health Criteria Volume 148.

²⁴ Pesticide Ecotoxicity Database. 2000. Office of Pesticide Programs. Journal Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C.

²⁵ Memorandum of Environmental Protection Agency. 2001. Subject: Benomyl and Carbendazim.

²⁶ EPA. 1997. Special Report on Environmental Endocrine Disruption: an effects assessment and analysis.

²⁷ Degradation of some pesticides in avian embryos. 1999. Varnagy L. Department of Agrochemical Hygiene.

²⁸ Informe Environmental Protection and Toxic Substances July 31, 2002. Reregistration Eligibility Decision (RED). Benomyl

ave; es altamente tóxico para abejas, con una $DL_{50} = 0.0115$ ug/abeja; no es persistente en suelos ni en agua. (<http://extoxnet.orst.edu/pips/24D.htm>), (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC33440), (<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/24d-captan/24d-ext.html>).

i. Chloroacetanilida

- Plaguicidas: MACHETE, CHEM-RICE, PURARROZ (presenta además un i.a. del grupo Derivados de urea).
- El butachlor es extremadamente tóxico para peces, presenta una $CL_{50} = 0,52$ mg/L para “Trucha arco iris”, es moderadamente tóxico para “Carpa”, su $CL_{50} = 2.24$ mg/L; su Log Kow = 4.42, con potencial de bioacumulación en tejido animal; es moderadamente tóxico para “Pulga de agua” con un $CL_{50} = 2.4$ mg/L; en aves, es prácticamente no tóxico para “Codorniz”, con una $CL_{50} = 6,597$ mg/Kg. de alimento, es prácticamente no tóxico para “Pato silvestre”, con una $DL_{50} > 4,640$ mg/Kg. de peso del ave; es prácticamente no tóxico para abejas, con una $DL_{50} > 100$ ug/abeja (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35869), (<http://www.chinese-pesticide.com/herbicides/butachlor.htm>).

j. Compuestos de anilida

- Plaguicidas: STAMPIR
- El Propanil es moderadamente tóxico para aves como “Pato silvestre”, con una $DL_{50} = 275$ mg/Kg. de peso del ave; es moderadamente tóxico para los peces “Agalla azul”, con una $CL_{50} = 2.3$ mg/L, para “Trucha Arco iris” la $CL_{50} = 2.3$ mg/L; es altamente tóxico para “Pulga de agua”, su $CL_{50} = 0.14$ mg/L; es prácticamente no tóxico para abejas, con una $DL_{50} > 100$ ug/abeja.; no es persistente en agua ni en suelo, su $DT_{50} = 2 - 3$ días para ambos escenarios ambientales (<http://extoxnet.orst.edu/pips/propanil.htm>), (<http://www.intox.org/databank/documents/chemical/propanil/pim440.htm>), (http://www.epa.gov/R/EDs/propanil_red.pdf).

k. Triazinas

- La atrazine, es prácticamente no tóxico para “Codorniz” y “Pato silvestre”, con $CL_{50} > 5,000$ mg/Kg. de alimento; es moderadamente tóxico para el pez “Trucha Arco iris”, con una $CL_{50} = 7.75$ mg/L, pero se acumula en hígado e intestinos; es moderadamente tóxico para “Pulga de agua” con una $CL_{50} = 6.1$ mg/L; es prácticamente no tóxico para abejas, con una $DL_{50} > 100$ ug/abeja; es de moderadamente a muy móvil en suelos, con una elevado potencial de lixiviación hacia aguas subterráneas y ha sido encontrado en aguas superficiales y profundas, mediante hidrólisis en condiciones anaeróbicas puede tener una vida media de hasta 4 meses; en suelos es muy persistente, con un $DT_{50} = 60 - 100$ días (<http://extoxnet.orst.edu/pips/atrazine.htm>), (http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC35042), (http://www.intox.org/databank/documents/chemical/atrazine/pest82_e.htm), (http://www.epa.gov/oppsrrd1/reregistration/atrazine/hed_redchap_16apr02.PDF).

I. Análogos de nereistoxin

- La sustancia 2-dimethylaminopropane-1,3-dithiol (cartap) es altamente tóxico para “Codorniz”, con una $DL_{50} = 48.75$ mg/Kg. del peso del ave, es prácticamente no tóxico para “Faisán”, con una $DL_{50} = 1,584$ mg/Kg. del peso del ave; es moderadamente para peces e invertebrados acuáticos, con una $CL_{50} = 1.6$ mg/L para el pez “Carpa” y una $CL_{50} = 3.4$ mg/L para “Pulga de agua”; no presenta potencial de bioacumulación con $\log Pow = -3.13$; es moderadamente tóxico para “Abeja melífera”, con una $DL_{50} = 2 - 11.99$ ug/abeja; no es persistente en suelos, su $DT_{50} = 3$ días; no es persistente en agua, su $DT_{50} = 1$ día. (<http://www.chinese-pesticide.com/insecticides/cartap.htm>), (http://anpon.en.alibaba.com/offerdetail/50341988/Sell_Cartap.html)

m. Compuestos de alanina

- El metalaxyl es prácticamente no tóxico para aves, con una $DL_{50} > 2,000$ mg/Kg. del peso del ave; es prácticamente no tóxico para peces, presentando una $CL_{50} > 100$ mg/L para “Trucha Arco iris”, “Agalla azul” y “Carpa”; es levemente tóxico para “Pulga de agua,” con una $CL_{50} = 12.5 - 28$ mg/L; es prácticamente no tóxico para abejas, con una $DL_{50} > 100$ ug/abeja; es persistente en agua, con un $DT_{50} = 28$ días; es persistente y móvil en suelo, con un DT_{50} de hasta 400 días, según la EPA, se ha detectado esta sustancia en muestras de aguas subterráneas en EEUU; es persistente en agua, tiene un $DT_{50} = 28$ días aproximadamente (<http://extoxnet.orst.edu/pips/metalaxy.htm>), (<http://www.epa.gov/REDS/factsheets/0081fact.pdf>).

n. Compuestos de piridina

- El Triclopyr es levemente tóxico para aves, para “Pato silvestre” tiene una $DL_{50} = 1,698$ mg/Kg. del peso del ave; es prácticamente no tóxico para peces, con una $CL_{50} = 117$ mg/L para “Trucha Arco iris” y una $CL_{50} = 148$ mg/L para el pez “Agalla azul”, es prácticamente no tóxico para “Pulga de agua” con una $CL_{50} = 1,170$ mg/L; es prácticamente no tóxico para abejas, con una $DL_{50} > 100$ ug/abeja. Es persistente en suelos (dependiendo del tipo), su $DT_{50} = 30 - 90$ días, uno de sus metabolitos formados en su degradación ambiental (trichloropyridinol) es persistente hasta 279 días en suelo; el triclopyr no se adsorbe a las partículas de suelo y tiene potencial de movilidad; no es persistente en agua, presenta un $DT_{50} = 2.8 - 14.1$ horas (<http://extoxnet.orst.edu/pips/triclopyr.htm>), (<http://www.epa.gov/REDS/2710red.pdf>), (<http://www.epa.gov/REDS/factsheets/2710fact.pdf>).

Explicación del Mapa de Uso de Agroquímicos, por Niveles de Sensibilidad

La información consignada en el mapa considera las observaciones de campo y el cruce de información secundaria obtenida.

Del área total 1169597 que corresponde a la cuenca, se ubican 835329.09Ha (71,44% del total) como área de aplicación no directa; 305561,22 ha (26,13% del total)

de uso directo de plaguicidas a lo largo de la cuenca. Las unidades de sensibilidad por el uso de PQUA se encuentran detalladas en el cuadro N° 5.

Cuadro N° 5

Áreas de distribución de las unidades de uso de agroquímicos en la cuenca del río piura

PELIGRO PARA ECOSISTEMAS ACUÁTICOS Y TERRESTRES	HECTÁREAS	(%) ¹	SÍMBOLO EN EL MAPA
Alto peligro para ecosistemas acuáticos y terrestres	99047.50	8.47	AP
Moderado peligro para ecosistemas acuáticos y terrestres	72486.40	6.20	MP
Ligero peligro para ecosistemas acuáticos y terrestres	134027.32	11.46	LP
Área de aplicación no directa ²	835329.09	71.44	AND

¹ Porcentaje a partir de la superficie total de la cuenca.

² Esta área corresponde a terreno de la zona que presenta vegetación arbórea silvestre, pastos naturales, áreas para usos diversos (no necesariamente agrícola).

3.10.6 Unidades de Sensibilidad y Uso de Agroquímicos

Determinación de los Indicadores de Sensibilidad

En esta determinación de los indicadores se ha considerado el análisis factores biológicos, químicos, geográficos, sociales, agrícolas, entre otros, información a partir de las encuestas realizadas, información facilitada por las autoridades locales, por organismos particulares desarrollados en el tema e información secundaria existente. Sin embargo, cabe mencionar que no se han realizado este tipo de trabajo en el país, respecto al uso de agroquímicos y su relevancia en efectos en el ambiente.

Criterios para la determinación de indicadores de Sensibilidad:

- Toxicidad del grupo químico, efecto en seres vivos animales no objetivo y no humanos; efectos en componentes ambientales: agua, aire.
- Tipo de cultivo desarrollado.
- Cantidad de PQUA empleados.
- Características morfológicas de la zona.
- Distribución y exposición de hábitat no protegidos.

Como indicadores de Sensibilidad se consideran:

- Número de Plaguicidas (i.a.) utilizados.
- Número de cultivos reportados con uso de agroquímicos.
- Hectáreas agrícolas de aplicación directa de PQUA.
- Número de personas capacitadas en buenas prácticas de uso de agroquímicos.
- Número de casas comerciales autorizadas en venta de PQUA.

- Hectáreas de hábitat vulnerables.

Efecto Tóxico sobre el medio biótico:

Sobre los efectos tóxicos en organismos vivos se cuenta con información secundaria a nivel mundial principalmente. Rachel Carson, en 1956, en su obra Primavera Silenciosa, dio una voz de alarma sobre la presencia de plaguicidas en el suelo, aire, agua, tejidos vegetales, animales y humanos, mostrando su capacidad de dispersión hasta las regiones polares desde lugares alejados de aplicación.

Todo plaguicida después de haber sido aplicado o expuesto al ambiente actúa con una dinámica y un destino diferente de acuerdo al grupo químico que pertenece, a su formulación y método de aplicación, a las propiedades mismas del plaguicida y a los diferentes compartimentos de los ecosistemas con los que interactuará, condiciones ambientales como temperatura, luz, precipitaciones, tipo de suelo, pH, entre otros. El movimiento y la dispersión de los PQUA en los ecosistemas son las causas de la contaminación ambiental, su dispersión y destino final dependerá de las características del ecosistema y del plaguicida empleado.

En los organismos vivos además se considera el proceso de bioacumulación o bioconcentración, definido como la cantidad de un plaguicida que un organismo acumula por adsorción y absorción superficial, oral u otro mecanismo. Es el resultado neto entre los procesos de toma y excreta de los organismos vivos. La biomagnificación es el proceso total de bioacumulación, en el que los residuos de las sustancias tóxicas en los tejidos aumentan conforme el material pasa a través de dos o más niveles tróficos.

La magnitud de la bioconcentración, que se expresa con el factor de bioconcentración (FBC), depende fuertemente de la característica hidrofóbica interpretada por el coeficiente de partición octanol-agua (K_{ow}) y del contenido de lípidos del organismo.

Los plaguicidas pueden afectar directamente a los organismos vivos causando la muerte por su toxicidad aguda, o afectando el crecimiento, la sobrevivencia por factores reproductivos u otras funciones según su toxicidad crónica. Los plaguicidas también pueden afectar indirectamente a los organismos por alteración de otros que le sirven de alimento (afectación de la cadena trófica a nivel terrestre y/o acuático), o por afectar la calidad del hábitat para los organismos expuestos indirectamente.

Efecto tóxico sobre el medio abiótico

La dinámica de un plaguicida en el suelo considera factores que determinan su adsorción, movilidad, persistencia, biodegradación y efectos sobre microorganismos responsables de mantener la fertilidad del suelo. Al aplicar un plaguicida, éste puede quedar inmóvil por mecanismos de adsorción; o puede ser transportado por mecanismos de percolación, lixiviación y absorción por las plantas, o en último caso, degradado aumentando o disminuyendo su toxicidad, existen sustancias químicas, cuyos metabolitos son más tóxicos que la sustancia parental. Entre las propiedades de los plaguicidas que influyen en su movimiento hacia las aguas subterráneas se destacan: solubilidad, volatilidad, persistencia y sorción en los materiales del suelo y las plantas.

Los plaguicidas se acumulan ascendientemente en la cadena trófica, provocando en dicha movilidad, efectos nocivos, en especial en la capacidad reproductiva, como es el caso de muchas aves. El daño a la microfauna benéfica en la que se incluyen depredadores y enemigos naturales, cuyas especies son por especialidad, seres muy frágiles, eliminación de insectos polinizadores, de gran cantidad de plantas cultivadas, bajando entonces el rendimiento y cosechas.

El uso de plaguicidas causa presión sobre muchos microorganismos nitrificantes del suelo y descomponedores de celulosa, así como tasas más lentas en la formación de materia orgánica.

En lo concerniente a la movilización y relación del efecto en los ecosistemas naturales expuestos a estos productos químicos, la contaminación del agua puede tener las siguientes causas:

- a. El arrastre o deriva del contaminante (gotas de aspersión, polvo) por el agua de lluvia,
- b. Las fumigaciones aéreas realizadas cerca de fuentes de agua,
- c. Los derrames accidentales
- d. El uso de corrientes de agua para limpieza y lavado de materiales sobrantes, directamente de la fuente o canal cercano, lo cual es una práctica común,
- e. El inadecuado almacenamiento de las sustancias o los residuos que afecta las aguas subterráneas, ya que en muchos casos se guardan los productos en el campo.

Además de otros factores como: el intervalo del tiempo entre la aplicación y la primera lluvia que produzca arrastre, la intensidad de la lluvia, la distancia entre las áreas tratadas y las aguas superficiales o subterráneas, la cantidad de plaguicidas y método de aplicación, la solubilidad en el agua del producto aplicado, la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, y la textura y contenido de humedad del suelo.

En el suelo el transporte de los plaguicidas se da desde las capas superiores hacia abajo, a través del proceso de lixiviación y la percolación del agua. El potencial de un plaguicida para lixiviar y así contaminar las aguas subterráneas, depende de los procesos de adsorción y desorción en el suelo definidos por las características propias del plaguicida y del tipo de suelo, temperatura y PH, que es un factor decisivo en la degradación de las sustancias químicas en el suelo, pues tiene influencia en la absorción de plaguicidas del suelo y éste depende de los compuestos y tipos de enlaces que se establezcan entre el suelo y el plaguicida. El riesgo de lixiviación es muy grande en suelos con poca materia orgánica o con pocas partículas finas como arcilla.

La movilidad está determinada con base en el coeficiente de partición entre la fase sólida ó suelo y la fase líquida ó agua, o con base en el coeficiente de partición entre la materia orgánica y el agua (Koc). El valor del coeficiente de partición (Kd) depende de la cantidad de materia orgánica en el suelo, mientras que Koc es

independiente del mismo, estos valores determinan el grado de fijación de las sustancias químicas al suelo.

Riesgo y Peligro Ambiental

Aún cuando los plaguicidas han sido desarrollados para producir efectos tóxicos en las plagas a las que combaten y a pesar de que esos efectos pueden también llegar a producirse en organismos vivos “no blanco” de su acción, esta última posibilidad sólo tendrá lugar si la exposición de dichos organismos alcanza los niveles suficientes para que se produzca el efecto tóxico.

La evaluación de los riesgos se sustenta en el conocimiento de las propiedades que hacen peligrosos a los plaguicidas y capaces de producir daños a la salud de los seres humanos y de los demás organismos vivos, en función de la exposición. Es por ello que se consideran diversas etapas como: método de aplicación, tipo de formulación, cantidad de producto aplicado, número de aplicaciones, animales expuestos, persistencia en tierra y agua, entre otros; todos estos parámetros son analizados caso a caso (por cada producto) en las evaluaciones de ley respectivas, considerando que la normatividad establece cierta confidencialidad de información para las empresas comercializadoras de estos productos en el país²⁹, por lo tanto la información de evaluación de riesgo ambiental en este trabajo considerarán aspectos restringidos de información pública conocida, en marco a la confidencialidad de información de las empresas registrantes de PQUA en el país; sin embargo, “la información sobre el resumen de los ensayos para determinar la eficacia del producto y su toxicidad para el hombre, los animales, los vegetales y el ambiente en ningún caso será calificada como confidencial” (Art. 79° del Decreto Supremo 016-2000-AG), información disponible para cualquier interesado ante la solicitud respectiva.

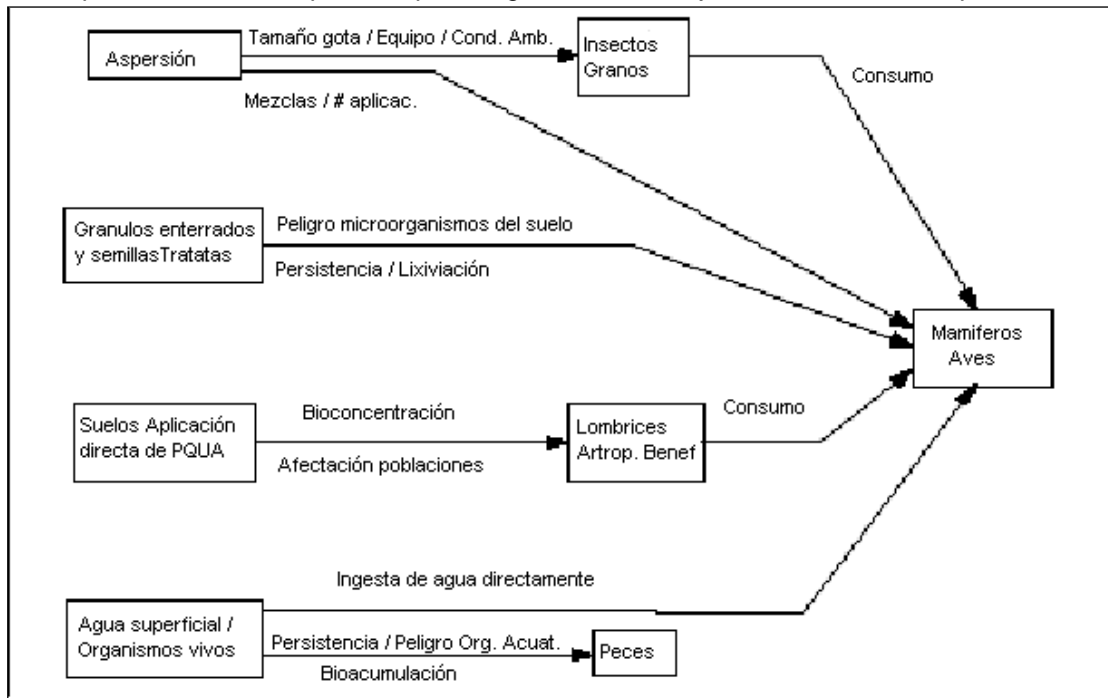
Una elemento fundamental de la caracterización del riesgo es la descripción de la incertidumbre, lo que exige una valoración de la calidad y cantidad de datos disponibles, la detección de vacíos de información y una evaluación crítica del uso de hipótesis y aproximaciones realizadas para suplir dichos vacíos; en este caso, el principal aspecto de incertidumbre lo constituye la falta de información ecotoxicológica y de destino ambiental de algunos ingredientes activos, principalmente sustancias químicas nuevas en el país y aún en el mundo, sobre las cuales los estudios son exclusivos de las casas comerciales.

Considerando que el análisis de riesgo comprueba la probabilidad que unos efectos potenciales (toxicidad), puedan ocurrir en la práctica, según ciertas condiciones ambientales y de uso (exposición), por lo cual las evaluaciones de PQUA se desarrollan caso a caso, en el presente, se usará el término de “unidades de peligro” para ecosistemas acuáticos y terrestres, para lo cual se ha cruzado y analizado la información de toxicología disponible sobre aves y abejas en el caso de ecosistemas terrestres (especies validadas), peces (especies validadas) y *Daphnia magna* para el caso de ecosistemas acuáticos, y en lo concerniente a destino ambiental su persistencia en suelo y agua, potencial de lixiviación, movilidad, entre otros, de acuerdo a los lineamientos estipulados en el Manual Técnico Andino.

²⁹ Artículo 79° del D.S. 016-2000-AG, en concordancia con el Art. 58° de la Resolución 630 Norma Andina.

Figura AQ-3

Representación de Exposición para Organismos no Objetivo del Uso de lo Pqua



Descripción de la Unidades de Sensibilidad en el Uso de Agroquímicos

En el mapa se ha delimitado y resaltado convenientemente cada unidad de uso de agroquímicos, a continuación se describirá brevemente, sin embargo existe un área que si bien no aplica directamente agroquímicos, se ve influenciada por la aplicación no directa de dichos productos.

■ ***Unidades de Uso de Agroquímicos con Ligero Peligro***

Las zonas correspondientes a esta unidad de uso de agroquímicos se encuentra en la cuenca alta del Río Piura, esta unidad está identificada como "LP" en el mapa N° 19: Mapa de Uso de agroquímicos, incluyendo a Santo Domingo, Frías y Chalaco. Los principales cultivos lo representan los frutales, trigo, maíz, arveja, cebada, papa, haba, olluco, mashua, café entre otros; en estas zonas el principal factor de un disminuido uso de PQUA, en el uso de insecticidas principalmente, ya que el uso de fungicidas es el más representativo en esta zona, la información sobre temperatura media para la cuenca alta es escasa, ya que solo existe la información procedente de la estación Huarmaca (14,5° C) ubicada a 2180 msnm; donde la lluvia multianual para dicho observatorio fluctúa entre 273,5 y 1046.1 mm de precipitación; estos aspectos unidos a la geografía de la zona, y otros como económicos y sociales condicionan una agricultura menos intensiva a la desarrollada en los vales de la cuenca media y baja principalmente.

En la cuenca alta existe un solo establecimiento registrado en el SENASA en venta de PQUA con un asesor técnico oficial en el distrito de Huarmaca; durante la visita de campo se observó además una tienda de venta en el distrito de Frías.

■ **Unidades de Uso de Agroquímicos con Moderado Peligro**

Corresponden a esta unidad de uso de PQUA principalmente el valle del medio Piura, pero se presentan pequeñas zonas en el bajo y alto Piura, esta unidad está identificada como "MP" en el mapa N° 19: Mapa de Uso de agroquímicos. La Cuenca media con temperatura media entre 23,7° C, según la información procedente de la estación Tablazo ubicada a 120 msnm y 25,4° C según la estación Cruzeta ubicada a 150 msnm; donde la lluvia multianual para esta zona media se encuentra entre 111,1 y 416,4 mm de precipitación anual.

Los Cultivos asociados a esta unidad de uso de PQUA corresponden principalmente a cultivos como frijón, frijón de palo, marigold, maní, arveja, maíz y algodón (a pequeña escala) en la zona media, entre otros; respecto al tipo de PQUA empleados, son los insecticidas y fungicidas los de mayor rango, con un uso puntual de herbicidas para cultivos de importancia económica. En la cuenca media existen 3 casas comerciales registradas en el SENASA en venta de PQUA con un asesor técnico oficial cada una.

■ **Unidades de Uso de Agroquímicos con Alto Peligro**

Al igual que la zona anterior, esta unidad de uso de PQUA en la cuenca, comparte zonas del valle del bajo medio y alto Piura, sin embargo, son la cuenca baja y media las cuales se han identificado con un alto uso de productos químicos en sus cultivos, unidad identificada como "AP" en el mapa N° 19: Mapa de Uso de agroquímicos. El uso excesivo de productos químicos se debe en parte a los cultivos desarrollados, como parte de la agricultura extensiva desarrollada en estas zonas en cultivos de importancia económica como arroz (con un elevado número de herbicidas empleados), algodón (en este caso son los insecticidas los que se emplean mayoritariamente), frutales en la zona de Tambogrande (uso de fungicidas e insecticidas); otro factor lo representa el fácil y rápido acceso en adquisición de PQUA, la gran oferta de las comerciales, las ventas directas en el campo y el movimiento comercial de la zona, las vías de acceso facilitan la movilización de los productos. En la cuenca baja existen 20 casas comerciales registradas en el SENASA en venta de PQUA con un asesor técnico oficial cada una.

La cuenca baja, con temperatura media entre 22,9° C según la información procedente de la estación Montegrande ubicada a 27 msnm y 24,4° C según la estación Corpac-Piura ubicada a 49 msnm. En el bajo Piura la lluvia multianual se encuentra entre 12.7 y 112.4 mm de precipitación anual, sin embargo en épocas con episodio del niño se hacen muy elevadas, lo cual facilitaría una movilidad de las sustancias químicas entre las zonas agrícolas y zonas no objetivo del ambiente.

3.10.7 Plan De Manejo

Aspectos Metodológicos para la elaboración del plan de Manejo

El Plan de manejo ambiental se ha desarrollado principalmente en base a los lineamientos de la sección 8 del Manual Técnico y otras consideraciones propias para la zona. El Plan de Manejo Ambiental (PMA) considerará la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra y/o acción tendiente a minimizar o eliminar los riesgos negativos que pueden ocasionar el uso y manejo deficiente de los plaguicidas, así como un abuso de los mismos.

El PMA se origina a partir de las conclusiones de la Evaluación del Riesgo Ambiental y de la Evaluación Toxicológica, sin embargo en este caso se considerarán criterios generales en base a la información ecotoxicológica de la sustancias reportadas para organismos vivos no objetivo publicados, a fin de establecer primero la importancia de cada riesgo, determinando los límites técnicos y legales existentes, posteriormente establecer la importancia de los efectos, en función de la magnitud y de los criterios técnicos y de la incertidumbre.

En el marco de la Decisión 436, el Plan de Manejo Ambiental incluye:

- A. Identificación y Evaluación de los Posibles Impactos.**
- B. Programas de Acción.**
- C. Reducción de Desechos.**
- D. Programa de Monitoreo Ambiental**
- E. Programa de Atención de Emergencias y de Contingencias**

A. Identificación y Evaluación de los Posibles Impactos.

Identificación y valoración de los elementos resultantes de las evaluaciones Toxicológica y de Riesgo Ambiental, para lo cual se considerarán datos de ecotoxicología y destino ambiental publicados para los ingredientes activos identificados.

Se considera los factores de riesgo en relación al manejo de los productos empleados y conocimientos de buenas prácticas de uso.

B. Programas de Acción.

Se estimarán principalmente las acciones en marco a:

- i.** Considerar las características de clima, cultivos y aspectos de educación (nivel de instrucción, entre otros) a fin de establecer la estrategia mejor ajustada a la buena transmisión de conocimientos de capacitación a los agricultores principalmente, como usuarios finales.
- ii.** Educación e información al público e involucrados sobre los riesgos toxicológicos, ambientales, condiciones de Manejo y Uso adecuado, así como utilizar métodos que faciliten la comprensión de los riesgos y los beneficios que presenta el PQUA, ya que muchas actividades del campo son compartidas.

- iii. Corrección mediante el control de origen del efecto previniendo o limitando el ingreso en el Medio Ambiente de los agentes contaminantes.
- iv. Actividades que promuevan el manejo de las Hojas de Seguridad, y manejo de desechos, coordinando en lo posible con la empresa privada (importadora, distribuidora y/o comercializadora), en marco de la Ley N° 28217 Ley para reforzar las acciones de control post-registro de plaguicidas de uso agrícola de Mayo del 2004.

C. Reducción de Desechos.

Acciones de capacitación en manejo de residuos, enfocando esto en el conocimiento del efecto para el ambiente de las malas prácticas de disposición final de envases, acciones que deben ser consideradas dentro de la organización local.

En marco de las Ley N° 28217 promulgada el 01 de mayo de 2004 Ley Para Reforzar las Acciones de Control Post-Registro de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola, en el Art. 6°, inciso "a" se precisa que los titulares del registro de plaguicidas deberán contar con un programa de destino final de los envases de plaguicidas usados en la comercialización de éstos, siendo los principales responsables por la eliminación de los mismos, para lo cual deberán coordinar con las autoridades competente; además en el inciso "b" también se cita que los titulares del registro de los plaguicidas deberán contar con un programa de disposición final de los plaguicidas vencidos, obsoletos y en desuso; respecto a esto se deben establecer los mecanismos de coordinación a corto y/o mediano plazo por parte de las partes interesadas como el Estado, Empresa y comunidad a fin de conducir las acciones planificadas individuales o conjuntas a fin de armonizar acciones en protección de la salud y el ambiente.

D. Programa de Monitoreo Ambiental

Lo ideal para evaluar la exposición real en el ambiente es contar con datos del monitoreo biológico de las especies expuestas o bien con el monitoreo del aire, del agua, suelos o alimentos con los que entran en contacto; un programa de Monitoreo evaluaría las características del ecosistema manejado, que además verificaría la efectividad de las medidas de reducción de riesgos que llevan a cabo las empresas como medida de comprobación de acciones del Plan de manejo ambiental que presentan, así como proporcionar una señal de alarma ante la presencia de contaminantes en el medio, facilitar el establecimiento de tendencias, la elaboración de predicciones y también proporcionar elementos para ahondar en el conocimiento de los procesos que subyacen en el ambiente; sin embargo en el país no se cuenta con la infraestructura analítica necesaria para dichas evaluaciones y los mecanismos legales vigentes como el D.S. 016-2000-AG y el Manual Técnico Andino, norma de carácter supranacional especifican que dichas acciones son necesarias solo para casos en que un producto alcance el nivel 4 o TIER IV en la evaluación de riesgo realizada para cada producto en proceso de registro ante la autoridad competente, lo cual limita al Estado exigir dichos compromisos que se convierten en instrumentos de desarrollo voluntario; por otro lado es difícil establecer acciones por parte de las empresa en caso que sean consideradas por ser análisis que se deben realizar fuera del país; ante la carencia o escasez de estos datos, se puede recurrir a la modelación multimedios, haciendo uso de factores de emisión estimados o evaluados, en los cuales se tienen que incorporar variables climáticas, hidrológicas, geológicas, así como bióticas, programas con los cuales tampoco el país cuenta, ya que el modelo tomado con

regularidad es de la EPA, el cual se desarrolló para escenarios ambientales diferentes a los nacionales, aspecto que representa un factor de incertidumbre.

Para desarrollar acciones concretas se debe desarrollar un fortalecimiento de intereses comunes entre el Estado, la empresa privada y sectores involucrados e interesados para buscar de manera conjunta una estrategia de control ambiental y alerta para el ambiente en su conjunto; lo cual se debe expresar en planteamientos a corto, mediano y largo plazo en la reducción de malas prácticas mediante capacitaciones para un uso racional de plaguicidas, todo esto a fin de salvaguardar la salud y el ambiente de manera conjunta y equilibrada.

E. Programa de Atención de Emergencias y de Contingencias

Estas acciones comprenderán acciones orientativas sobre lugares estratégicos, centros nacionales o regionales de información y control para casos de envenenamiento, así como dar orientaciones precisas sobre acciones de respuesta frente a emergencias en el manejo de PQUA; para lo cual se coordinará con las instituciones involucradas y la empresa

Realizar capacitación en organización local para que se implanten un plan de contingencias a fin de establecer un sistema de alerta-respuesta temprana y su control posterior frente a emergencias por mal manejo de PQUA en el ambiente especialmente para el caso de derrames que puedan afectar el suelo y cuerpos de agua.

Todas las acciones a este nivel se realizarán entre el Estado, la empresa privada y sectores involucrados e interesados a fin de establecer acciones conjuntas beneficiosas para todos.

Descripción del Plan por unidades de uso de agroquímicos en diferentes niveles de riesgo

Plan de manejo en Unidades de uso de agroquímicos de Ligero Peligro

A. Identificación y evaluación de los posibles impactos o factores potenciales de peligro.

En esta zona, el peligro de provocar un riesgo representativo para los ecosistemas terrestres y acuáticos expuestos a pesar de representar la unidad de ligero peligro, una mala política de capacitación podría ser un factor de es:

- Bajo nivel de educación, el 90 % de los encuestados no sabe a quien acudir en caso de un accidente de derrame en el ambiente.
- Ausencia de capacitaciones, el 100 % de los encuestados no han recibido charlas de capacitación en uso seguro de PQUA; lo cual es

producto del centralismo de la actividad comercial en la parte baja de la cuenca, deficientes vías de acceso a la cuenca alta, entre otros.

- Equipos en mal estado de conservación, en muchos casos se comparten equipos debido a la falta de recursos económicos, no hay lugares de mantenimiento y en muchos casos la aplicación es manual si se carece del equipo necesario..
- Deficiente nivel de conocimientos sobre manejo adecuado de PQUA, el 90,9% prefiere reaplicar a sus cultivos, y el 34,1% lo aplica a otro cultivo cualquiera que no necesariamente es el indicado en la etiqueta; el 75% “bota” los envases en el campo abierto, caminos o bordes de parcelas.

B. Programas de acción.

- Identificar el grupo de PQUA de mayor uso en la zona, de acuerdo a los cultivos dominantes, clima, estadísticas oficiales, etc., a fin de establecer las prioridades en los temas de capacitación a desarrollar.
- Capacitaciones sobre el efecto peligroso para organismos vivos no objetivos silvestres de los ecosistemas por un del mal uso de PQUA, efecto en la salud y la agricultura (buenas prácticas agrícolas).
- Valoración del ambiente y su importancia en el equilibrio de un ambiente sano.
- Capacitación en aspectos de correcta interpretación de pictogramas de seguridad y frases de advertencia de los productos comercializados, perfil toxicológico, beneficios, usos y riesgos.

C. Reducción de Desechos

Acciones de capacitación en manejo de residuos, enfocando esto en el conocimiento del efecto para el ambiente de las malas prácticas de disposición final de envases, realizar el fortalecimiento del desarrollo del triple lavado y otras medidas de protección ambiental y para la salud; así como coordinar el apoyo con la empresa para establecer estrategias innovadoras y/o exitosas en otros países beneficiosas de manejo.

D. Programa de Monitoreo Ambiental

El desarrollo de dichas acciones serán coordinadas, en caso la viabilidad de dicho programa se canalice con los sectores involucrados.

E Programa de Atención de Emergencias y de Contingencias

Fortalecimiento y/o capacitación en desarrollo organizacional a nivel local de y de ser viable y factible a nivel regional para establecer líneas de acción de respuesta ante eventos de emergencia en atención de desastres en el ambiente.

Establecer procedimientos en caso de derrames en fuentes de agua, suelo, medidas de contención, limpieza y descontaminación, así como demás factores de interés.

Todas las acciones a este nivel se realizarán entre el Estado, la empresa privada y sectores involucrados e interesados.

Plan de manejo en Unidades de uso de agroquímicos de Moderado Peligro

A. Identificación y evaluación de los posibles impactos o factores potenciales de peligro

- Bajo nivel de educación, el 15,9% de la población encuestada para esta zona no tiene ninguna instrucción y el 54,5% cuentan con estudios primarios solamente; además el (media) 88,6% no sabe a quien acudir en caso de un accidente de derrame en el ambiente.
- Capacitaciones, el 72,7% de los encuestados no han recibido charlas de capacitación en uso seguro de PQUA; lo cual es en general por el centralismo de la actividad comercial en la parte baja de la cuenca, deficientes vías de acceso a la cuenca alta, entre otros.
- Deficiente nivel de conocimientos sobre manejo adecuado de PQUA, el 68,2% de los encuestado aplican de manera indiferente en la mañana y tarde los agroquímicos en sus cultivos; el 75% “bota” los envases en el campo; el 90.9% prefiere reaplicar a sus cultivos.
- Comercialización, la cercanía de esta zona a la cuenca baja y las rutas de acceso hacen posible un abastecimiento sostenido de PQUA para sus cultivos.

B. Programas de Acción.

- Coordinación de acciones con empresas y sectores involucrados para realizar conjuntamente programas integrados de capacitación.
- Identificar el grupo de PQUA de mayor uso en la zona, de acuerdo a los cultivos dominantes, clima, estadísticas oficiales, etc., a fin de establecer las prioridades en los temas de capacitación a desarrollar.
- Capacitaciones sobre el efecto peligroso para organismos vivos no objetivos silvestres de los ecosistemas por un del mal uso de PQUA, efecto en la salud y la agricultura (buenas prácticas agrícolas).
- Valoración del ambiente y su importancia en el equilibrio de un ambiente sano.
- Capacitación en aspectos de correcta interpretación de etiqueta, pictogramas de seguridad y frases de advertencia de los productos comercializados.
- Incentivar, capacitar y resaltar la importancia de los controladores naturales, a fin de tender a una reducción en el uso de PQUA.
- Difundir experiencias exitosas de trabajos de agricultores de la zona en MIP y otros proyectos de reducción de uso de plaguicidas y empleo de otras alternativas.
- Considerar la implementación de medidas periódicas a mediano y largo plazo de capacitación en coordinación con sectores involucrados.
- Capacitación en aspectos de correcta interpretación de pictogramas de seguridad y frases de advertencia de los productos comercializados, perfil toxicológico, beneficios, usos y riesgos.

- Capacitación en métodos de aplicación, métodos de eliminación de residuos (preparación, envases), condiciones de aplicación, entre otros.

C. Reducción de Desechos.

Acciones de capacitación en manejo de residuos, enfocando esto en el conocimiento del efecto para el ambiente de las malas prácticas de disposición final de envases, así como coordinar el apoyo con la empresa para establecer estrategias beneficiosas de manejo.

D. Programa de Monitoreo Ambiental

El desarrollo de dichas acciones serán coordinadas, en caso la viabilidad de dicho programa se canalice con los sectores involucrados.

E. Programa de Atención de Emergencias y de Contingencias

Fortalecimiento y/o capacitación en desarrollo organizacional a nivel local de y de ser viable y factible a nivel regional para establecer líneas de acción de respuesta ante eventos de emergencia en atención de desastres en el ambiente.

Establecer procedimientos en caso de derrames en fuentes de agua, suelo, medidas de contención, limpieza y descontaminación, así como demás factores de interés.

Todas las acciones a este nivel se realizarán entre el Estado, la empresa privada y sectores involucrados e interesados.

Plan de manejo en Unidades de uso de agroquímicos de Alto Peligro

A. Identificación y evaluación de los posibles impactos o factores potenciales de peligro

- Tipo de cultivo y PQUA de mayor uso, la disponibilidad de agua en la zona, facilita el desarrollo de cultivos intensivos como arroz y algodón principalmente, los cuales tienen un uso agresivo de insecticidas y herbicidas, por el cuidado de los mismos.
- Bajo nivel de educación, el 15,9% de la población encuestada para esta zona no tiene ninguna instrucción y el 54,5% cuentan con estudios primarios solamente.
- Capacitaciones, el 72,7% de los encuestados no han recibido charlas de capacitación en uso seguro de PQUA; lo cual es en general por el centralismo de la actividad comercial en la parte baja de la cuenca, deficientes vías de acceso a la cuenca alta, entre otros.

- Deficiente nivel de conocimientos sobre manejo adecuado de PQUA, el 68,2% de los encuestado aplican de manera indiferente en la mañana y tarde los agroquímicos en sus cultivos; el 75% “bota” los envases en el campo abierto, caminos o bordes de parcelas; el 90,9% prefiere reaplicar a sus cultivos, y el 34,1% lo aplica a otro cultivo cualquiera que no necesariamente es el indicado en la etiqueta.
- Comercialización, en la cuenca alta existe veinte establecimientos registrados en el SENASA en venta de PQUA con un asesor técnico oficial, lo cual facilita la adquisición de los productos al haber una gran oferta de los mismos en todo el valle

B. Programas de acción.

En esta zona, debido al uso intensivo y agresivo de plaguicidas químicos para cultivos como arroz y algodón principalmente, se hace necesario realizar una labor más eficaz en el cambio de hábitos y buenas prácticas en el manejo seguro de plaguicidas para la salud y el ambiente.

- Coordinación de acciones con empresas y sectores involucrados para realizar conjuntamente programas integrados de capacitación.
- Identificar el grupo de PQUA de mayor uso en la zona, de acuerdo a los cultivos dominantes, a fin de establecer las prioridades en los temas de capacitación a desarrollar; que para este caso son herbicidas e insecticidas para los cultivos de algodón y arroz principalmente.
- Capacitaciones sobre el efecto peligroso para organismos vivos no objetivos silvestres de los ecosistemas por un del mal uso de PQUA, efecto en la salud y la agricultura (buenas prácticas agrícolas).
- Desarrollar charlas de sensibilización sobre la valoración del ambiente y su importancia en el equilibrio de un ambiente sano, así como en el fortalecimiento de los agro-ecosistemas de la zona.
- Capacitación en aspectos de correcta interpretación de pictogramas de seguridad y frases de advertencia de los productos comercializados, perfil toxicológico, beneficios, usos y riesgos.
- Incentivar, capacitar y resaltar la importancia y la dinámica de los controladores naturales, a fin de tender a una reducción en el uso de PQUA.

C. Reducción De Desechos.

Acciones de capacitación en manejo de residuos, enfocando esto en el conocimiento del efecto para el ambiente de las malas prácticas de disposición final de envases, así como coordinar el apoyo con la empresa para establecer estrategias innovadoras para disposición y manejo de envases.

D. Programa de Monitoreo Ambiental

El desarrollo de dichas acciones serán coordinadas, en caso la viabilidad de dicho programa se canalice, con los sectores involucrados.

E. Programa de Atención de Emergencias y de Contingencias

Fortalecimiento y/o capacitación en desarrollo organizacional a nivel local de y de ser viable y factible a nivel regional para establecer líneas de acción de respuesta ante eventos de emergencia en atención de desastres en el ambiente.

Establecer procedimientos en caso de derrames en fuentes de agua, suelo, medidas de contención, limpieza y descontaminación, así como demás factores de interés. Todas las acciones a este nivel se realizarán entre el Estado, la empresa privada y sectores involucrados e interesados.

3.11 DIAGNOSTICO PRODUCTIVO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS (ALGODÓN, ARROZ, LIMÓN, MAÍZ, MANGO)

3.11.1 Generalidades

a. Antecedentes

El cambio climático tiene grandes posibilidad de afectar la productividad agrícola. Dentro de los efectos agroclimáticos, se ha reconocido el desplazamiento de los límites térmicos aptos para la agricultura y el cambio en la magnitud y frecuencia de eventos extremos como sequías y lluvias muy intensas. El ritmo de aumento de la temperatura media mundial en el próximo siglo será de 0,3°C (rango de incertidumbre: 0,2°C a 0,5°C) por década, lo cual produciría incrementos de la temperatura media mundial de 2°C (por encima del valor registrado antes de la revolución industrial (en el año 2005 y de 4°C antes del fin del próximo siglo (IPCC 1990).

Los efectos sobre plagas y enfermedades, están en relación principalmente con los cambios en la temperatura y humedad.

Otros efectos sobre el entorno agrícola será sobre los suelos, en relación con las pérdidas por erosión, originados por cambios en la cantidad e intensidad de lluvias y la eliminación de la cobertura en la parte alta de las cuencas en las laderas del paisaje colinoso y montañoso. También podría haber cambios en las propiedades físico-químicas de los suelos (contenido de carbono orgánico, materia orgánica, etc).

El efecto sobre el rendimiento de los cultivos y el ganado, estarán determinados por las respuestas a las nuevas condiciones y su mayor exposición.

En este trabajo se evaluara el impacto de diferentes escenarios climáticos sobre la producción de los cultivos anuales (algodón, maíz, arroz) y los frutales (mango, limón y plátano) en las áreas de interés seleccionada de la Cuenca del río Piura

El agua potable es indispensable para la salud humana. Con estos efectos, la cantidad disponible del líquido, será escasa y probablemente descenderán los niveles sanitarios, propiciado por menos alimentos y la reaparición de algunas epidemias.

El aumento del CO₂ en el ambiente, produce diversos efectos en el crecimiento de las plantas, principalmente en la fotosíntesis y la transpiración, afectando las tasas de crecimiento. Entre estos aspectos también se observará la carencia de nutrientes, escasez de agua, salinidad y contaminación.

La Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2002) dio a conocer el estado mundial de la agricultura y la alimentación el cual sostiene que la agricultura asume una importancia clave en el cambio climático, tanto como una de las causas del problema de la absorción de carbono como receptora de su impacto. La atención está en la función de la agricultura y la tierra al suministro de bienes públicos mundiales y la absorción de carbono con el cambio en el uso de la tierra como posible salida a la pobreza rural.

Los científicos indican que alrededor del 80% de las reservas globales de carbono se encuentran en los suelos, en los bosques y que una parte considerable del carbono contenido originalmente en unos y otros ha sido liberado mediante las actividades agrícolas y silvícolas y por la deforestación. La agricultura y la silvicultura retienen y fijan el carbono al suelo, a las plantas y árboles mediante la fotosíntesis reduciendo los gases atmosféricos de efecto invernadero.

Las actividades agrícolas y la silvicultura poseen el potencial para contrarrestar el impacto de las emisiones producidas en otros lugares siempre que se reduzca la deforestación, se incrementen las reservas forestales ampliando las plantaciones silvícolas, se adopten esquemas agroforestales, se reduzca la degradación de los suelos y se recuperen los bosques degradados.

Subvencionar a los agricultores para que adopten métodos de utilización de las tierras puede jugar un papel determinante en la promoción del desarrollo sostenible entre los más pobres. Representaría, además, un modo nuevo e importante para financiar esfuerzos como ese. Los criterios de equidad y eficacia tendrían que ser fundamentales a la hora de delinear mecanismos para obtener bienes y servicios ambientales y servicios como la absorción del carbono”.

Mediante la gestión apropiada de estos recursos, los agricultores, pescadores y personas que dependen de los bosques facilitan una amplia gama de beneficios a los demás; como por ejemplo, la conservación del paisaje, la protección de las cuencas hidrográficas, la defensa de la biodiversidad, la estabilidad del ecosistema y el mantenimiento de las reservas de peces”

b. Objetivos

- Identificar los cultivos mas sensibles al cambio climático
- Conocer las causas por las cuales las variables climáticas (precipitación y temperatura) afectan la producción y productividad de los cultivos
- Poder evaluar la tendencia del efecto del cambio climático en la producción y productividad de limón, mango, maíz, arroz, algodón y plátano.

3.11.2 Información Existente

Se ha revisado información estadística del sector agrario (Estadísticas agrarias – serie histórica de superficies y producción desde 1992 al 2004) en las diferentes instituciones de Piura, siendo las más importantes: Ministerio de Agricultura – Agencia Agraria Piura; Banco Central de Reserva del Perú - Agencia Piura. Sección Económica; Centro Regional de Información. Sistema de Información Perú Rural Piura. Centro de Información del CIPCA, AgrolInformes de CEPES (Centro Peruano de Estudios Sociales).

Existe una gran falta de información sobre datos climáticos, y de producción, para poder evaluar mejor el efecto del clima en la producción se requiere de mayor información como por Ej., temperaturas nocturnas, intensidad de lluvia, en los escenarios de producción de mayor importancia como la zona de Tambo Grande.

Se realizó una visita de campo a cada una de las zonas de interés: Bajo Piura, sub. Cuenca Yapatera y sub cuenca San Francisco, con la finalidad de conocer los diferentes sistemas de producción, uso de la tierra-cobertura, que caracteriza a cada uno de estos escenarios.

Se recogió información de fuentes directas conversando con los líderes de la Exportación de Mango (ProMango), de Limón (Prolimon), Arroz, algodón y el Gerente de la Autoridad Autónoma de la Cuenca del Chira y Piura.

3.11.3 Métodos

Trabajo de gabinete y de campo

La vulnerabilidad de los cultivos al cambio climático se ha determinado en base al análisis de revisión bibliográfica científica actualizada sobre ecofisiología de la producción de mango, limón, plátano, maíz, algodón, arroz.

Análisis del efecto de las variables climáticas de los dos fenómenos del Niño del 83 y 98 sobre la producción e información directa con productores.

La información analizada ha consistido en libros, revistas científicas, compendios estadísticos, notas periodísticas, informes técnicos, boletines informativos.

Se realizó una visita de campo a las tres áreas de interés: Bajo Piura, sub. Cuenca Yapatera y sub. cuenca San Francisco, para verificar los escenarios del uso actual de la tierra y la cobertura, así como los principales problemas de tecnología y producción para los cultivos identificados como prioritarios: mango, limón, plátano, maíz, arroz, algodón.

Se participó en Talleres Participativos en la ciudad de Piura con los agricultores líderes de la producción de mango, limón, arroz, maíz y plátano; también se coordinó con profesionales de la Autoridad Autónoma de la Cuenca del Río Chira y Piura.

Finalmente se ha realizado la organización y sistematización de la información obtenida sobre la producción, productividad, uso de tierra-cobertura, datos climáticos, con el cual se ha podido elaborar este informe sobre la vulnerabilidad de los cultivos al cambio climático en la cuenca del río Piura.

3.11.4 Diagnostico de la Producción de los Cultivos Seleccionados en la Cuenca del Río Piura

a. Generalidades

Los principales cultivos de cuenca del río Piura son: algodón, arroz, maíz, mango, limón, plátano, además de frijol, papa en la sierra, café, cacao,

b. Factores de la Producción

Los factores que determinan el nivel de producción y productividad de los cultivos son de tipo ambiental (clima, suelo, agua, planta) y antrópico (socio económico y cultural).

El clima

De los factores ambientales el más importante y difícil de manejar es el clima, más aun cuando se manifiesta de manera irregular e intermitente en fenómenos extraordinarios como el Fenómeno del Niño (lluvias extraordinarias e incremento de la temperatura). En la cuenca del río Piura ha ocasionado daños severos en la producción de cultivos durante los fenómenos ocurridos en el año 1983 y 1998, calificados como los más extremos a lo largo de la historia de este tipo de eventos en la zona.

Para comprender el impacto que la variabilidad climática puede tener sobre los principales cultivos es necesario conocer las limitaciones actuales y su modo de acción. Cada cultivo tiene un periodo crítico diferente, que es fundamental para la determinación del rendimiento: por ejemplo: pre y post floración en maíz, pre post floración y maduración en mango, etc. Estos periodos de máximos requerimientos ambientales, comprenden la formación de estructuras con mayor aporte al rendimiento final. Cuando un estrés ambiental (hídrico, térmico, nutricional) coincide con esta etapa, se provocan reducciones irreversibles en la producción.

En el país existen los requerimientos climáticos generales, para obtener rendimientos adecuados para los principales cultivos de la zona en Estudio, elaborados por el SENAMHI- Perú., que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°1

Requerimientos climáticos de los cultivos en la costa norte

Cultivo	TEMPERATURA del aire			Precipitación mm	Humedad del suelo (%)	Luz	Fotoperíodo
	mínim a	optima	Máxima				
Limón	10	23 - 36	30	90 - 1600	45 - 55	Insolación moderada	De día corto
Mango	10	25 - 30	35	600 - 2500	40 - 50	Mucha insolación	De día corto
Plátano	10	25 - 30	35	2600 - 3300	40 - 45	Sombreamiento	No responde al Fotoperíodo
Arroz	10	25 - 32	35	1200 - 1800	saturado	Difiere según fase de cultivo	De día corto existe de día neutro
Maiz amarillo duro	10	25 - 35	38	700 - 1100	60 - 70	Mucha insolación	De día corto existe de día neutro
Algodon	15	25 - 30	32	450 - 600	60 - 70	Mucha insolación	De día neutro, otras veces de día corto
Maiz amiláceo	12	30 - 35	40	350 - 600	60 - 70	Días despejados	De día largo existe de día neutro

Fuente: SENAMHI- Dirección General de Agrometeorología; Elaboración MINAG-OIA 1999.

c. Producción y Productividad por Cultivos en la Cuenca del Río Piura

EL CULTIVO DE ALGODÓN

Históricamente siempre ha sido el principal cultivo de la cuenca por la superficie sembrada y por la excelente calidad del tipo de algodón Pima (fibra extralarga) que se cultiva en esta zona.

La producción del cultivo del Algodón (Pima)

En los valles Piuranos la campaña agrícola anual para cubrir un ciclo hidrológico comienza a contabilizarse desde **la campaña chica** del año anterior Agosto, hasta el termino de la campaña grande del año siguiente (julio)

En el Bajo Piura **La campaña grande (primera)** es destinada para los cultivos más importantes del valle: algodón, arroz, maíz y sorgo que en conjunto representan el 95% del área total del valle; el algodón siempre ha ocupado primicia en lo que a extensión se refiere, superando las 27,000 ha. (Datos Estadísticos del Ministerio de Agricultura 1995).

La campaña grande por tradición se inicia en enero de cada año, con el riego de machaco para el medio y Bajo Piura. Luego se siembra algodón el cual se mantiene 6 meses con riego y dos meses de agoste, en total 8 meses hasta la cosecha.

La campaña chica (Segunda – Nov - Dic) siempre es destinada para cultivos de periodo vegetativo corto, siendo los mas importantes: maíz y sorgo.

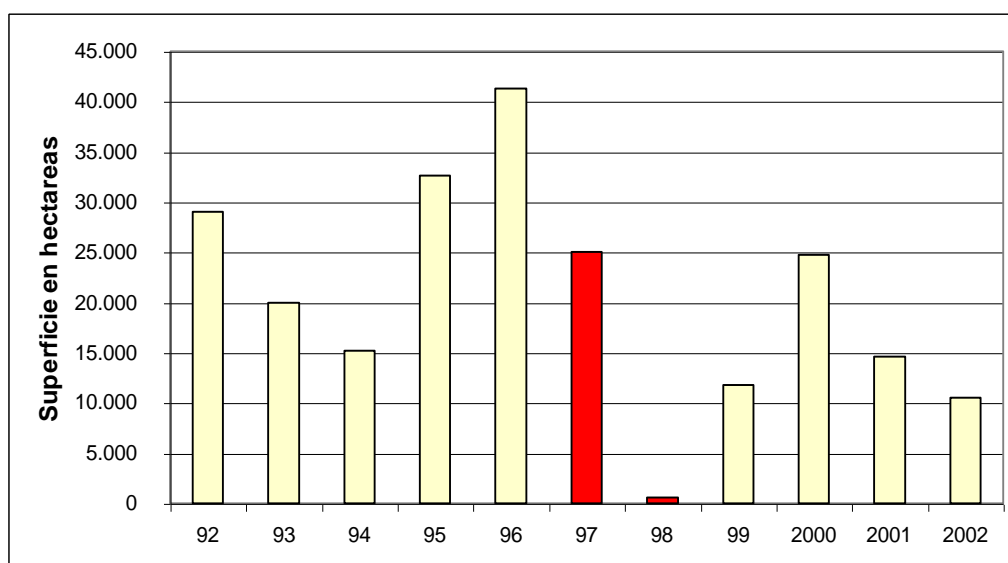
Por lo general estos cultivos son ubicados en las mismas áreas que estuvieron con arroz en la campaña grande, puesto que las áreas ocupadas con algodón no dejan margen para realizar campaña chica y empezar con la debida oportunidad la siguiente campaña grande. (Rhodas 1994)

Tabla N°2
(PCR) Para el Medio y Bajo Piura (Campaña grande)
Acumulado a mayo 1995

CULTIVO	SUPERF. PROGRAMADA (ha)	SUPERF. EJECUTADA (ha)
1. Algodón	23,000	21,995
2. Arroz	4,918	3,308
3. Maíz Amarillo	8,380	5,096
TOTAL	43,250	32,934

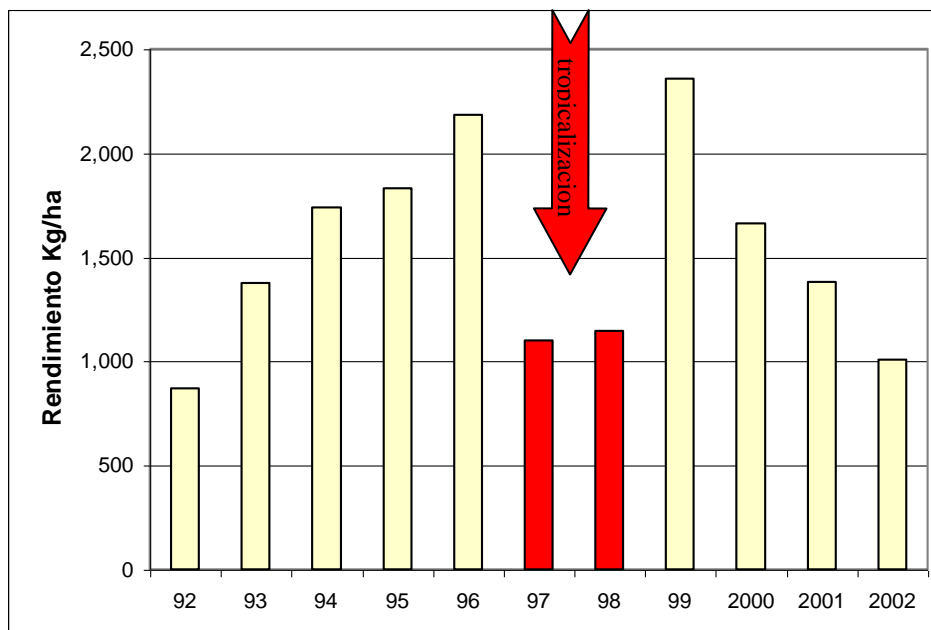
Modificado por J. Guerrero, 2004

Gráfico 1.
Superficie cultivada del cultivo de algodón PIMA en Piura



Fuente: Ministerio de Agricultura. Agencia Agraria Piura. OIA. 2003

Gráfico 2.
Rendimiento del Cultivo de Algodón PIMA en Piura.



Fuente: Ministerio de Agricultura. Agencia Agraria Piura. OIA. 2003

No hubo siembras de algodón Pima en 1997. La última campaña se sembró en el **Bajo y Medio Piura** y se obtuvieron muy bajos rendimientos por la Tropicalización y por las plagas; el incremento del calor y la elevación de la napa freática sin posibilidades de drenaje ocasionó que se agravara el problema de enfermedades (podridones radiculares por Fusarium). De 20 a 22 cargas que se obtenían en los mejores campos solamente se alcanzaron 14 a 15 cargas (42 a 45 qq). En relación al promedio histórico de 12 cargas se obtuvo apenas de 4 a 5 cargas, (15 qq/ha) ello significó pérdidas de un 60% de la producción. Por esto dejaron de sembrarse 30 000 ha. En el FEN 1983 las pérdidas de algodón alcanzaron 98%. (AgroInforme 8. CEPES).

La campaña 97 fue desastrosa

Requerimientos climáticos

Temperatura:

La germinación de la semilla se produce cuando se alcanza una temperatura inferior a 14°C, siendo el óptimo de germinación de 20°C. Para la floración se necesita una temperatura media de los 20 a 30°C, como puede apreciarse en el **Gráfico 3**.

Con respecto a la temperatura el cultivo del algodón se desarrolla adecuadamente en temperaturas que varían entre los 27 y 30°C; sin embargo,

según Daxl 1996, la temperatura determina la velocidad del crecimiento de la planta, por lo cual a menudo se utiliza el calor acumulado para determinar la edad de la misma. Así pueden compararse distintos lugares geográficos donde las cápsulas puedan tardar 50 días hasta la madurez , y en otro lugar mas frío 70 días, aunque en ambos sitios el desarrollo corresponda a 900° D (día-grado). El tiempo fisiológico se calcula por:

$$\frac{\text{Temperatura Máxima} + \text{Temperatura Mínima} - 12}{2}$$

Acumulándose los valores diarios.

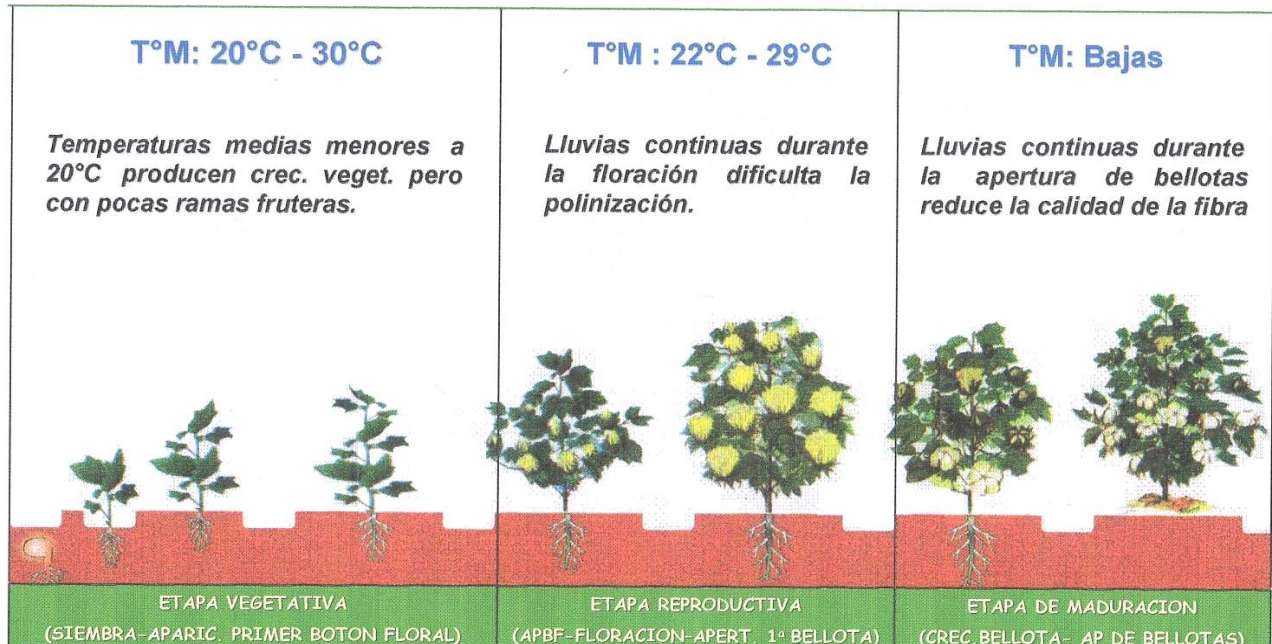
Gráfico 3.

Requerimientos Térmicos de la Planta de Algodón.

CICLO VEGETATIVO DEL ALGODÓN

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. SENAMHI. Dirección General de Agrometeorología.

REQUERIMIENTOS TERMICOS DE LA PLANTA DE ALGODON



Precipitación Pluvial:

Se trata de un cultivo exigente en agua. Debido a este motivo, se recomienda que los riegos se apliquen durante todo el desarrollo de la planta a unas dosis de 4500 y 6500 m³/ha.

La precipitación pluvial tiene un papel decisivo en los rendimientos. Al presentarse un año seco o precipitación inadecuadamente distribuida, los rendimientos se reducen significativamente. El algodón como muchos cultivos, presenta su mayor demanda de humedad en plena época de floración, no obstante, debido al hábito de fructificar por etapas, una variación en la pluviosidad modifica la cosecha, pero no la hace nula.

EL CULTIVO DEL ARROZ

En Piura es el segundo cultivo en importancia después del algodón

En el valle del Medio y Bajo Piura, en las dos últimas décadas con la terminación de las obras de mejoramiento de riego y drenaje ejecutadas en la I y II Etapas del PECHP (1977) ha dado origen a una mayor disponibilidad de agua, lo cual hizo posible la introducción del cultivo de arroz con fines de recuperación de suelos salinos, el lavado de sales dio resultados bastante satisfactorios y de año en año las áreas con arroz se han incrementado.

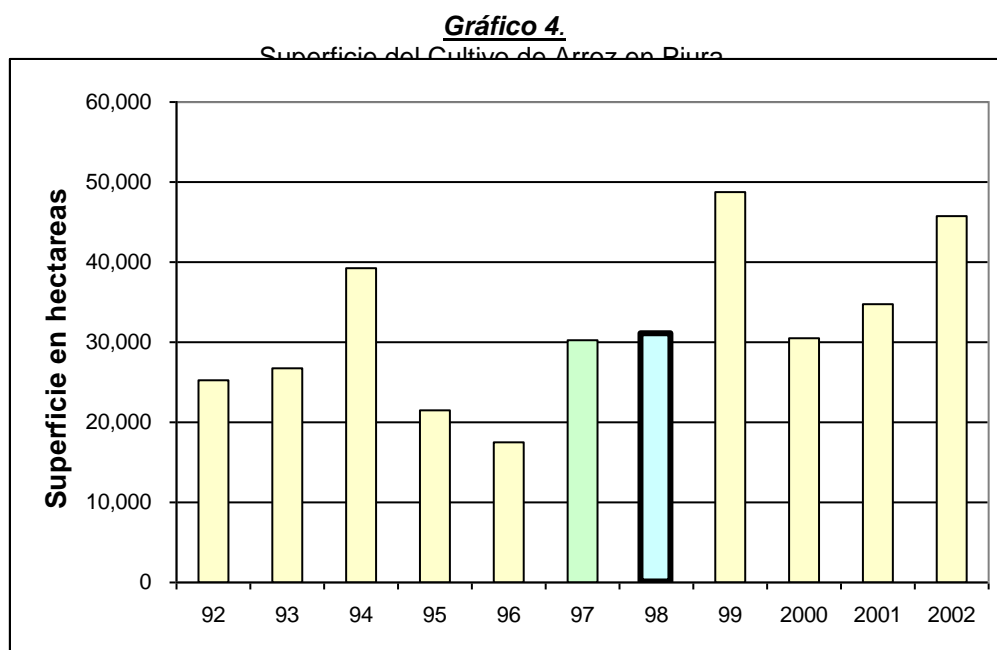
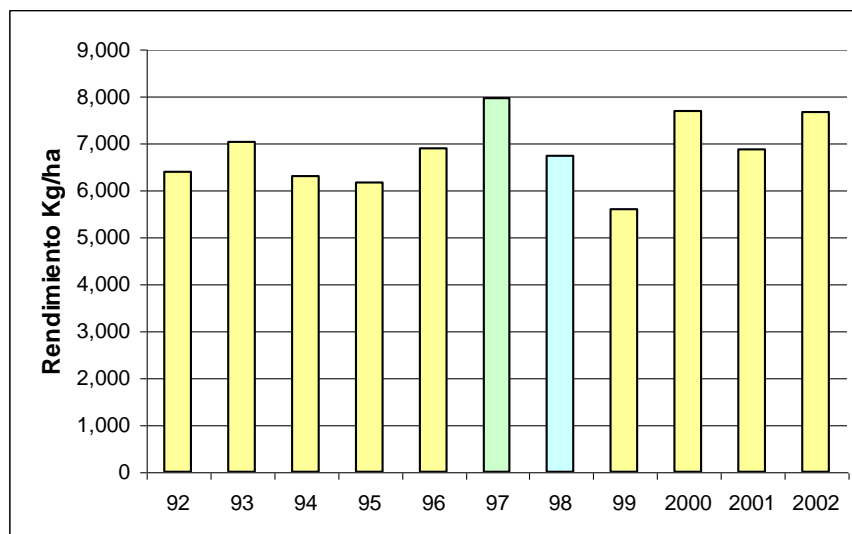


Gráfico 5.
Rendimiento del Cultivo de Arroz en Piura



Fuente: Ministerio de Agricultura. Agencia Agraria Piura. OIA. 2003

El Fenómeno El Nilo (FEN) y el cultivo de arroz

Observando los gráficos 4 y 5 se puede apreciar que durante el año 1997 se obtuvo un mayor rendimiento de arroz por unidad de superficie (8000 kg/ha) mejor que el promedio de la zona y que la producción obtenida en años normales, lo cual generó una sobreproducción de arroz en la zona. Lo que demuestra que este cultivo no es sensible al cambio climático ocasionado por el FEN, por ser un cultivo tropical que se adapta bien a condiciones de lluvias y altas temperaturas.

No se deberá sembrar arroz en las zonas altas del valle, debido a que las grandes filtraciones de las partes altas repercute en elevación de los niveles freáticos en las terrazas bajas, y como consecuencia de ello tenderá a producirse en corto tiempo la degradación de los suelos por problemas de drenaje y resalinización. (Rodas 1997)

Factores climáticos

Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados. El cultivo se extiende desde 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2500 m de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35°C. Por encima de 40°C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo de 7°C, considerándose su óptimo en los 23°C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días.

La panícula, usualmente llamada espiga por el agricultor, comienza a formarse unos treinta días antes del espigado, y siete días después de comenzar su formación alcanza ya unos 2 mm. A partir de 15 días antes del espigado se desarrolla la espiga rápidamente, y es éste el período más sensible a las condiciones ambientales adversas.

La floración tiene lugar el mismo día del espigado, o al día siguiente durante las últimas horas de la mañana. Las flores abren sus glumillas durante 1 o 2 horas si hay tiempo soleado y temperaturas altas. Un tiempo lluvioso y con temperaturas bajas perjudica la polinización.

El mínimo de temperatura para florecer se considera de 15°C. El óptimo de 30°C. Por encima de los 50°C no se produce la floración. La respiración alcanza su máxima intensidad cuando la espiga está en zurrón, decreciendo después del espigado. Las temperaturas altas de la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílica es mayor. Por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos.

Humedad:

Es un cultivo adaptado a muy buenas condiciones de humedad y temperatura (condiciones tropicales): 100 a 200 mm.de lluvia mensual; se requiere un total de 125 cm (1500 mm) de lluvia durante el estado vegetativo.

Temperatura:

- Necesita calor
- La temperatura media es alrededor de 22°C a través del periodo de crecimiento
- Pueden tolerar temperaturas de hasta 40°C.
- Temperatura mínima de 10 grados para macollamiento.
- La temperatura óptima es de 22 a 23°C para floración y 20 a 21°C para formación de granos.
- Sobre 22°C la respiración es acelerada y el periodo de llenado de grano se reduce.

Tabla N°3

Respuesta de la planta de arroz a la t° en diferentes estados de desarrollo

Estado de desarrollo	T. crítica (°C)		
	Mín.	Máx.	Ópt.
Emergencia y establecimiento de la plántula	12-13	35	25-30
Enraizamiento	16	35	25-28
Elongación de las hoja	7 – 12	45	31
Macollamiento	9 - 16	33	25-31
Iniciación del primordio de la panoja	15	-	25-31
Diferenciación de la panoja	15- 20	38	-
Antésis	22	35	30-33
Maduración	12 - 18	30	20-25

Fuente: Curso Internacional Modular del Arroz-Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). 2004

Tabla N°4.

Efecto de la temperatura del Agua en el cultivo del arroz

Fase de crecimiento	T° óptima
Macollamiento	32 – 34 °C 1
Elongacion	30 a 32 °C

Fuente: Curso Internacional Modular del Arroz-Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). 2004

Las áreas de cultivo de arroz, por su rentabilidad, se incrementan cuando hay agua en abundancia, y se convierte en el cultivo de mayor importancia e la zona. En cambio cuando no hay agua, como era tradicionalmente, entonces el cultivo de algodón se vuelve el más importante.

EL CULTIVO DE MAÍZ

El cultivo de maíz en Piura.

También es un cultivo de importancia en la cuenca del río Piura, porque se cultiva mayoritariamente en la parte media y baja de la cuenca, pero también se siembra maíz amiláceo en la parte alta de la cuenca.

Foto1

Maíz en el Bajo Piura (Paredones)



Foto2

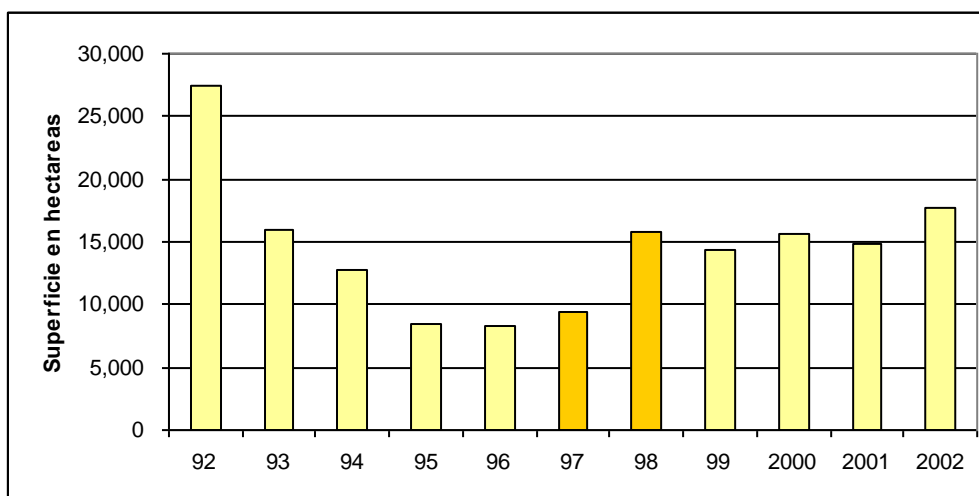
Cultivo de maíz Alto Piura – tierras de ladera
Efecto del FEN en la producción del cultivo de maíz



Con el cambio climático generado por el FEN 1998 se incrementó el área, en relación al año 1997, debido a una mayor disponibilidad de agua principalmente (grafico 8) se pudo realizar dos campañas al año; sin embargo, el rendimiento unitario por hectárea tendió a disminuir el promedio en la zona a nivel de departamento, se debe indicar que en la parte media y baja los rendimientos fueron aceptables, en cambio en la parte del Alto Piura los rendimientos fueron bajos debido a las enfermedades ocasionadas por el exceso de humedad.

Gráfico 6.

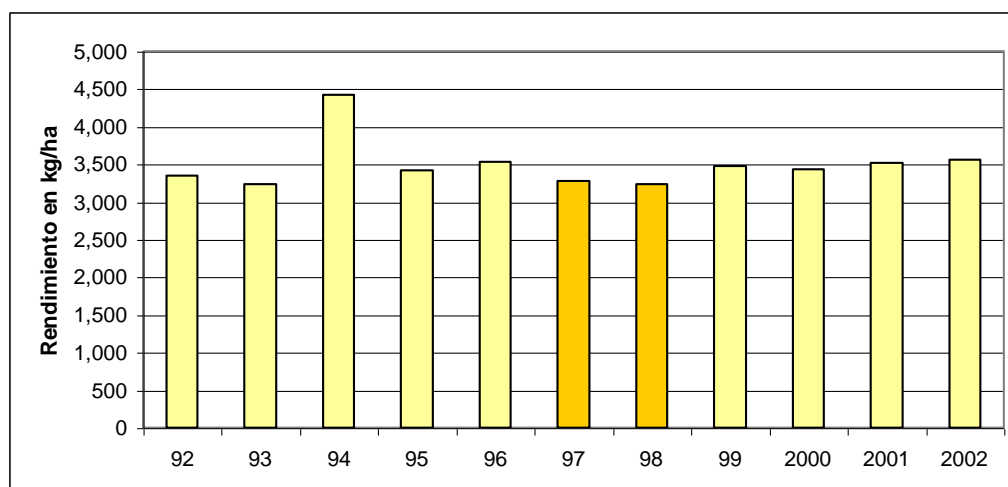
Superficie del Cultivo de Maíz Amarillo Duro en Piura



Fuente: Ministerio de Agricultura. Agencia Agraria Piura. OIA. 2003

Gráfico 7.

Rendimiento del Cultivo de Maíz Amarillo Duro en Piura



Requerimientos climáticos:

Temperatura

La temperatura del suelo debe ser mayor de 12°C al momento de la siembra para una normal germinación

La cantidad de granos fijados por el cultivo de maíz esta positivamente asociado a la radiación incidente e inversamente asociada con al temperatura alrededor de la floración.

Las tres variables climáticas que determinan el potencial de producción en el maíz son:

1. elevada radiación que posibilita alcanzar elevadas tasas de crecimiento diario,
2. temperatura diurna optima para el proceso de fotosíntesis y ,
3. temperatura nocturna que retarda el desarrollo y aumenta la cantidad de días fotosintetizantes.

En las siembras de verano, el maíz es más precoz, se logra el máximo crecimiento y la floración se alcanzan aproximadamente en dos tercios del tiempo requerido para el invierno.

Después de la madurez fisiológica, el secado de grano dependerá, principalmente de la temperatura

Lluvias intensas, suelos saturados y temperaturas altas son muy dañinos para el maíz recién plantado o que se encuentra en su primera etapa de crecimiento, debido al encostramiento del suelo, después de la lluvia, al efecto del anegamiento en el maíz y a las perdidas de nitrógeno por desnitrificación o lixiviación. En un suelo saturado sin oxigeno el maíz usualmente puede sobrevivir de 2 a 4 días. El suministro de oxigeno del suelo decae drásticamente después de 48 horas de encharcamiento. La sobrevivencia puede ser mayor en climas fríos. Las plantas no podrían soportar mas de 24 horas si las temperaturas son mayores a 25°C .si estas condiciones son menores de 48 horas los daños podrían ser despreciables. Los puntos de crecimiento de las plantas puede estar amarillos pueden recuperarse pero si los puntos de crecimiento están marrones las plantas morirán.

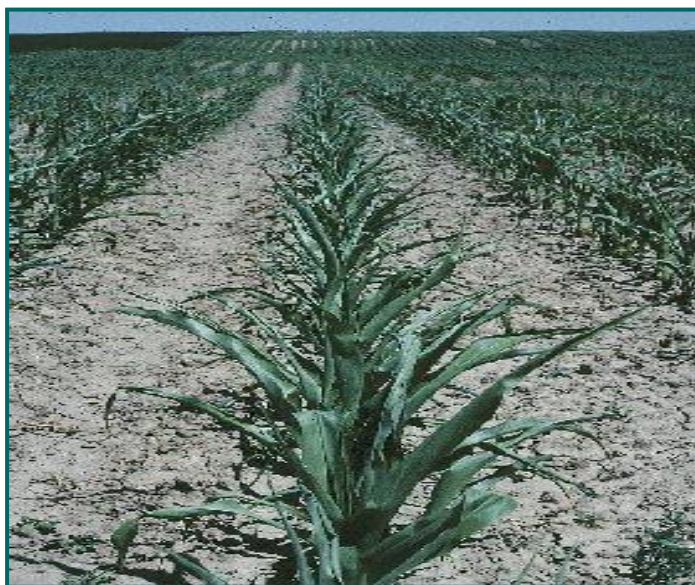
Excesivos periodos de humedad en las primeras etapas de crecimiento puede ocasionar un pobre desarrollo radicular, lo cual es perjudicial para que la planta no tolere estrés que se puedan soportar en etapas posteriores (Greg Stewart, 2004 - Corn Specialist/OMAF)

n estrés por sequía y alta temperatura durante el desprendimiento de polen (polinización) puede causar mayores perdidas en el rendimiento que en cualquier otra etapa de crecimiento, por lo contrario buenas condiciones climáticas durante esta etapa darán buenas cosechas de maíz. (Nielsen 2004)

El cultivo ha demostrado ser altamente sensible a las anomalías térmicas y a la excesiva humedad atmosférica que provocan un acortamiento del periodo vegetativo.

Foto3.

Daño por la sequía son realmente graves en el etapa de polinización y llenado de grano. (Nielsen, 2004)



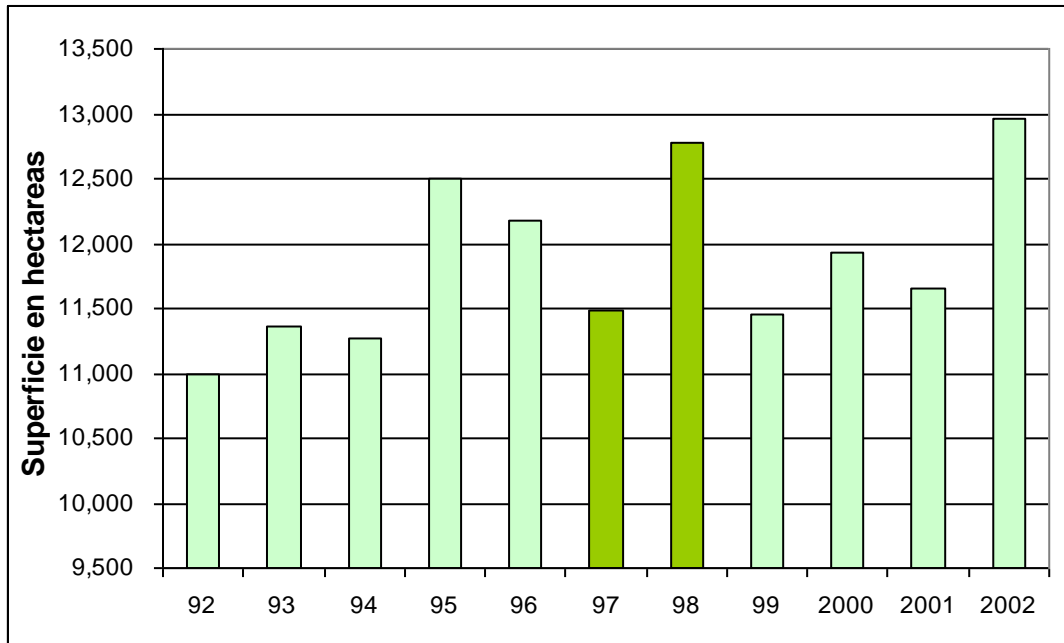
EL CULTIVO DE LIMÓN

Producción de cultivo de Limón en Piura

El valle de origen más conocido del limón es **Chulucanas**, capital de la provincia de Morropón, en las fértiles tierras del Alto Piura. Su prestigio se basa en su sabor y jugosidad. Las primeras extensiones significativas aparecen en los años sesenta y se triplicó en el año 90. Ya desde entonces la cosecha del verano –la más abundante- deprimía drásticamente los precios del cítrico a tal punto que no era negocio enviarlo a los mercados de la ciudad. Se puede sembrar y cosechar todo el año.

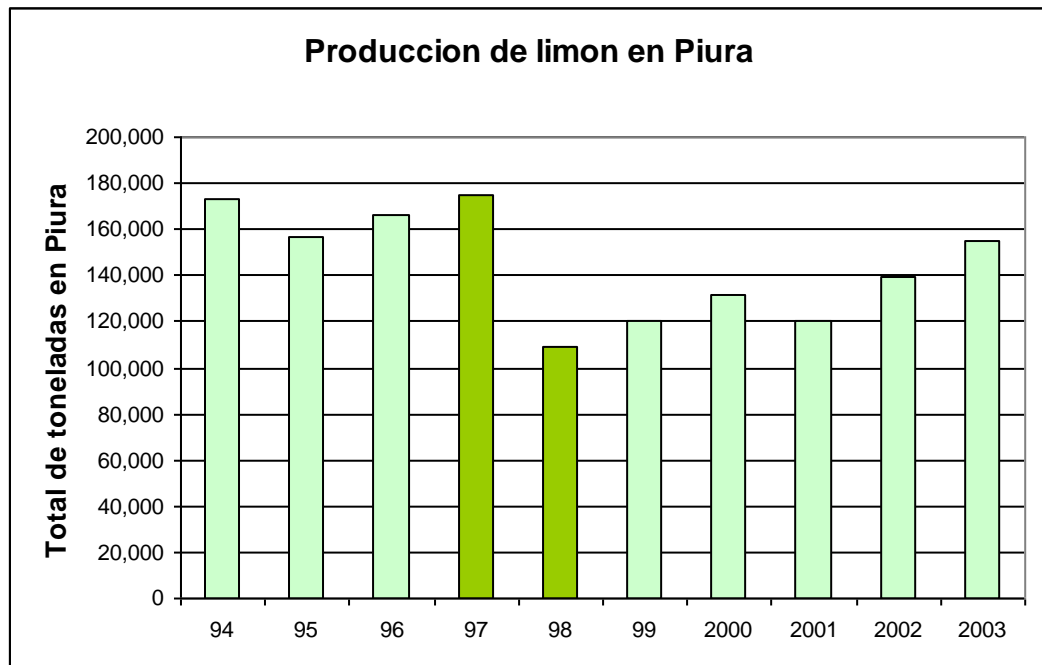
En 1994 existían 6934 unidades agropecuarias con plantaciones de limonero en el departamento de Piura. De ellas, 3020 con menos de 4,9 ha y 3 456 entre 5 y 19,9 ha (datos del III Censo Nacional Agropecuario). Un estudio reciente estima en 62 000 las unidades agrarias existentes en el departamento de Piura antes del reciente Fenómeno El Niño.

Gráfico 8.
Superficie del Cultivo de limón en Piura



Fuente: Ministerio de Agricultura. Agencia Agraria Piura. OIA. 2003

Gráfico 9.
Producción del cultivo de limon en Piura



No obstante que existen nuevas plantaciones de limón en valles de los departamentos de Amazonas, Cuzco y Lima, la predominancia de la producción norteña es grande a pesar de los daños pluviales. No obstante las vicisitudes temporales y otras más estructurales, el cultivo del limonero sigue siendo una interesante opción para gran cantidad de agricultores a los cuales provee, en condiciones normales, *da ingresos a lo largo del año* algo poco común en el agro nacional.

Efectos del fenómeno de El Niño

En meses enero, febrero y marzo del 98, se incremento los precios del "limon" debido a los daños que el Fenómeno El Niño causó a su floración (FEN 98- por las llluvias) (grafico 9).

Sin embargo debido a que este cultivo tiene varias floraciones, se pudo recuperar y contribuir a la economía de los agricultores.

Constantino Alarcón Velazco, director general de Agrometeorología del **SENAMHI**, considero que productos como el limón no necesariamente se verán afectados, por el Fenómeno del Niño ya que **pueden soportar las altas temperaturas así como las llluvias**.

En la Actualidad La Asociación de Productores de Limón de Piura iniciará el **proyecto Prolimón**, con miras a la exportación de 40 mil toneladas anuales de este producto a los Estados Unidos. El proyecto contempla capacitación en organización, producción, manipuleo y empaque de este producto cítrico. Asimismo, comprende la construcción de un centro de acopio para almacenar el limón, y la implementación de una planta de pectina, materia prima de usos industriales con demanda en el extranjero. El proyecto fue elaborado por el Instituto de Producción de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura (UNP), por encargo de la Asociación de Productores de Limón. La Asociación de Productores de Limón de los valles San Lorenzo y Tambogrande agrupa a 40 agricultores que trabajan 22 mil ha productivas.

Requerimientos climáticos del limón:

Temperatura:

- Temperatura optima: 18 - 30°C.
- Prefiere climas calidos en general
- Es sensible al frío

Precipitación:

- Se puede adaptar a condiciones de llluvias
- En caso de que no hayan precipitaciones necesita una frecuencia de Riego de 15 a 20 días
- Volumen por campaña (m3/ha)12 000 – 14 000

El clima tiene una marcada influencia sobre la calidad y tamaño de la fruta.

1. Elevada temperatura y humedad relativa aumenta el tamaño de la fruta
2. Alta temperatura da fruta más fresca y precoz.
3. Alta humedad hay frutos redondos o achatados, si bien la cáscara resulta de menor espesor, la calidad exterior de la fruta no es buena. La alta humedad favorece por otro lado la fructificación y el porcentaje del jugo de la fruta.
4. Baja humedad tendencia a dar frutos alargados y blandos
5. Bajas temperaturas acentúan la acidez
6. Vientos normalmente influyen en el aspecto exterior de la fruta y la desmerece debido a las cicatrices que causa el roce de las hojas y ramas.
7. Variación de la temperatura diurna y nocturna, cuando mayor sea la amplitud térmica (días calientes y noches frías) mas intensa será la coloración de la cáscara y la pigmentación de la pulpa y el jugo.

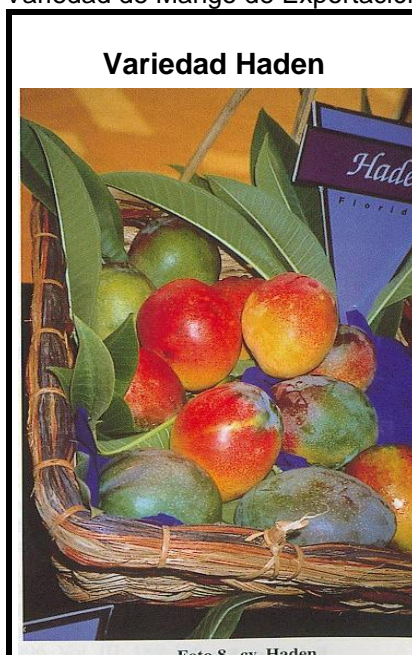
EL CULTIVO DE MANGO

La costa es la región donde esta concentrado el mayor hectareaje de mango; en la sierra, Cajamarca posee en su zona templada del valle de Jequetepeque (Zona de Tembladera, Quinden, etc.) un área importante con este frutal, mientras que en la selva las plantaciones son dispersas y su producción se comercializa localmente.

Las principales fuentes de abastecimiento que tienen los exportadores de mango están localizadas en el departamento de Piura (Irrigación San Lorenzo y Chulucanas), Lambayeque (Motupe, Olmos, Salas), Cajamarca (Jequetepeque medio, Lima (Huaraz), en los cuales se concentra el 80% de la producción nacional. (Franciosi T, 1992)

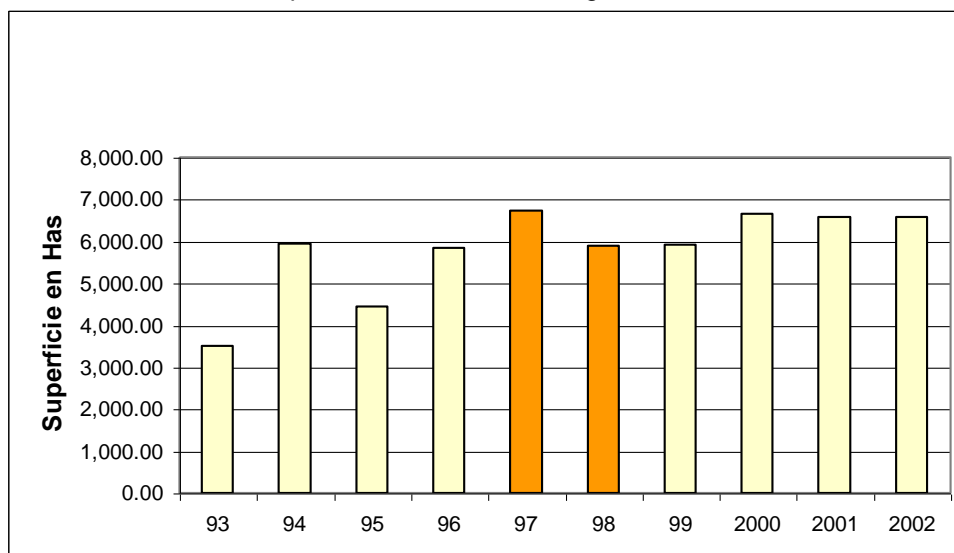
Foto 4

Variedad de Mango de Exportación



El Valle de San Lorenzo en Piura es el valle más rico de la costa peruana. Tiene más de 57 000 ha de extensión de las cuales 42 188 ha están bajo riego regulado y representan el 17% de la tierras cultivables del Departamento de Piura. Más del 40% de la producción total de limón y mango en el Perú se producen en este valle. Pero no siempre fue así. El distrito de Tambogrande se benefició con una serie de proyectos de irrigación realizados entre 1949 y 1959, valorizados en aproximadamente en US\$45,2 millones de dólares, impulsados por el Estado, el Banco Mundial y el gobierno de Estados Unidos, y que en su momento fue concebido como un proyecto piloto de desarrollo rural en América Latina. Así, el valle fue colonizado en la década de los 60 y a inicios de los 70 empezó a tomar con fuerza la actividad agropecuaria, llegando a desarrollar la agroexportación de los frutales. Sólo la exportación de mango de Tambogrande alcanza los 24 millones de dólares al año

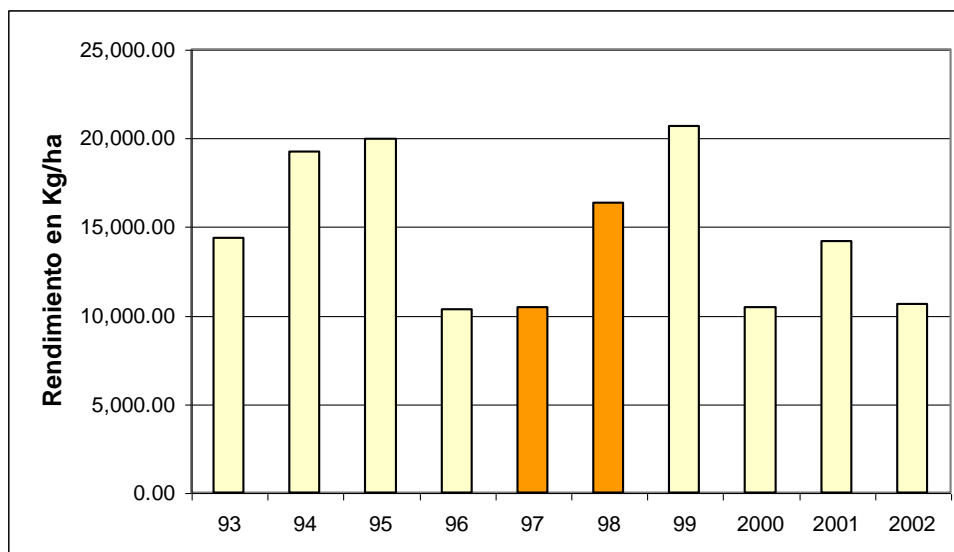
Grafico 10
Superficie cultivada de Mango en Piura



Fuente Peru Acorde 2003

Grafico 11

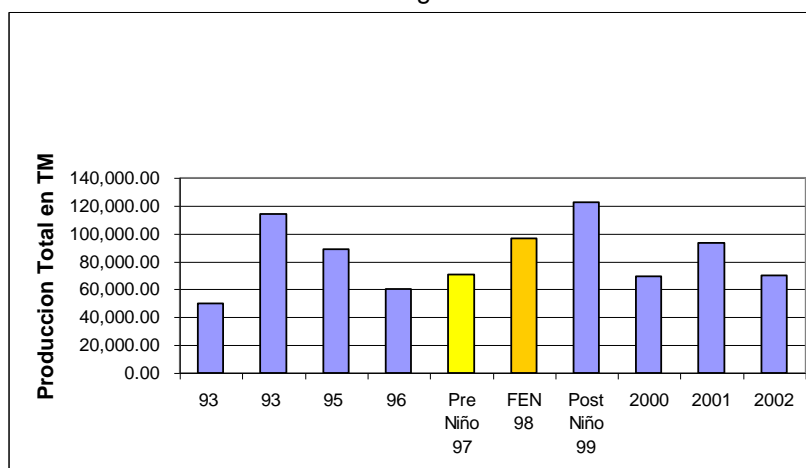
Rendimiento de mango en Piura (kilogramos/ha)



Fuente Peru Acorde 2003

Grafico 12

Produccion de Mango en Piura en TM



Fuente Peru Acorde 2003

El Efecto del Fenómeno del Niño en la producción de mango en Piura

El mango fue afectado seriamente por el FEN del 97-98 en el año 1997 (pre Niño) hubo un incremento inusual de la temperatura desde abril de Noviembre, este proceso de Tropicalización inducida por este FEN (**Tabla 5.**) afecto la floración y productividad del mango en la zona de Piura. (Fig 10 y 11 a y 12)

Esto ocasiono que en Alto Piura Chulucanas y Morropon hubieran perdidas de hasta 95%, solo algunos agricultores con un manejo adecuado perdieron hasta 70%. Sin embargo con el saldo sostuvieron sus ingresos, por los altos precios que alcanzo el mango: de 0.30 hasta 1.0 US\$/kg en el

mercado interno y en el internacional el rango fue de 1,3 a 4,5 y 5,0 US\$/kg. (AgroInforme 8 CEPES- Nov-Dic 1997)

El Mango fue uno de los cultivos más afectados, respecto a los cultivos permanentes a nivel nacional en año 1997

Tabla 5.
Anomalías en las temperaturas registradas en el fen 97–98

Año 1997										Año 1998							
Junio		Agosto		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Abril	
max	min	max	min	max	min	max	Min	max	min	max	min	max	Min	max	min	max	Min
3.5	2.8	5.5	5.0	6.4	4.6	6.1	5.4	5.4	6.1	2.6	5.4	2.2	2.7	1.4	2.7	2.8	3.0

(Estación Meteorológica de Talara)

Fuente: SENAMHI. AgroInformes CEPES. Elaboración INRENA 2004.

Cuando la temperatura es mayor de 5°C de lo normal se considera que esta ocurriendo el proceso de Tropicalización en los cultivos de mango y también de algodón, situación que se ha registrado en la cuenca del río Piura durante el año 1997.

No existen registros de estas anomalías climáticas en las zonas de producción de Mango como Tambo Grande. (No hay estación Meteorológica)

La estacionalidad de la producción

El cultivo de mango comienza a producir después del cuarto año de plantado.

En el norte la cosecha de mango es en los meses de Noviembre, diciembre, enero. En Lima Huaraz la cosecha puede ser en marzo-abril. En el Perú se pueden cosechar mangos desde la segunda quincena de noviembre hasta fines de marzo. La fruta más temprana sale de la irrigación San Lorenzo en Piura, y la más tardía en Huaraz.

Los meses más favorables para exportar mangos en el hemisferio norte son febrero y marzo.

Los productores que recurren a este mercado reciben mejores precios que aquellos que cosechan en diciembre y enero.

Requerimientos climáticos:

EL mango crece bien en climas tropicales o subtropicales, pero solo es fructífero, generalmente donde existen estaciones marcadas de lluvias y sequía. Es conveniente un periodo de sequía antes y durante la floración del mango; cuando hay demasiadas lluvias continuas y condicionadas generales

favorables para el crecimiento vegetativo a través de todo el año, se tendrá un gran desarrollo con escasa fructificación. (Seminario, 1974)

El factor temperatura y las precipitaciones pluviales son esenciales para el éxito en el cultivo de este frutal.

La temperatura:

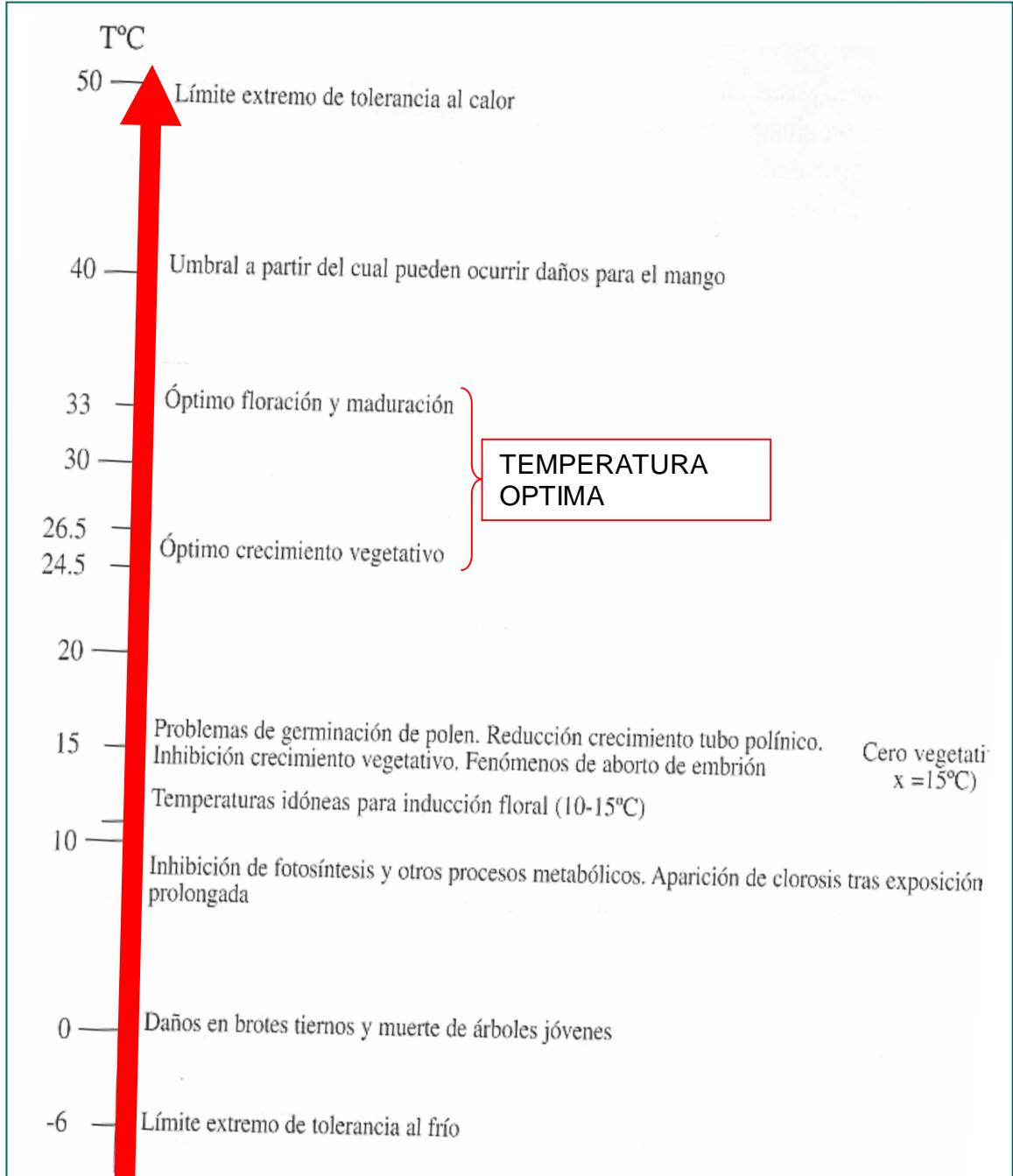
Durante la época de crecimiento el calor necesario es un factor muy importante. El rango óptimo de temperatura para el mango está considerado entre 24°C y 27°C y tiene enorme influencia en el inicio de la floración y el periodo que transcurre entre ella y la maduración de la fruta (Gráfico 13).

Las condiciones climáticas, particularmente la temperatura, determinan el tiempo de floración y la maduración del fruto

Se puede observar claramente el efecto de esta sobre plantas de mango que están floreciendo al mismo tiempo en Motupe y en la irrigación San Lorenzo (Piura); sin embargo la cosecha en este último lugar siempre resulta más adelantada, sobre todo en la variedad Haden. Por otro lado la variedad Kent florece aproximadamente en la misma época que la variedad Haden pero esta última se cosecha por lo menos treinta días antes; así mismo, la variedad Tommy Atkins con floración casi simultánea a la Haden madura 15 a 30 días después.

Las altas temperaturas ambientales no son tan dañinas como las bajas; sin embargo, cuando las primeras van acompañadas por una reducida humedad ambiental y vientos de regular intensidad, se eleva fuertemente la transpiración de la planta, con los daños consiguientes.

Grafico 13.
Efecto de la temperatura en el cultivo de mango



Precipitación

Este frutal prospera muy bien en lugares donde las estaciones de lluvia (750mm) humedad que permite el crecimiento de los árboles con poca o ninguna irrigación y una sequía muy marcado (hasta 3 meses) debe ocurrir justo antes de la floración y para el desarrollo inicial de los frutos lo cual ayuda a evitar ataques de hongos a las flores y los frutos (Goguey 1993).

Si se encuentran en zonas con alternancia de estaciones húmeda y seca, óptimas para el cultivo del mango, como sucede en Sudán, durante la estación de lluvias se desarrolla un crecimiento vegetativo, y en la estación seca la floración y fructificación.

El mango puede crecer bien en áreas con altas precipitaciones, pero su producción es escasa. La lluvia en el momento de la floración lava el polen de las flores, las cuales son también fácilmente dañadas por el exceso de humedad; los insectos polinizadores no realizan normalmente su trabajo y hacen su aparición diversas enfermedades fungosas que causan severas caídas de flores y frutos.

En las áreas costeras del país donde se cultiva mango prácticamente no hay lluvias- salvo años excepcionales- fenómeno del niño- y el agua aplicada por irrigación esta bajo el control del agricultor. Es conveniente realizar un agoste quitándole el agua a las plantas por lo menos 30 a 45 días antes del inicio de la floración para favorecer la diferenciación de las yemas florales. Esta práctica podría utilizarse para regular parcialmente el momento de la floración y en consecuencia para modificar el momento de la cosecha. Cuando el mango dispone de excesiva humedad durante todo el año se favorece el desarrollo vegetativo, en detrimento de la formación de flores.

La ausencia de lluvias durante el periodo de floración es el factor más importante para el buen éxito del cultivo de mango.

En cuanto a la nubosidad, ella afecta al cultivo interceptando la radiación del calor del suelo; cuando es excesiva ha podido observarse cierta caída de flores y frutillos. (Franciosi 1992)

La radiación solar alta favorece a la floración, la fructificación, el desarrollo y color del fruto. Una adecuada distribución de la radiación se consigue colocando los árboles a una distancia no inferior de 10 m, principalmente en suelos livianos. (Goguey 1993)

La humedad relativa del ambiente, cuando es elevada, afecta seriamente el estado sanitario de las flores favoreciendo el ataque de diversos hongos causantes de pudriciones. Muchas veces los frutillos solo muestran pequeñísimas manchas en la cáscara causadas por los hongos; sin embargo cuando el fruto comienza a crecer y llega a la madurez esas manchas se

convierten en grietas que lo cubren por completo. Se refiere a la antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporoides*.

Foto 5.

Daños de antracnosis en fruto y hojas de mango



Foto 1. Antracnosis en frutos maduros.

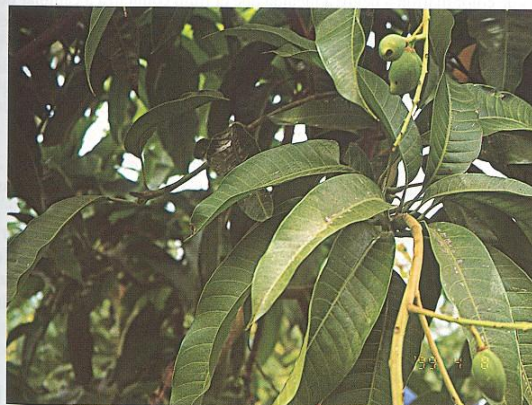


Foto 2. Antracnosis en fruto joven.

De acuerdo a Galvis y Herrera (1995), el cultivo de mango soporta humedades relativas bajas. Humedades ambientales superiores a 70% interfieren en la polinización y afectan la sanidad de las frutas.

Esporádicas lloviznas que se presentan en la época de la cosecha causan manchas en la cáscara de los frutos recolectados.

Un clima seco durante la floración y cuajado de los frutos ayuda a evitar ataques fúngicos a las flores y frutillos recién formados

En relación al viento como otro factor climático de importancia, es recomendable la utilización de barreras rompevientos en aquellos lugares donde la velocidad y frecuencia del mismo puedan causar problemas. Las casuarinas, en filas perpendiculares al viento, cada doscientos metros da excelentes resultados. El desecamiento de los estigmas, la caída de flores, la

interferencia en la acción de los insectos polinizantes, así como las magulladoras que sufren los frutos, son algunos ejemplos, de los daños que puede causar el viento.

Los vientos fuertes provocan la caída de las flores, los frutos y las ramas (Goguey 1993). Los árboles de algarrobo que rodean las plantaciones de mangos en Tambo Grande lo protegen de los vientos (Foto 6)



El mango es sensible al viento en cualquier momento de su desarrollo pero particularmente entre la floración y la recolección, siendo los daños directamente proporcionales a la intensidad de los mismos. La protección de las plantaciones con cortavientos aumenta la productividad.

Foto 6.

Arboles de algarrobo en Sector Malingas – Distrito Tambo Grande - 2005

EL CULTIVO DE PLÁTANO

El cultivo del plátano en Piura

De las áreas de interés la producción de plátano se encuentra principalmente en la zona del Alto Piura, y algunas plantaciones de la parte Baja, en la cual la superficie cosechada se vio afectada por el FEN 1997-1998, debido principalmente a pérdida de tierras ribereñas (gráficos 13 y 14) Sin embargo es importante indicar que la principal zona de producción de plátano del departamento de Piura es el valle del Chira donde incluso actualmente se encuentra en ejecución un Proyecto de Producción de Plátano orgánico.

Requerimientos Climáticos del Cultivo de Plátano

Temperatura:

Factor correlaciona con la altitud, la radiación solar y los movimientos de la atmósfera, revisten gran interés porque influye directamente sobre los procesos

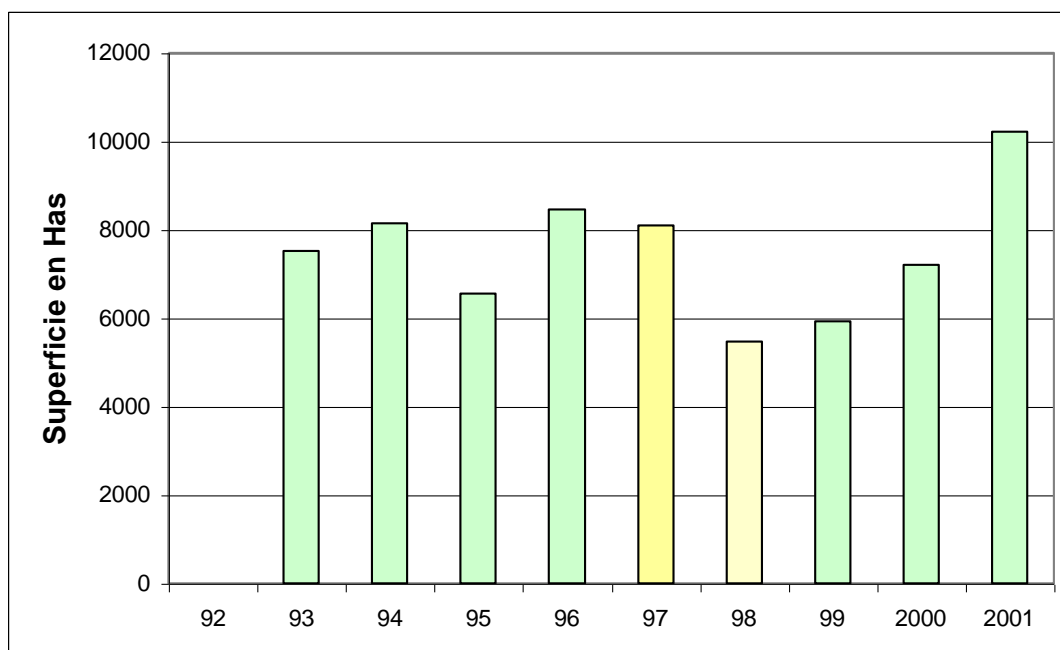
respiratorios y foto climáticos de la planta al igual sobre la duración de su ciclo vegetativo.

Los climas que observan variaciones de 18 a 29° C son los óptimos para el cultivo del plátano.

Radiación Solar:

Es fundamental para la fotosíntesis al permitir la producción y almacenamiento de carbohidratos. La luz ejerce influencia directa e indirecta sobre varios procesos de crecimiento y desarrollo de los vegetales, aumenta la susceptibilidad a enfermedades fungosas como Sigatoca negra y amarillamiento producido por el moco. En condiciones de menor intensidad lumínica no sólo prolonga su período vegetativo sino que son mas altas y desarrollan mayor área foliar.

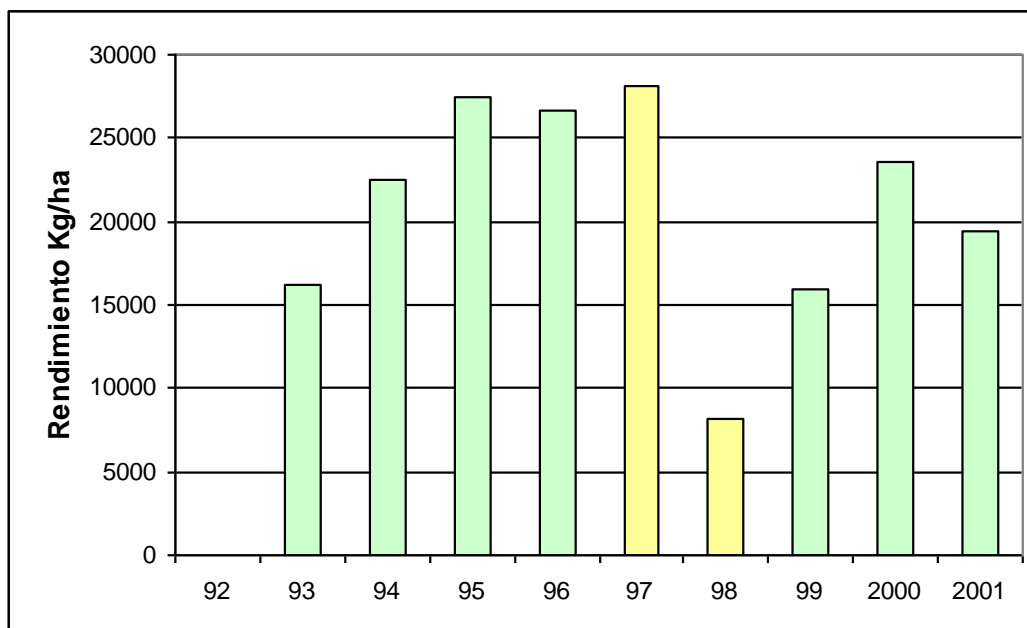
Gráfico 13.
Superficie de Cultivo de Plátano en Piura



Fuente: Centro de Información Rural. CEDIR-CIPCA.2004

Gráfico 14.

Rendimiento de plátano en Piura



Requerimientos Climáticos del Cultivo de Plátano

Temperatura

Factor correlaciona con la altitud, la radiación solar y los movimientos de la atmósfera, revisten gran interés porque influye directamente sobre los procesos respiratorios y foto climáticos de la planta al igual sobre la duración de su ciclo vegetativo.

Los climas que observan variaciones de 18 a 29°C son los óptimos para el cultivo del plátano.

Radiación Solar:

Es fundamental para la fotosíntesis al permitir la producción y almacenamiento de carbohidratos. La luz ejerce influencia directa e indirecta sobre varios procesos de crecimiento y desarrollo de los vegetales, aumenta la susceptibilidad a enfermedades fungosas como Sigatoca negra y amarillamiento producido por el moco. En condiciones de menor intensidad lumínica no sólo prolonga su período vegetativo sino que son mas altas y desarrollan mayor área foliar.

Vientos

Uno de los daños mas comunes y generalizados es el desgarre o rotura de los semi limbos y doblamiento de la hoja debido a vientos que tienen una velocidad de 28,4 Km/h a 49,7 Km/h. Con vientos de 50 hasta 117,7 Km/h puede ocurrir

doblamiento o resquebrajamiento del seudotallo. En la zona de estudio esto no es un problema porque no hay vientos fuertes.

El FEN 97-98 afectó la producción de plátano en la zona del alto Piura llegando a ser casi nula en el mes de Octubre

d. Niveles Tecnológicos en la Producción de Cultivos

La agricultura en la zona de Piura es diferenciada de acuerdo al tamaño, tipo de propiedad y destino de la producción. Los cultivos locales, de pequeños productores se caracterizan por el uso de niveles de tecnología bajos, porque no tienen recursos económicos para comprar insumos necesarios para mejorar la producción; en cambio los agricultores que tienen mayor cantidad de tierra y siembran cultivos para agroexportar si utilizan niveles altos de tecnología, como riego tecnificado, programas de manejo integrado de plagas, uso de fertilizantes, plaguicidas, hormonas.

Cuando hay eventos de cambio climático los impactos son mayores en los agricultores de bajos recursos y también ocasiona daños en las grandes plantaciones pero tratar de mitigar sus efectos utilizando reguladores de crecimiento, u otras técnicas.

En la parte baja de la cuenca se dispone de maquinaria agrícola que permite utilizar alta tecnología para la preparación de los suelos franco o franco arcillosos, aplicación de fertilizantes y plaguicidas en los cultivos anuales como algodón, maíz y arroz. En esta zona cuando la disponibilidad de agua es baja el cultivo que ocupa la mayor área es el algodón, el cual se cultiva tradicionalmente en pozas, tecnología diferente a la aplicada en otras zonas del país para el cultivo de algodón el cual se cultiva en surcos. Cuando hay disponibilidad de agua entonces el cultivo con mayor área sembrada es el arroz, y también el maíz, con los cuales se puede obtener dos cosechas al año a diferencia de la campaña de algodón que solo permite una campaña por año.

En la parte media de la cuenca existe el desarrollo de la fruticultura desde la década de los 60 con la Irrigación proporcionada por el reservorio de San Lorenzo, beneficiando principalmente a la zona de Tambo Grande en la cual estos últimos 20 años se han instalado plantaciones con mangos de exportación. En la zona de Chulucanas es el cultivo de limón el que ha alcanzado superficies importantes, pero su tecnología debe mejorarse. El cultivo de plátano es marginal como bordes de las chacras, todavía no es un cultivo importante, pero a futuro debe ser considerado.

En la parte alta de la cuenca es menor el uso de maquinaria agrícola e insumos, por la pendiente de las tierras de laderas y por ser agricultores con menos recursos para la adquisición de insumos como fertilizantes o plaguicidas.

En la tabla 6 se ha tratado de identificar los cultivos seleccionados para este estudio de acuerdo a los niveles de tecnología que utilizan en la zona. El

cultivo principal es el maíz pero cultivado en sistemas mixtos de producción como policultivos y agroforestería

Tabla N° 6

Identificación de los cultivos seleccionados de acuerdo al nivel de tecnología que utilizan

CULTIVOS	NIVEL DE TECNOLOGÍA		
	BAJO	MEDIO	ALTO
ALGODÓN		Uso de riego en pozas (sistema tradicional – cuando no había riego regulado) Quema de rastrojos	
ARROZ		Exceso de agua, mal ubicado en parte media de la cuenca que ocasiona la degradación de los suelos de la parte baja de la cuenca por salinización y mal drenaje	
MAIZ		Se podría mejorar la producción con adecuado uso de fertilización y manejo integrado de plagas	
LIMON		Se podría mejorar la producción con adecuado uso de fertilización, hormonas, riego y manejo integrado de plagas	
MANGO			El mango de exportación tiene programa de control de mosca de la fruta, en convenio con SENASA, buena difusión y aceptación de la población. Uso de riego tecnificado, fertilización, hormonas, tratamiento térmico de la fruta cosechada, etc.
PLATANO	Es un cultivo marginal pero podría convertirse en una muy buena alternativa si se organiza plantaciones de Plátano orgánico.		

Observando la tabla 6 se aprecia que los niveles altos de tecnología corresponden a cultivos de exportación y de alta rentabilidad como es el caso actualmente del mango, y posiblemente a un futuro próximo del limón, en cambio en los cultivos anuales como el algodón, arroz y maíz utilizan un nivel de tecnología medio y el nivel bajo de tecnología corresponde al cultivo del plátano por ser un cultivo que todavía en la cuenca del río Piura no se le da la importancia debida, pero que en los escenarios futuros va a ser una alternativa importante como esta demostrando la experiencia del cultivo de plátano orgánico en Chira (tabla 6).

Un nivel de tecnología alto significa un uso eficiente de los recursos suelo-agua-planta, mediante sistemas tecnificados de irrigación (goteo, gravedad),

fertilización integral y fertirrigación, manejo integrado de plagas y enfermedades, buena preparación de suelos, utilización de agroquímicos.

En los escenarios futuros el principio debe ser el uso de TECNOLOGIAS LIMPIAS – UTILIZACION DE BUENAS PRACTICAS AGRARIAS- AGRICULTURA ORGANICA, ya que contribuyen de manera importante a mitigar los daños ambientales y cambio climático, sin perjuicio de la producción ni calidad de las cosechas.

Vulnerabilidad de Cultivos al Cambio Climático

a. Determinación de los indicadores de Vulnerabilidad.

b. Criterios para la determinación de indicadores de vulnerabilidad

Las plantas son seriamente afectadas por la influencia del clima, particularmente por la temperatura, la luminosidad, humedad relativa, precipitación y vientos. Pero para entender la fisiología de las plantas en un ambiente cambiante se debe comprender que la planta posee un sistema integral de resistencia al estrés múltiple (Ensminger *et al.*, 2000).

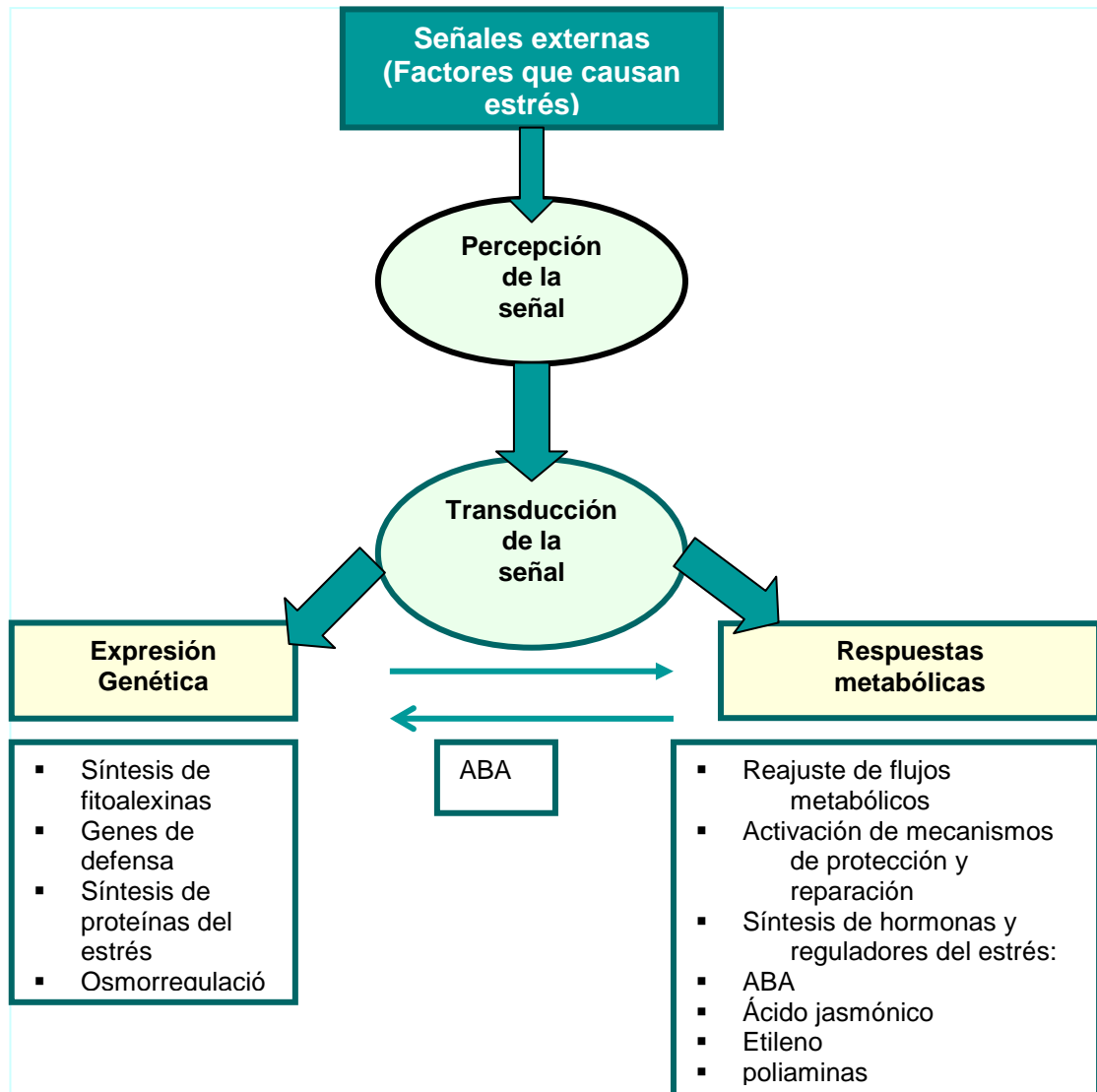
Teoría actual del estrés en las plantas: G.A.S (General Adaptation Síndrome) y co-estrés.

Se ha comprobado que en situaciones de estrés múltiple, existen tanto interacciones positivas como negativas entre los factores estresantes en cuanto a la regulación de la expresión genética. Posiblemente, durante la selección evolutiva las respuestas directas de las plantas a cada factor ambiental (p. Ej., sequía edáfica, calor, etc.) fueron reemplazados gradualmente por rutas de percepción/traducción de señales que permitieron a las plantas soportar el estrés de una manera mas barata y eficiente incrementado así su eficacia biológica (Kuiper, 1998; Leshem *et al.*, 1998).

Existen diferentes formas de percepción y traducción de señales en las plantas y en sus órganos (hojas, tallos, raíz, flores) que promueven, por una parte, respuestas metabólicas directas (p. Ej., reajuste de flujos metabólicos) y, por otra parte, la activación de la expresión genética, la formación de enzimas y la síntesis de proteínas metabolitos y hormonas del estrés. Estos últimos modifican a su vez las respuestas de las plantas bajo estrés y controlan la estabilidad del nuevo estándar fisiológico. Como se muestra en el **Gráfico 15**, también se dan interconexiones puntuales y controles entre la expresión genética por un lado y la respuesta metabólica por otro (Lichtenthaler, 1998; Arts y FIERS, 2003).

Gráfico 15.

Esquema de la percepción y transducción de la señal de estrés que conducen a respuestas metabólicas y expresión genética, así como las respuestas inducidas por el estrés en las plantas (co-estrés).



Fuente: Ecofisiología. Lichtenthaler (1998) citado por Raigosa et al. 2004

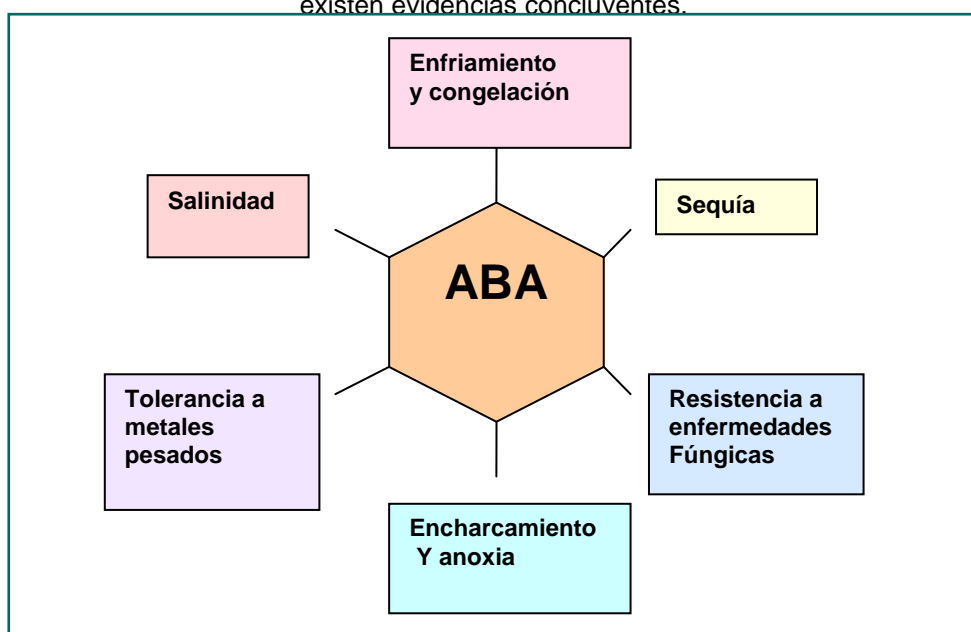
Entre los denominadores comunes del co-estrés figuran la prevención del daño oxidativo, la Osmorreulación, el ácido abscísico - regulador de crecimiento, cofactor del molibdeno – activador de las enzimas implicadas en la asimilación de nitrógeno inorgánico, la síntesis de jasmonatos (derivados del ácido linoleico, protectores de la función fotosintética, y la síntesis de proteínas del estrés como las chaperonas – reparan y activan otras proteínas, o las proteínas de choque térmico, entre otros. Los compuestos mencionados, susceptibles de modificar su concentración por efecto del estrés, se agrupan bajo el epígrafe “metabolitos del estrés”.

También son manifestaciones de co-estrés ciertas adaptaciones morfológicas generales como la pubescencia foliar y otros aspectos de la epidermis y de la cutícula, los movimientos foliares o determinadas características de enraizamiento. Todos estos factores se han visto implicados en la lucha contra diversos tipos de estrés: sequía, inundación, calor, salinidad, etc.,

La evidencia mas concluyente de la manifestación del GAS y del co-estrés en las plantas se atribuye a la fitohormona ácido abscisico (ABA). Se ha visto que la expresión de muchos genes relacionados con respuestas adaptativas al estrés puede ser inducida por la aplicación exógena de ABA. El ABA (Gráfico 16) transmite el estímulo ambiental adverso desde la zona de contacto (p. Ej., las raíces en un suelo seco) a toda la planta, e induce los mecanismos generales de aclimatación.

Gráfico 16.

Implicación del ABA en algunas manifestaciones de co-estrés para las que existen evidencias concluyentes.



Fuente: *Ecofisiología*. Prasad y Rengel (1998) citado por Raigosa et al. 2004.

Sin embargo se debe tener cuidado de no sobre interpretar el papel de esta fitohormona en la lucha contra el estrés, ya que el ABA también induce senescencia. El delicado equilibrio entre la tolerancia al estrés y el desencadenamiento de la senescencia puede desviarse hacia este último, sobre todo en la fase de agotamiento.

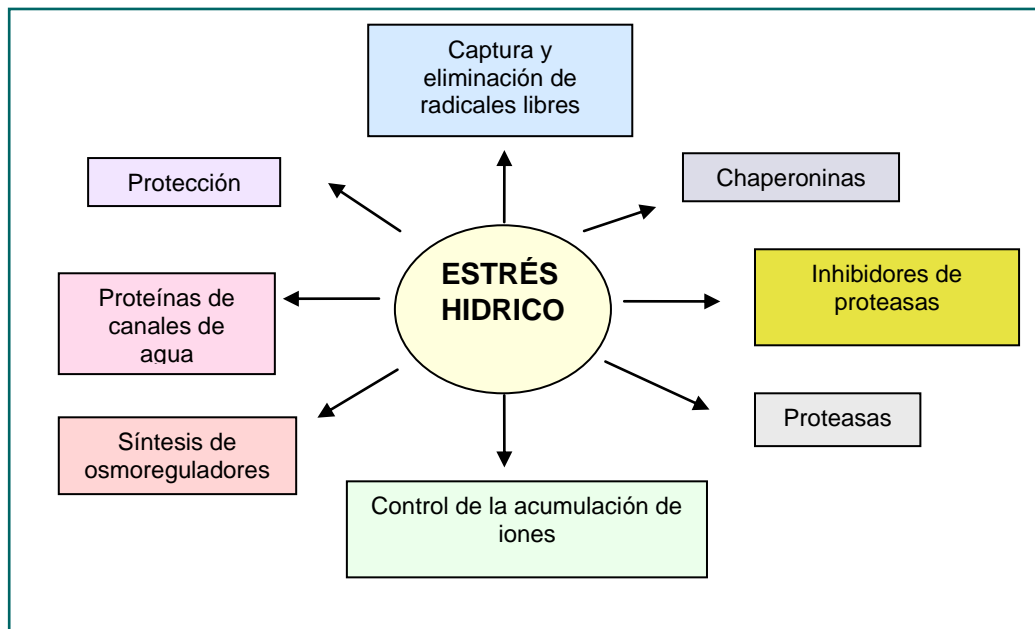
Se debe resaltar que en los ecosistemas terrestres los factores limitantes de la productividad (fotosíntesis y crecimiento) son la sequía, salinidad y temperatura. Por lo que en el siguiente punto se describirán las respuestas específicas de las plantas a dichos estreses.

Respuesta de las plantas al Estrés hídrico

Cuando las raíces de las plantas están expuestas a condiciones que reducen la absorción de agua se transfiere al tallo una señal medida por el ABA, dando como resultado el cierre estomático y restablecimiento del potencial hídrico a través de la síntesis de compuestos osmoreguladores: se produce una respuesta de resistencia celular a la deshidratación, independientemente de la naturaleza de la limitación del agua. Los productos de la expresión genética inducida durante la fase de resistencia al estrés hídrico (gráfico 17) controlan muchas de las respuestas a corto y largo plazo típicas del GAS, y otras de cada forma de estrés hídrico (Bray et al., 2000): funciones protectoras del citoplasma, de las membranas y de otras proteínas, alteraciones del potencial hídrico celular para permitir la toma de agua, ajuste estructural, control de la acumulación de iones tóxicos y la posterior regulación de la expresión genética.

Gráfico 17

Posibles funciones de los productos génicos inducidos por el estrés hídrico, que pueden actuar en el mantenimiento de la actividad celular durante los periodos de deshidratación y cuando es preciso un ajuste osmótico, Según Bray (1993).



Fuente: *Ecofisiología*. Bray (1993) citado por Raigosa et al. 2004

No se tiene certeza de que un estrés hídrico suave se pierda suficiente agua como para desencadenar funciones protectoras o de reparación, sino que mas bien parecen estar asociada a estreses hídricos de moderados a severos, como una norma general una perdida del contenido hídrico celular del 10% se corresponde con el cierre estomático y con la disminución de la expansión celular y de proteínas estructurales; la perdida del 10 al 20% conlleva cambios en la composición de los tejidos y alteraciones de la tasa fotosintética relativa y de la respiración, así como una ralentización del metabolismo general. Con una perdida por encima del 20% (Potenciales hídricos alrededor de -1,5 MPa o mas bajos), los cambios metabólicos se hacen mas patentes: se incrementa la respiración, el ABA comienza a acumularse y también la prolina libre y otros solutos. En las plantas tolerantes o capaces de

aclimatarse a la desecación se inducen los mecanismos de resistencia. En las plantas sensibles cesa la fotosíntesis, decae el transporte de iones, aumenta la actividad de enzimas hidrolíticas y se inician los procesos de senescencia.

Respuesta de las plantas al estrés por sequía

Se puede definir la sequía como la falta o insuficiencia de precipitación durante un periodo largo de tiempo, que provoque una reducción del agua disponible en el suelo y una restricción en el suministro de agua a la planta. Es decir se trata de un déficit hídrico prolongado.

- La sequía puede ser permanente y originar por tanto, condiciones de aridez
- Sequías Estacionales: como ocurre en climas con estaciones anuales secas y lluviosas, bien definidas, como el clima mediterráneo.
- Sequías impredecibles: con carácter anómalo, que puede tener lugar en cualquier clima y estación del año
- Sequía no aparente: originada por la incidencia de fuertes vientos, altas temperaturas o escasa humedad ambiental, que inducen elevadas tasas de evaporación y transpiración. Este tipo de sequía, puede ocurrir aun cuando la precipitación sea relativamente abundante.

También se menciona en ocasiones de sequía fisiológica para definir un estado hídrico duradero no provocado por la falta de agua, sino por otros factores, como la salinidad por Ej.

Por lo tanto, el estrés hídrico puede presentarse con distinta intensidad y duración. **En consecuencia las respuestas de las plantas tendrán diferente carácter y magnitud.** Así según Lambers et al (1998) distingue entre “respuesta inmediata”, “aclimatación” y “adaptación”

Respuestas inmediatas: se trata de modificaciones del funcionamiento de la planta en respuesta al estrés que ocurren en poco tiempo (de minutos a días) y que no requieren la expresión de nuevos genes, no se acompañan de cambios morfológicos. Por tanto, estas respuestas inmediatas responden a situaciones de estrés hídrico temporal, incluyendo desde el déficit hídrico de corta duración hasta las condiciones de sequía estacional o impredecible: estas respuestas son: cambios en el crecimiento de las raíces, el cierre estomático, la reducción de la expansión foliar, o la activación de mecanismos de disipación térmica en las hojas.

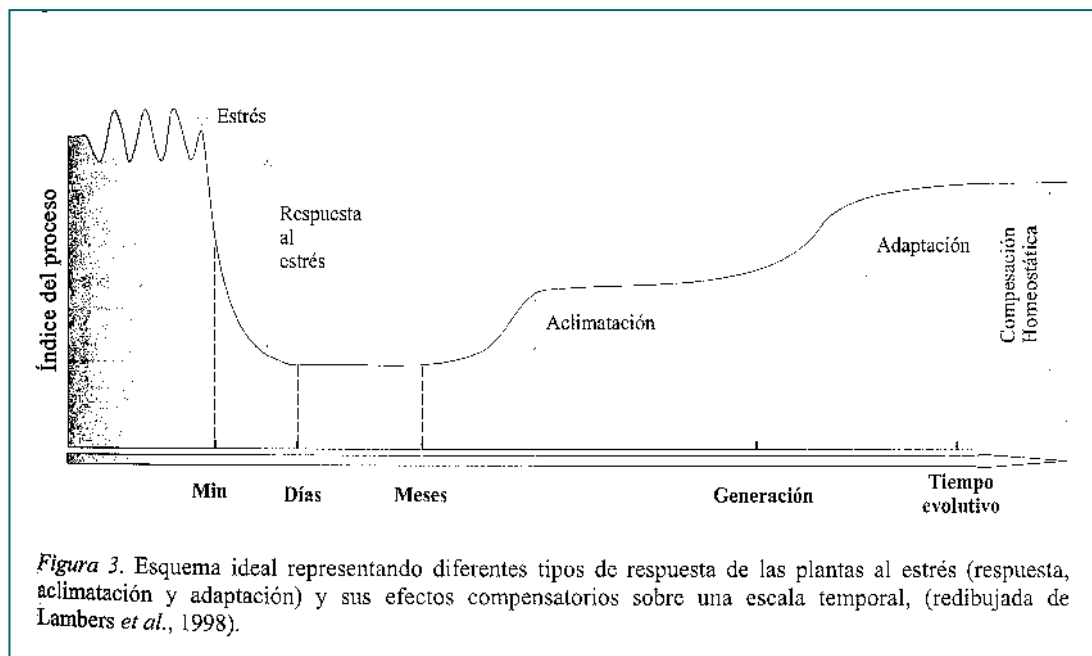
Aclimatación: El concepto de aclimatación hace referencia a respuestas al estrés que ocurren en periodos más largos de tiempo (semanas a años) y que requieren de la expresión de nuevos genes y la aparición de cambios morfológicos temporales. La aclimatación tiende a compensar parcialmente las disminuciones de la actividad fisiológica, que son consecuencias de la respuesta inmediata al y responde a situaciones de estrés hídrico que van desde la sequía estacional hasta las sequía permanente. Ejemplos de aclimatación son el ajuste osmótico, la reducción en el tamaño de las hojas, la senescencia foliar o ajustes en la proporción entre parte aérea y parte subterránea.

Adaptación: La adaptación es un concepto evolutivo que hace referencia a modificaciones genéticas y morfológicas que ocurren a una escala temporal de varias generaciones, dentro del proceso de especiación y que favorece la supervivencia y crecimiento de la especie. La adaptación responde, pues al grado promedio de aridez de la zona y de las variaciones extremas que las diferentes especies pueden tolerar. Estas adaptaciones son por tanto características constitutivas de cada especie y al igual que la aclimatación, la adaptación tiende a compensar las disminuciones de la actividad fisiológica provocadas por el estrés (**Gráfico 18**)

. Entre los ejemplos de adaptación al estrés hídrico esta el cambio de fenología de la especie, las raíces profundas, el comportamiento poiquilohídrico, la esclerofilia, o los mecanismos fotosintéticos C3 y CAM.

Gráfico 18.

Esquema Ideal representando diferentes tipos de respuesta de las plantas al estrés y sus efectos compensatorios sobre una escala temporal.



Fuente: *Ecofisiología. Lambers et al. (1998) redibujado por Raigosa et al. 2004*

Respuesta de las plantas al estrés por calor

Las plantas muestran una enorme diversidad en cuanto a sus respuestas a temperaturas extremas. La mayor parte de las plantas con importancia económica son termófilas moderadas con umbrales de daños para la temperatura alta a partir de 45°C (**Tabla 6**).

Se debe tener en cuenta también que la temperatura de la planta puede ser superior a la del aire, llegando esta diferencia hasta 15°C en el caso de las plantas suculentas en el desierto.

Las temperaturas subletales producen pérdida de viabilidad pero también disminución en la calidad y producción. El fruto de tomate se ve inhibido por temperaturas elevadas, siendo especialmente dañinas las temperaturas nocturnas

La maduración de los frutos se desequilibra en altas temperaturas, que hace disminuir los fotoasimilados y genera lesiones metabólicas. Otros problemas aparecen por alta temperatura, pueden desarrollar un estrés hídrico secundario a lo largo del tiempo. Si el estrés hídrico conduce al cierre estomático la pérdida de enfriamiento transpiratorio puede incrementar el daño por alta temperatura. El enfriamiento primario por transpiración es un medio primario de evitación de daño por alta temperatura en las plantas terrestres.

Los daños directos en las plantas se deben al daño en las proteínas, particularmente en lo relacionado con la velocidad de las reacciones enzimáticas, ya que la velocidad de las reacciones celulares se incrementa con la temperatura, pero solo hasta un punto. Este punto es la temperatura a partir de la cual la proteína pierde su funcionalidad debido a que cambia su estructura, los cambios inducidos por la temperatura se corresponden principalmente con cambios en los enlaces débiles. Algunas proteínas se desdobl原因 completamente a temperaturas elevadas, pero incluso cambios sutiles en la geometría del centro activo pueden producir cambios funcionales enormes. Episodios breves de elevación de temperatura pueden producir desnaturalización temporal de las proteínas. Una vuelta a temperaturas óptimas puede restablecer la estructura y la función usualmente con proteínas auxiliares que ayudan a alcanzar la configuración espacial correcta. Sin embargo, bajo condiciones severas, las proteínas desnaturalizadas son susceptibles de sufrir agregación irreversible, cuando varias proteínas desdobladas se aglomeran. La inactivación térmica de las enzimas puede conducir a desequilibrios metabólicos y a la pérdida de funciones vitales

El daño indirecto a altas temperaturas se caracteriza por la exposición durante días o semanas a temperaturas altas pero no extremas, y el daño se asocia habitualmente a lesiones en las rutas metabólicas. La fotosíntesis es una de las rutas más sensibles a la temperatura, especialmente el foto sistema II, la temperatura para acumular clorofila también puede verse dañada a temperaturas superiores a 35°C. A temperaturas superiores la planta sufre pérdida neta de fotoasimilados, inhibición del crecimiento y pérdida de reservas. Si continua esto podría conducir a inanición debido a la diferencia en temperatura de dos rutas complementarias, la fotosíntesis y respiración.

Las temperaturas elevadas limitan la distribución geográfica de las plantas silvestres y reducen el rendimiento de las cosechas. Los daños pueden manifestarse en pérdidas crónicas de productividad o de calidad asociadas con desequilibrios metabólicos. Frecuentemente se asocian daños agudos con cambios en la estructura y función de las membranas y proteínas. La capacidad de las plantas para aclimatarse ha proporcionado a los científicos la oportunidad de descubrir rutas de transducción de señal que conducen a cambios adaptativos en la expresión genética. En la actualidad se están desarrollando trabajos para el incremento de la resistencia al estrés por alta temperatura mediante aproximaciones que proceden de los mecanismos de adaptación y daño en las plantas. (Anderson J. 2004)

Tolerancia de las plantas al calor

La mayoría de las plantas cuando están creciendo activamente no pueden soportar durante mucho tiempo temperaturas que excedan los 40°C. Las plantas que pueden tolerar temperaturas, superiores son denominadas *termófilas* (amantes del calor) donde se incluyen los habitantes de los desiertos calurosos, los bosques tropicales y fuentes termales. Hay datos de algunas algas cianofíceas que pueden sobrevivir, e incluso crecer, a temperaturas de hasta 93-98 y algunas bacterias termófilas continúan creciendo hasta los 100°C, muriendo solo cuando el agua se convierte en vapor.

En contraste con el relativamente escaso significado del tiempo de exposición en el caso del daño por congelación el tiempo durante el cual se mantienen las plantas a una alta temperatura es de gran importancia para la supervivencia. En general la temperatura letal varía inversamente con el tiempo de exposición, y de acuerdo con LEPESCHKIN (1912)

$$T = a - b \text{ Log } Z$$

Donde T es la temperatura letal, Z es el tiempo de exposición en minutos; a y b son constantes que varían para cada especie. Los valores obtenidos con esta ecuación cuando $a = 79,8$ y $b=12,8$, concuerdan estrechamente con los valores medidos para la temperatura a la cual se produce la coagulación en las células de la hoja de *Tradescantia discolor*

La relación entre la temperatura letal y el tiempo es exponencial, por lo que la representación de Arrhenius de los logaritmos de tiempo letal y el recíproco de la temperatura absoluta debe dar líneas rectas.

Sensibilidad al efecto del calor

Tal como en la congelación, los tejidos en reposo en un estado deshidratado son mucho menos sensibles a la nocividad de las temperaturas elevadas que los vegetales en crecimiento activo

Muchos termófilos moderados e incluso mesófilos pasan los periodos más calurosos del año en forma de semillas o de órganos vegetativos en reposo como bulbos. Algunas semillas con cubiertas duras que no captan agua fácilmente pueden pasarse por la autoclave a 120°C durante 30 minutos si que se mueran, pero no aguantan mucho si se malogran las cáscaras.

Las plántulas jóvenes son muy sensibles a las altas temperaturas y es la región del tallo o hipocotilo cercano al suelo las más susceptibles. En las plantas adultas el daño térmico en la naturaleza se observa especialmente en los órganos voluminosos como los frutos carnosos, en los troncos de árboles con corteza delgada, en los que el cambium puede verse afectado por la exposición a una fuerte insolación, pero raramente en las hojas, debido presumiblemente, al efecto refrigerante de la transpiración. Se ha observado en las plantas que crecen en el desierto del Sahara que la temperatura foliar sube, por lo común a pocos grados de la temperatura letal, y algunas especies sobreviven solo si hay la suficiente agua disponible para mantener las elevadas tasas de transpiración.

Causas de daño térmico en las plantas:

Desecación:

Una temperatura elevada puede perjudicar a una planta indirectamente provocando su deshidratación. La tasa de transpiración aumenta con el aumento de temperatura debido a un efecto directo sobre el coeficiente de difusión del agua y también porque aparece un aumento del potencial del agua (presión de vapor) según el gradiente entre la planta y el aire circundante. Si la humedad relativa del aire es de 70% puede calcularse que una subida de 5°C en la temperatura foliar por encima de la atmosférica doblara la tasa de transpiración. El cierre de los estomas con el fin de conservar el agua solo puede agravar más la situación por disminuir el efecto refrigerante de la evaporación.

La mayor parte de los vegetales termófilos son xerófitos, es decir están adaptados morfológicamente y fisiológicamente para conservar el agua en tiempos de escasez. Esto se consigue mediante adaptaciones tales como cutículas impermeables, succulencia, estomas hundidos que se abren solamente durante la noche. El xerofitismo debe estar acompañado de una gran tolerancia térmica, pues con la reducción de la transpiración, la temperatura de la planta iluminada aumenta inevitablemente; la muerte por calentamiento no es menos decisiva que por desecación.

En los trópicos el problema es algo diferente pues la transpiración se ve con frecuencia limitada por la elevada humedad y por lo tanto el efecto del calentamiento por insolación es reducido. Las temperaturas son mucho más uniformes a lo largo del año y las plantas raramente sufren daños térmicos.

Efectos en el metabolismo:

Las altas temperaturas pueden causar daños en la planta por su efecto diferencial en varios procesos metabólicos. La respiración presenta un óptimo de temperatura superior a la de la fotosíntesis. Por lo que al subir la temperatura, el equilibrio entre ambos procesos se altera. La temperatura a la cual ambas se desarrollan con la misma tasa se denomina punto de compensación PC. Por encima de esta temperatura la respiración es más rápida que la fotosíntesis y las reservas alimenticias llegan a agotarse, lo que conduce a la inanición y muerte de la planta.

Los termófilos tienen un punto de compensación tan alto que la inanición probablemente no es una causa de perjuicio, incluso a temperaturas próximas a su límite, pero puede ser responsable de una disminución de la tasa de crecimiento y la muerte eventual en algunos mesófilos que crezcan inmediatamente por encima de su punto de compensación, especialmente con una baja intensidad de luz. Esto también se puede explicar porque algunas plantas son incapaces de soportar tales temperaturas durante la noche, pudiendo durante el día

La rápida respiración inducida por la temperatura alta puede especialmente durante la noche conducir a un déficit de oxígeno en el tejido y a la acumulación de los productos tóxicos de la respiración anaeróbica. Esto puede explicar el hecho de que la temperatura a la cual aparecen síntomas lesivos puede a veces aumentar o el tiempo de exposición necesario puede prolongarse, aumentando la concentración de oxígeno. En las plántulas de *Pennisetum typhoides* aparecen niveles tóxicos de amoníaco

después de exponerse a 48 oC durante 12 a 24 horas, indicando que la temperatura alta puede causar también una interrupción en el ciclo del nitrógeno.

Hay evidencia de que la capacidad de los vegetales para crecer por encima de una temperatura crítica es a veces, debido a un fallo en la síntesis de un metabolito esencial. Esta lesión bioquímica puede solucionarse proporcionando la sustancia que falta.

El efecto de la elevada temperatura como causante de una lesión bioquímica puede deberse a un aumento de la tasa de degradación o a la inhibición de la síntesis de un constituyente esencial del organismo, sea una vitamina, una enzima o un compuesto estructural. Habrá daño térmico a la temperatura a la cual la síntesis nueva de la sustancia sea insuficiente para compensar las pérdidas

Desnaturalización de las proteínas

El efecto de las altas temperaturas sobre el metabolismo solo pueden causar lesiones o muerte después de un cierto tiempo; sin embargo, a veces la temperatura alta tiene un efecto inmediato sobre el crecimiento o sobre las corrientes protoplasmáticas, por ejemplo. Tales efectos se atribuyen generalmente a una acción directa de la temperatura o de las proteínas estructurales en el citoplasma; la lesión térmica es debida a la desnaturalización proteica a una temperatura alta, seguido de la agregación: Como la fuerza de los enlaces hidrofóbicos cuya fuerza no se ve afectada por la temperatura. Los termófilos presentan una mayor de grupos hidrofóbicos que de hidrofílicos en sus proteínas y esto explica su mayor estabilidad a altas temperaturas. La lesión termina directa debe ser causada por la desnaturalización y agregación de las proteínas de membrana, lo que causa un aumento de la permeabilidad y la muerte.

Resistencia al calor:

El hecho de que la resistencia térmica varía en las plantas según la estación sugiere que puede conferirse resistencia a los mesófilos exponiéndolos a una temperatura alta.

Recientemente han aparecido una serie de datos indicando que una breve exposición a una temperatura moderadamente alta puede aumentar la resistencia térmica de una planta. Adicionalmente varias enzimas extraídas de tales plantas resistentes son significativamente más termoestables que las plantas no tratadas. Levitt cree que la termoadaptación causa un cambio conformacional en las proteínas, con una mayor proporción de enlaces hidrofóbicos y mayor termoestabilidad. (Sutcliffe, 1979)

Tabla N° 7.

Tolerancia de los cultivos al incremento de la temperatura

CULTIVO	SENSIBILIDAD A LAS TEMPERATURAS	EFEECTO DE LA EXPOSICION PROLONGADA A ALTAS TEMPERATURAS
Espárrago Zanahoria Perejil Papa Rábano Cebolla china Camote	Tolerante Tolerante Tolerante Tolerante Tolerante Tolerante	Tolerante Bajos rendimientos y desarrollo radicular reducido Tolerante Reducida formación de tubérculos Desarrollo radicular reducido Tolerante Tolerante
Soya Sorgo Frijol Caupi Yuca	Tolerante Tolerante Tolerante Tolerante	
Col china Cebolla Nabo	Tolerancia moderada Tolerancia moderada Tolerancia baja	Cabezas livianas y no compactadas Tolerancia moderada Desarrollo radicular reducido
Apio Ajo Puerro Lechuga Espinaca Arveja	Sensible Sensible Sensible Sensible Sensible Sensible	Tallos de baja calidad Cultivar solo en clima frío Cultivar solo en clima frío Cabezas livianas y pequeñas Desarrollo radicular reducido Polinización baja
Brócoli Col de bruselas Coliflor	Muy sensible Muy sensible Muy sensible	Baja calidad de las cabezas Cultivo de estación fría Cuajado muy pobre
Beterraga	Moderada	Desarrollo radicular reducido
Frijol Pimiento Pepinillo Berenjena Zapallo Melón Maíz dulce Tomate Sandia Zuchini	Cultivar solo en estación calida (primavera) Cultivar solo en estación calida Cultivar solo en estación calida Cultivar solo en estación calida Cultivar solo en estación calida Cultivar solo en estación calida Cultivar solo en estación calida Cultivar solo en estación calida Cultivar solo en estación calida Cultivar solo en estación calida	Problemas de polinización Quemadura en los frutos Carencia de polinización Quemadura en los frutos Cuajado muy pobre Quemaduras causadas por el sol Polinización baja Tolerante Quemaduras causadas por el sol Polinización baja

*Fuente: Deuter, P. 1999, citado por el Dr. Luis Valencia de PROTEC***c. Indicadores de Vulnerabilidad**

Los indicadores de vulnerabilidad de los cultivos al cambio climático se han determinado en función de su impacto en la producción de los cultivos seleccionados en la zona, en respuesta a las anomalías de las variables climáticas: Temperatura y precipitación, que se presentan particularmente cuando hay Fenómenos del Niño. Las cuales generan una serie de condiciones de estrés múltiples en las plantas, siendo los mas importantes los estrés por calor, sequía y anegamiento, que ocasionan mecanismos de respuesta y adaptación bastante diferenciados según las zonas en particular donde ocurren.

Tabla N° 8.

Unidades de sensibilidad y vulnerabilidad de los cultivos al cambio climático

CULTIVO	UNIDADES DE SENSIBILIDAD A CAMBIO CLIMÁTICO			CLASE DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO
	ESTRÉS POR CALOR	ESTRÉS POR SEQUÍA	ESTRÉS POR LLUVIAS INTENSAS	
ALGODÓN	MUY ALTA (Tropicalización)	MUY ALTA	MUY ALTA Anegamiento enfermedades	ALTA
ARROZ	MEDIA	MUY ALTA	BAJA	LEVE
MAIZ	MEDIA	MUY ALTA	ALTA Sensible Plagas Enfermedades anegamiento	MODERADA
LIMON	MEDIA Moderadamente	MUY ALTA	MEDIA	LIGERA
MANGO	MUY ALTA Sensible Tropicalización	MUY ALTA	ALTA Enfermedades	MODERADA
PLATANO	BAJA	MUY ALTA	BAJA	LIGERA

A continuación se describen las características fundamentales que corresponden a la vulnerabilidad de los cultivos al cambio climático en la cuenca del río Piura

Tabla 9.

Descripción de las unidades de vulnerabilidad de los cultivos al cambio climático en la cuenca del río piura

UNIDADES DE VULNERABILIDAD DE LOS CULTIVOS AL CAMBIO CLIMÁTICO	DESCRIPCIÓN
LEVE	Cultivos adaptados a condiciones tropicales como el ARROZ el cual toleran muy bien el exceso de lluvias y las temperaturas altas. es sensibles a la sequía, pero se puede solucionar con riego complementario, ubicando bien los escenarios apropiados para su cultivo de acuerdo a un adecuado ordenamiento del uso de la tierra En la cuenca
LIGERA	Cultivos adaptados a condiciones tropicales, que en caso de lluvias muy intensas se adapta bien porque tiene varios ciclos de floración y puede producir todo el año, dándole las condiciones de humedad apropiada. Este es el caso del cultivo del LIMÓN . Cultivos que toleran bien la alta temperatura y las lluvias pero por su ubicación en tierras ribereñas están expuestos a perderse por inundación y por la acción hidráulica de los ríos, como es el caso del PLÁTANO
MODERADA	Cultivos que son afectados por las lluvias intensas ocasionando incremento de plagas enfermedades y son sensibles a las sequías, como el caso del MAÍZ , además son susceptibles al proceso de tropicalización que afecta seriamente el proceso de floración como es el caso del MANGO .
ALTA	Cultivo muy sensible a sufrir daño por el proceso de Tropicalización, (incremento de > 5°C sobre lo normal, que afecta la floración y productividad. Además las lluvias intensas ocasionarían daños irreparables después de la floración y por la elevación del nivel freático se incrementarían las plagas y enfermedades radicales y la falta de oxígeno. Es el caso del cultivo del ALGODÓN el cual es el mas afectado cuando hay eventos de Fenómeno del Niño en la Cuenca del río Piura.

3.11.5 Plan de Manejo

a. Aspectos Metodológicos para la elaboración del Plan de Manejo

La cuenca del río Piura es vulnerable a la variabilidad del cambio climático, es afectada de manera irregular por eventos extraordinarios como el Fenómeno del Niño, que ocasionan incluso desastres debido a las inundaciones y serias pérdidas a la producción. Las predicciones a nivel global sobre cambio climático indican que este proceso (FEN) en el futuro será más recurrente. Por lo que se deberá estudiar detalladamente los conceptos necesarios para diseñar un plan de adaptación y manejo de los cultivos teniendo en cuenta: el análisis espacial y temporal de los cambios en el uso de la tierra y cobertura y el grado de participación y respuesta de la población.

Análisis de los Escenarios de cambio en el uso de la tierra y cobertura (CUT-CV)

En otros países donde hay buena planificación agraria los cambios en el uso de la tierra y cobertura han centrado su atención sobre seguridad alimentaria, ahora están trabajando sobre el ciclo del carbono y la mayoría no tratan explícitamente cuestiones de cambio climático.

En este estudio, el uso de la tierra comprende varios procesos que son fundamentales para la estimación del cambio climático y sus impactos:

- El primer lugar el cambio en el uso de la tierra y cobertura (CUT CV), estudio histórico de su variación temporal frente a eventos extraordinarios como los Fenómenos del Niño, influyen en los flujos de carbono y las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) que alteran directamente la composición atmosférica.
- Segundo, el CUT-CV modifica las características de la superficie terrestre, e indirectamente y los procesos climáticos-hidrológicos.
- Tercero. La modificación y conversión de la cobertura vegetal puede alterar las propiedades de los ecosistemas y su vulnerabilidad al cambio climático

Se requiere definir las pautas actuales e históricas del uso de la tierra y cobertura vegetal, así como la estimación de escenarios futuros. Los modelos de “evaluación integrada” mediante sistemas de información geográfico, son actualmente los instrumentos más adecuados para elaborar escenarios CUT-CV.

La zonificación agroecológica de los cultivos para la ocupación adecuada del territorio es un criterio teórico apropiado pero que hasta ahora en el Perú no ha sido aplicado.

La participación de la población:

Por estas razones, se está ejecutando este estudio- como base de referencia, con el fin de evitar posibles efectos más severos en un futuro, considerando fundamentalmente el apoyo por parte de la población en el ámbito local y con la ayuda de programas de mitigación, tales como:

- Análisis de los escenarios de cambio climático elaborados por el SENAMHI

- Análisis de las condiciones sociales-económicas relacionadas con la vulnerabilidad al cambio climático (prevención de desastres) (ITDG)
- Modificación en la actitud pública y medidas de planificación, para llevar a cabo las acciones frente al cambio climático.
- Concientizar e implementar el conocimiento sobre los problemas del Cambio Climático.
- Reforzar las prácticas positivas para limitar el Cambio Climático.

- Fomentar la participación general de toda la población de la parte baja, media y alta de la cuenca en la búsqueda de soluciones y mecanismos de control o prevención tales como:
 - a. Reforestación: Se debe aumentar y reducir los niveles de deforestación a fin de asegurar la suficiente masa boscosa que consuma parte del CO₂ excesivo.
 - b. Empleo de fuentes alternas de energía: Tales como energía solar e hidroeléctrica en sustitución de los combustibles fósiles, así como la quema de leña y madera.
 - c. Reducir el uso de combustibles fósiles en los vehículos sustituyéndolos por otros de origen vegetal como el metanol. De este modo se reducirá el volumen de CO₂ que se libera a la atmósfera.
 - d. Evitar la ocurrencia de incendios forestales, lo que evitará al mismo tiempo dos efectos: las emisiones de CO₂ por la combustión, así como la reducción de la masa boscosa que consume el CO₂ mediante la fotosíntesis.
 - e. Disminuir la quema de residuos del rastrojo del cultivo del algodón en coordinación con SENASA, quienes por fines sanitarios han dispuesto su quema.

*EL PNUMA, la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el Consejo Internacional de Uniones Científicas y otras organizaciones internacionales trabajan fuertemente para que se apliquen soluciones eficaces y rápidas. Sin embargo, mejor solución sigue siendo “ **el cambio de actitud: un mayor aprecio por el valor real de los recursos del planeta**”, aún cuando el costo de la implementación de estos cambios sea alto y difícil, pero más costoso será para la humanidad no acogerlos*

Descripción del plan de manejo y alternativas de producción en cultivos con diferentes niveles de vulnerabilidad.

■ Plan de Manejo en Unidades de Cultivo con VULNERABILIDAD MUY ALTA: ALGODON

En relación al suelo, se deben tener en cuenta para la selección y manejo de los suelos algodoneiros las propiedades físicas primarias como textura, estructura y densificación, ya que tienen relación directa con las propiedades secundarias como el drenaje, la capacidad de retención de agua, aireación, densidad aparente y resistencia a la penetración de las raíces. Se deberían tomar en cuenta para plantear el mejoramiento del sistema de riego tecnificado por gravedad, como alternativa al tradicional e inadecuado sistema de riego en pozas.

Para la relación suelo-agua-planta-ambiente, se deben considerar indicadores como: porosidad total en los 30 cm. arriba del perfil del suelo, que disminuye el crecimiento del algodón, cuando ésta es inferior al 35%, tiene que haber una densidad aparente menor a $1,5 \text{ g/cm}^3$ porque afecta considerablemente el desarrollo de la planta, tomar cuidado entre el equilibrio del suelo y la aireación, cuya alteración, genera proceso de "stress" que incide en la retención de estructuras fructíferas.

El cultivo de algodón es el único cultivo que en el Perú se encuentra reglamentado de acuerdo a resolución Ministerial No 0251-94-AG (27/05/94) con la finalidad de proteger el cultivo de las siguientes plagas Picudo peruano (vestitas Bohn), gusano rosado de la India (*Pectinophora gossypiellaa Saunders*, arrebiatado (*Dysdercus peruvianus Guerin*) y gorgojo de la chupadera (*Eutinobothrus gossipii* Pierce) y otros que constituyen un riesgo para el cuidado sanitario del algodón a nivel nacional.

El texto único ordenado del reglamento del cultivo del algodnero para los valles de la costa peruana, consta de 31 artículos, seis disposiciones complementarias y una disposición transitoria a ejecutar a partir de la campaña agrícola 1994-1995. Encargar la organización y ejecución de la campaña fitosanitaria a las Agencias y Direcciones Regionales y Subregionales de agricultura, con la participación directa de los representantes de las Organizaciones de Productores algodneros de la Junta de Usuarios de Riego y de la Fundación para el Desarrollo Algodonero (FUNDEAL) en cada valle de la costa peruana, bajo la supervisión de la Dirección General de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)

Esta reglamentación se inicio en 1945 y a partir de esa fecha se ha ejecutado, desde esa fecha se ha venido actualizando y renovando dicho reglamento.

Este reglamento dispone que el rastrojo del algodón debe quemarse para proteger la sanidad del cultivo, sin embargo esta practica ocasiona serios problemas: En un estimado que se ha realizado en Piura hace algunos años, calcularon que luego de cada campaña de algodón (40 000 ha) se quemaba alrededor de medio millón de TM de biomasa (sólo rastrojos de algodón) lo que equivale a 500 TM de nitrógeno (más de 1 000 TM de urea). Pineda, 1999.

Para evitar la tropicalización del cultivo o disminuir sus efectos se recomienda disminuir las dosis de fertilización nitrogenada (menos de 100 Kg de N/ha) y utilizar compuestos hormonales que contribuyan a regular el estado de floración

El material genettico (El algodón Hazera):

El algodón Pima Hazera, de procedencia israeli fue introducido en el Perú en la campaña 97-98 (Fenómeno del Niño) ha demostrado buena adaptación a las diferentes regiones del Perú. Experimentos hechos en Piura han dado buenos rendimientos incluso superiores al pima tradicional, pero las comisiones ad-hoc impiden que se desarrollen otras variedades y que el agricultor tenga otras alternativas. La principal ventaja de este tipo de algodón es que en solo 5,5 o 6 meses se completa el ciclo del cultivo. Este algodón es de corto periodo vegetativo. Su fibra es extralarga, pues su longitud sobrepasa los 35 mm y tiene un micronaire muy parejo, que esta por los 3,8 umica/pul. Esto permite a ls hilanderias contar con un excelente algodón, para atender ciertos nichos de mercado en el exterior y diferenciarse de la competencia, que cada vez es mayor.

El área de mayor siembra con algodón pima Hazera es Lambayeque en la cual en la campaña anterior se alcanzó una área de siembra de 5000 ha.

El gobierno deberá crear las condiciones necesarias para que se pueda competir en igualdad de condiciones con los agricultores de Estados Unidos, que son los principales exportadores de algodón pima en el mundo.

Fechas de siembra

Todas las variedades tradicionales se comportan mejor en año seco. Agrupando los años muy malos, años malos, los regulares, los buenos y los años muy buenos, de acuerdo a los niveles de productividad y de producción que se han obtenido se ha llegado a la conclusión de que 100 años que se siembra algodón, 70 son lluviosos, entonces 70 años que están expuestos a sacar producciones malas o muy malas o regulares y se tiene solamente el 30% de posibilidades de salir bien o muy bien. Se plantea entonces sacar el cultivo del algodón de las fechas tradicionales y sembrarlo a partir de la quincena de abril y cosechar a fin de año, entre noviembre y diciembre, para terminar a mediados de enero y los resultados son muy buenos.

FUNDEAL – ZONAL PIURA (2005) ha probado por tres años consecutivos con buenos resultados incluso los resultados son mejores después de un año lluvioso

■ Plan de Manejo en Unidades de Cultivo con VULNERABILIDAD ALTA : MANGO Y MAÍZ

a.- Cultivo de Mango.

El nivel de tecnología particularmente en el cultivo del mango es alto. Los agricultores tienen un programa de control de la mosca de la fruta en coordinación con el SENASA, el cual en la visita de campo se verificó que está completamente operativo e incluso tiene difusión amplia a toda la población a través de afiches.

Las plantaciones visitadas tienen riego tecnificado y la aplicación de fertilizantes mediante el sistema de fertirrigación (junto con el agua de riego). Cuando hayan eventos del FEN se deberá replantear la fórmula de abonamiento considerando que debe disminuirse el requerimiento normal de nitrógeno, y se considere como paliación complementaria el uso de reguladores de crecimiento para tratar de lograr una adecuada floración. La cual es seriamente afectada cuando ocurre el proceso de Tropicalización.

Según información del taller participativo indican que utilizan hormonas para regular la floración de acuerdo a las variaciones climáticas en la zona.

En el caso del cultivo de Limón todavía no se alcanzan los niveles de tecnología adecuados, debido a su mayor rusticidad.

b.- Maíz

El principal problema del cultivo de maíz en la parte baja de la cuenca es que la elevación de la temperatura y las lluvias o la sequía se presente durante la polinización, esto ocasionaría una gran reducción en el rendimiento.

Como esta situación se puede evadir escogiendo adecuadamente el calendario de siembra cuando hay anomalías ocasionadas por el FEN de tal manera que con un buen control de plagas y enfermedades se pueda obtener buenas cosechas, como se ha podido observar en los registros históricos de producción en la zona.

En la parte alta de la cuenca el problema de vulnerabilidad al cambio climático es mayor debido al incremento de otras variables climáticas que actúan de manera desfavorable como es el caso de la alta humedad relativa y de los vientos fuertes. Esto condiciona el incremento serio de enfermedades y de caída de plantas. Por lo cual se debería planificar muy cuidadosamente la siembra de variedades locales y la fecha de siembra.

Raul Chau, gerente general de la Asociación de Promoción Agraria (ASPA) considera que en los departamentos del norte se debe promover mayores siembras de maíz amarillo duro y menestras, particularmente cuando haya FEN.

■ **Plan de Manejo en Unidades de Cultivo con VULNERABILIDAD MEDIA: PLATANO**

El cultivo de plátano esta muy bien adaptado a condiciones de alta temperatura y humedad, siendo muy sensible a la sequía, situación que se minimiza sembrándolo junto a los canales de regadío o zonas ribereñas, motivo por el cual esta también expuesta a sufrir daños por las inundaciones.

Los daños por vientos que se reportan en otros escenarios no se dan acá en la zona debido a que las velocidades de los vientos son pequeñas

Los mayores riesgos de daños en el cultivo del plátano por el cambio climático son los riesgos a la sequía.

■ **Plan de Manejo en Unidades de Cultivo con VULNERABILIDAD BAJA: ARROZ**

En este cultivo se obtuvo una sobreproducción durante el FEN-97-98

Por su alto requerimiento de humedad y tolerar las altas temperaturas del aire y del agua, por cultivarse en pozas, no fue afectado mayormente en su rendimiento, situación que favoreció el incremento de las áreas de siembra en el Bajo Piura.

En los escenarios futuros este cultivo no debería ser sembrado en la parte media y alta de la cuenca debido a que por su sistema de producción en pozas, genera lixiviación de sales a la parte baja de la cuenca, degradando los suelos por salinización y mal drenaje.

En el alto Piura es posible hacer almácigos en enero para transplantar en febrero, en cambio en el Bajo Piura por ser tierras fácilmente inundables e inicio de lluvias. La campaña podría iniciarse en marzo. (CEPES 1998)

3.12 INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

3.12.1 Generalidades

La agricultura es la principal actividad económica en el departamento de Piura. Esta actividad se desarrolla en el 22% de su territorio calificado como superficie agrícola, el mismo que es utilizado en un 27,6% por agricultura en secano y el 72,4% restante bajo riego. **La superficie bajo riego** en los distritos de riego de interés para el presente estudio son: Medio y Bajo Piura y Sechura y el Alto Piura cuyas extensiones son de 37 437 ha y 29 208 ha respectivamente.

La superficie correspondiente al distrito de riego Medio y Bajo Piura y Sechura presentan riego regulado a través del reservorio e infraestructura de riego del sistema Chira – Piura y la superficie del distrito de riego Alto Piura presentan riego no regulado, es decir esta sujeto a la eventualidad de los caudales que se presenten en el río Piura a lo largo del año.

El crecimiento económico de esta actividad esta basado en sus niveles de producción los cuales dependen principalmente de las condiciones favorables de clima, suelo y agua. Al respecto, en la cuenca del río Piura se presentan con regularidad dos eventos opuestos y extremos que son la sequía y el Fenómeno El Niño. El primero de duración más prolongada y recuperación muy lenta y el segundo de presencia violenta y destructiva pero con secuelas favorables para el sector agricultura. Tenemos como ejemplo lo ocurrido en el año 1999 donde esta actividad tuvo un crecimiento del 24,5%, resultado obtenido básicamente por las condiciones favorables en el entorno ambiental de dicho año, respecto de la presencia del Fenómeno El Niño, en el año 1998. Tal es el caso del arroz en cáscara que tuvo un rendimiento promedio récord de 5100 kg/ha, el algodón en rama 2400 Kg/ha, maíz amarillo 3700 Kg/ha, plátano 20450 Kg/ha y el mango 26 000 Kg/ha.

Como puede observarse la presencia del fenómeno El Niño no es totalmente desfavorable, lo que sucede es que no tomamos las medidas necesarias para minimizar sus efectos. En tal sentido, el presente estudio tendrá *como objetivo identificar a los indicadores de vulnerabilidad en la Infraestructura de Riego y Drenaje y luego categorizar su riesgo como leve, ligero, moderado y alto. Finalmente, se propondrá un Plan de Manejo para cada categoría de riesgo*

3.12.2 Antecedentes

El Fenómeno El Niño, es el factor principal causante de los mayores daños presentados en la cuenca del río Piura a lo largo de su historia, asociado al grado alto de vulnerabilidad de la infraestructura existente, producen cuantiosos daños y suceden en forma permanente y con diferente intensidad; han existido algunos períodos en que estas intensidades han resultado inusualmente altas, produciendo verdaderas catástrofes. Las infraestructuras involucradas en el proceso productivo de la zona y que se hallan expuestas a los efectos de las inundaciones son:

- La infraestructura de riego y drenaje
- La infraestructura vial
- Las áreas de riego
- Las zonas pobladas

Las áreas localizadas en las partes bajas de la cuenca de los ríos Chira y Piura, con topografía casi plana, tienen gran importancia desde el punto de vista agrícola, y constituye la principal zona afectada por las descargas de dichos ríos, ya que en épocas de avenidas, las aguas desbordan su cauce normal inundando las áreas de cultivo, originando pérdidas a los agricultores y considerables daños en la infraestructura de riego y drenaje; asimismo, origina daños en los diversos sectores, como: Transporte, Vivienda, Pesquería, etc.

En el Cuadro N° 1 se presenta en líneas generales la problemática ambiental que generan las inundaciones en la cuenca de Chira – Piura.

Cuadro N° 1-a:

Efectos ambientales producidos por las inundaciones en la Cuenca Chira - Piura

FACTORES	EFFECTOS AMBIENTALES
SUELO	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erosión y pérdida de suelo Agrícola <i>generado por los procesos de inundación.</i> ■ Sedimentación por deposición de sedimentos en el área agrícola. ■ Cambios en la forma del relieve ■ Los procesos de inundación – sedimentación generan constantemente la modificación del relieve del lecho del río y las áreas agrícolas próximas a él. ■ Modificación de las Características físicas ■ Deposición de sedimentos debido a inundaciones ■ Contaminación del suelo ■ Actualmente el vertido de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), es una acción permanente que contamina tramos importantes del cauce del río Chira.
AGUA	<ul style="list-style-type: none"> ■ Incremento de recarga al acuífero. ■ Por inundaciones del área agrícola. ■ Modificación de escorrentía superficial ■ Obstrucciones como estructuras de captación y otras presentes en los ríos Chira y Piura, permite la variación y/o modificación de la escorrentía superficial. ■ Insuficiente capacidad del cauce, a la salida al mar, en avenidas de grandes caudales

Cuadro N° 1-b:

FACTORES	EFFECTOS AMBIENTALES
PROCESOS	<ul style="list-style-type: none"> ■ Control de Avenidas ■ Infraestructura construida por emergencia es destruida rápidamente. ■ Erosión de Cauce del río y Quebradas ■ Elevados caudales en tramos de fuerte pendiente en el río. ■ Diques de encauzamiento construidos por emergencia son fácilmente erosionables. ■ Quebradas que descargan a los ríos Chira y Piura presentan fuerte pendiente y por tanto velocidades erosivas.

	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sedimentación en el cauce del río y terrenos agrícolas ■ Al producirse inundaciones, disminuye velocidad y causa sedimentación sobre áreas cultivables. ■ Sedimentación en cauce del río disminuye cada vez su capacidad de transporte
FLORA	<ul style="list-style-type: none"> ■ Disminución de biomasa ■ Las inundaciones son causas de eliminación de la cobertura vegetal y por tanto disminuyen la biomasa. ■ Alteración en la Distribución de Especies ■ La inundación impacta directamente en la distribución de las especies de flora silvestre. ■ Pérdida de hábitat ■ Las inundaciones generan la pérdida de hábitat de las especies de flora silvestre.

Efectos ambientales producidos por las inundaciones en la cuenca Chira - Piura

FAUNA	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modificación de la Distribución de Especies. ■ Las especies de fauna silvestre, a través del tiempo se ven impactadas, por el desequilibrio en la interrelación especie-hábitat. ■ Pérdida de hábitat. ■ Las inundaciones generan la pérdida de cobertura vegetal y por ende la pérdida de hábitat de fauna silvestre.
-------	---

Cuadro N° 1-c:

Efectos ambientales producidos por las inundaciones en la Cuenca Chira - Piura

FACTORES	EFECTOS AMBIENTALES
INFRAESTRUCTURA	<ul style="list-style-type: none"> ■ Afectación a la infraestructura urbana y rural: ■ Las inundaciones a través del tiempo ocasionan daños a la infraestructura, entre ellas: <ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda. ● Rotura de Redes de Agua y Desagüe. ● Afectación del Sistema Vial. ● Destrucción del Sistema de Riego.
USO DEL TERRITORIO	<ul style="list-style-type: none"> ■ Impactos a la Agricultura. ■ Pérdida de cultivos por inundaciones. ■ Impactos por deposición de sedimentos en áreas potencialmente agrícolas. ■ Cambio de Uso de Suelo. ■ Existen áreas que no se cultivan.
ASPECTOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> ■ Afectación de Calidad de Vida. <ul style="list-style-type: none"> ● Por efecto de las inundaciones. ● Por deposición inadecuada de residuos sólidos. ● Modificación de las condiciones de habitabilidad. ■ Generación de Molestias. <ul style="list-style-type: none"> ● Inundación de viviendas y daños a los enseres. ● Interrupción de caminos por inundaciones. ● Por vertimiento de residuos sólidos en cauce y taludes del río. ■ Falta de Seguridad Funcional. <ul style="list-style-type: none"> ● Por destrucción de infraestructura provisional de protección contra inundaciones. ■ Inseguridad en riego de áreas agrícolas por problemas de captación de agua y excesiva sedimentación en cauce. ■ Destrucción de infraestructura a nivel parcelario. <ul style="list-style-type: none"> ● Los ríos disminuyen año tras año su capacidad de conducción, de tal forma que inundan áreas agrícolas y poblaciones con menor caudal de agua en el río. ● Inseguridad e incertidumbre y preocupación en la población, sobretodo los agricultores.

Cuadro N° 1-d:

Efectos ambientales producidos por las inundaciones en la Cuenca Chira - Piura

SALUD	<ul style="list-style-type: none"> ■ Deterioro de la Salud. ■ Incremento de enfermedades respiratorias. ■ Incremento de enfermedades infectocontagiosas. ■ Presencia de vectores de enfermedades.
SOCIOECONOMIA	<ul style="list-style-type: none"> ■ Disminución de la Producción Agrícola. Por inundaciones en áreas de cultivo agrícola. ■ Generación de Empleo Temporal. ■ En reconstrucción de la infraestructura. ■ Incremento del Gasto. ■ En atenciones de emergencias por inundaciones. ■ Reconstrucción de infraestructura por emergencia no está planificada. ■ Migración temporal del campo a la ciudad. ■ Incremento de la Pobreza. ■ Incremento de la morosidad de los pobladores. ■ Cambio del Valor del Suelo. ■ Disminución del valor de suelo, por riesgo de inundaciones. ■ Pérdidas económicas. ■ Por destrucción de infraestructura. ■ Por afectación de áreas cultivadas

Por efectos de las lluvias intensas que ocurren en época del Fenómeno El Niño se presentan deslizamientos de arena y lodo por el cauce de las quebradas que atraviesan todo el valle y, en los centros poblados causan, en su desplazamiento, la destrucción de precarias viviendas. Estos huaycos también afectan el sistema vial e inclusive la carretera Panamericana, que al interferir con el desplazamiento de las masas de lodos (por obstrucción), desvían el flujo, afectando viviendas, terrenos de cultivo, infraestructura de riego y todo tipo de infraestructura que interrumpe su paso.

En la cuenca, no existe un plan de protección contra el peligro de estos eventos, que cada vez presentan con mayor frecuencia, debido a la ocurrencia del Fenómeno El Niño en el área.

Los impactos que generan se dan principalmente sobre el medio socio económico pues se crea incertidumbre en la utilización de la infraestructura (canales, bocatoma, etc.), y gasto para poner en condiciones operativas la infraestructura afectada.

3.12.3 Objetivos

Elaborar el diagnóstico sobre la Vulnerabilidad Físico Natural de la Infraestructura de Riego y Drenaje de las áreas de interés ubicadas en la Cuenca del Río Piura, con la finalidad de proponer obras y actividades necesarias para su

seguridad, lográndose de esta manera garantizar las grandes inversiones que realiza el estado en beneficio del desarrollo de la agricultura.

En base a las observaciones realizadas, conclusiones y recomendaciones al respecto expuestas en los diferentes estudios realizados en la cuenca y por versiones tomadas de los pobladores del área de interés y profesionales que evaluaron en su oportunidad las causas y daños provocados por el fenómeno El Niño, se establecerán niveles de riesgo para cada una de las zonas vulnerables y finalmente proponer Planes de Manejo en cada una de las áreas vulnerables identificadas.

3.12.4 Información Existente

Hidrografía

La cuenca del río Piura está situada geográficamente entre los paralelos 4°42' y 5°45' de Latitud Sur y los meridianos 79°29' y 81° de Longitud Oeste. Tiene un área total de 12 216 km² hasta la desembocadura al mar por el Estuario de Virrilá.

El río nace a 3 600 msnm, en la divisoria de la cuenca del río Huancabamba, donde inicia su recorrido cruzando las provincias de Morropón y Piura. Su cauce de 280 km tiene una dirección de Sur a Norte, con curvatura desde la Quebrada San Francisco hasta la Caída de Curumuy, luego en dirección Sur - Oeste hasta llegar a su desembocadura al Océano Pacífico a través del Estuario de Virrilá.

La pendiente promedio del río Piura entre la Laguna Ramón y la ciudad de Piura es de 0,03%, entre Piura y Tambogrande 0,08%, entre Tambogrande y Malacasí 0,13%, y entre Malacasí y el punto de confluencia del río Piura y San Martín 0,35%. Sus afluentes a partir de la cota 300 msnm, tienen pendiente promedio del 10%, llegando en las partes altas hasta 15%.

El río Piura tiene varios afluentes, principalmente por la margen derecha siendo los más importantes los ríos San Martín, Pusmalca, río Seco, Bigote, Corral del Medio, La Gallega, Charanal y Yapatera.

El cauce de los afluentes es torrencioso y bien definido, mientras que el cauce del río Piura en las zonas bajas, es variable por la escasa pendiente, existiendo zonas propensas a la inundación.

Condiciones Hidroclimáticas

Climatología y Ecología

A. Climatología

El clima de la cuenca, corresponde al de una zona sub-tropical según la clasificación de Koppen y al tipo de clima semi-tropical costero de Pettersen; caracterizados por pluviosidad moderada y altas temperaturas, con pequeñas oscilaciones estacionales.

Específicamente en la parte baja y media de la cuenca, el clima es cálido y seco, típico de la Costa Norte del Perú. Recibe influencia de las variaciones de la Faja Ecuatorial y los cambios de dirección en sentido Este-Oeste de las corrientes marinas de aguas frías (Humbolt) y caliente (Ecuatorial). Estas características ocasionan altas temperaturas ambientales con escasez de precipitaciones, salvo durante períodos cortos y esporádicos de ingresos al hemisferio Sur de la corriente marina de aguas calientes (Fenómeno El Niño), como los ocurridos en 1982 - 1983 y 1997 - 1998 de características extraordinarias.

En la parte alta de la cuenca el clima es temperado y muy húmedo, característica particular de la sierra norte de la vertiente del Pacífico, motivada por la vecindad con la Línea Ecuatorial y la Cordillera Occidental Andina. En esta zona se producen precipitaciones pluviales generalmente en los cuatro primeros meses del año. Sin embargo, cada cierto número de años se presentan períodos con lluvias de gran intensidad, ocasionadas por nubes provenientes del Atlántico que al vencer la barrera de los Andes se enfrían y precipitan.

a. Precipitaciones

El régimen de lluvias en la cuenca puede clasificarse en tres tipos: el primero, corresponde a la zona baja entre el nivel del mar y 80 msnm. Esta franja bastante extensa, cubre precipitaciones escasas del orden de 10 a 80 mm anuales, concentrándose en el período de Enero – Abril, y siendo seco en los meses restantes del año. Las lluvias en esta zona son muy irregulares, y parecen estar fuertemente relacionadas por la ocurrencia aleatoria de fenómenos meteorológicos intensos ocasionados por el Fenómeno El Niño, que hacen producir lluvias de gran intensidad, llegando a superar en 20 veces los valores normales. El segundo tipo, corresponde a la franja ubicada entre los 80 y 500 msnm, donde las lluvias registradas son del orden de los 100 y 600 mm. Su período de ocurrencia es generalmente de Diciembre - Mayo con características de variabilidad menor que el primer grupo, y siendo en el resto del año significativamente baja llegando inclusive en algunos años a cero.

El tercer tipo corresponde a la franja ubicada desde los 500 msnm hasta la línea divisoria de aguas con la cuenca del río Chira, esta zona alta obedece a un régimen pluvial amazónico caracterizado por baja variabilidad de lluvias promedios anuales que oscilan entre 700 y 1 100 mm, las máximas precipitaciones se registran en los meses de Enero-Mayo siendo en el resto del año de baja intensidad, pero no llegando sus registros a cero. Se puede observar en esta zona, que la incidencia de fenómenos intensos de El Niño (ocurrencia aleatoria) es casi nula.

Con la información existente se ha elaborado mapas de isoyetas donde se presenta la distribución media anual de las precipitaciones, así como la distribución de las lluvias ocurridas en los años 1982- 1983, los cuales dan una idea del comportamiento tan variable e irregular de la precipitación en períodos normales y en presencia de eventos extraordinarios.

b. Temperatura

La temperatura media anual en la cuenca para las zonas baja y media tiene valores similares de 24° C, luego decrece en la cuenca alta con registros hasta de 13° C.

Los valores máximos puntuales se presentan entre las 13 y 15 horas, alcanzando 38°C en las zonas bajas (Febrero o Marzo) y de 27° C en las zonas altas.

Los mínimos se producen en los meses de Junio a Agosto, alcanzando 15° C en la Costa, bajando hasta 8° C en los meses de Junio- Setiembre en la parte alta.

c. 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%.

La parte media de las cuencas presentan características similares a la parte baja, no así en la parte alta cuyos valores de humedad relativa fluctúan entre 70% y 95%. En esta zona los valores más bajos se dan en los meses de Julio y Agosto.

d. Evaporación

Los valores de evaporación son medidos en tanques evaporímetros Clase "A". Debido a la incidencia directa de la radiación solar por ubicación geográfica en las zonas bajas de la cuenca alcanzan aproximadamente 2 500 mm/año, en la zona media varía de 2 350 a 2 500 mm/año y en la zona alta se registra una variación promedio anual de 1 100 a 1 350 mm/año.

Cabe mencionar que los mayores valores de evaporación, se presentan en el período Diciembre -Abril en la Costa y en el período de Julio – Octubre en la sierra.

e. Horas de Sol

En la parte baja de la cuenca el valor medio anual de horas de sol alcanza 7,0 horas, en la parte media y alta 6,1 y 5,2 respectivamente. Los máximos valores se presentan en los meses de Agosto - Diciembre, disminuyendo en los meses de enero - marzo. Las horas máximas y mínimas diarias registradas se dan sólo en la parte alta, correspondiendo los valores de 10,1 y 0,7 respectivamente.

f. Viento

No se puede generalizar la dirección del viento en la cuenca, debido a las diferentes condiciones topográficas existentes.

En la cuenca baja o valle existe una predominancia de vientos Sur - Oeste, Sur y Sur - Este; la velocidad de estos alcanza hasta 11 km/hora como promedio anual. Entre Setiembre – Diciembre se manifiesta los valores máximos.

En la cuenca media, la dirección del viento es Sur-Sur Oeste, llegando a superar los 5 m/s en los meses de Noviembre - Diciembre. El promedio anual en estas zonas alcanza 4,1 m/s.

En la cuenca alta, la dirección del viento está condicionada al estrechamiento topográfico de los Valles. Sus valores medios anuales están entre los 4 y 5 m/s pudiendo llegar a 13 m/s en el mes de agosto.

En épocas de lluvias se puede observar que la velocidad del viento predominante es de Nor-Oeste.

B. Ecología

Los Ecólogos creen que en la naturaleza existe una realidad organizada y que pueden formularse principios que rigen y ordenan esta realidad. Basándose en este concepto la Ecología Moderna se ha dedicado a elaborar teorías que permitan explicar el origen y los mecanismos de las interacciones de los organismos vivos entre sí y de éstos con el mundo inanimado. Pretende elaborar modelos que se pueden confrontar con la realidad y que proporcionen mediciones comprobables.

La Ecología es una ciencia joven y como tal, se puede considerar como una ciencia “blanda”, y que no es tan precisa como las ciencias “duras”, la física, la química, o las matemáticas, más antiguas y más desarrolladas.

En Ecología, hay pocas “Leyes Universales”; quizá la teoría de la selección natural de Darwin es una de ellas, pero a lo largo del tiempo se han ido desarrollando numerosa hipótesis que aun están por comprobarse.

Los ecosistemas que componen los (departamentos Piura y Tumbes), han sido estudiados por un gran número de científicos de diferentes disciplinas; comenzando por las observaciones realizadas por el más antiguo geógrafo y cronistas del Perú desde 1547; asimismo, respecto al clima se tienen las observaciones de Eguiguren que reporta datos desde 1728. Según revisión bibliográfica, existen más de 400 estudios para esa región sobre la materia, sin contar aun con toda la información generada sobre características ecológicas, por Organismos como la ONERN, SENAMHI, INEI.

a. Rasgos Ecológicos Generales del Departamento de Piura

Dentro de la extensión que conforman los departamentos de Tumbes y Piura, se asienta una de las poblaciones más grandes del Perú, con aproximadamente dos millones de habitantes, de los cuales el 90% se halla dentro de los límites del departamento de Piura.

El rasgo más notable de esta región, como la del resto del país, es su diversidad biológica, ecológica y cultural. Así se reporta 17, de las 84 zonas de vida reconocidas para el Perú, (según el Mapa Ecológico de la ONERN), distribuidas a su vez dentro de dos grandes espacios geográficos íntimamente relacionados: la llanura costera y el sistema de la Cordillera Occidental de los Andes.

Por otro lado, para Piura cabe destacar, su gran inestabilidad climática, creada en parte por el Fenómeno El Niño, la presencia de suelos delgados y pobres en materia orgánica, así como su débil cobertura sobre todo en la llanura costera que han llevado a considerar a la mayoría de los ecosistemas de la región como frágiles, es decir a punto de desestructurarse.

Y si a todo lo anterior se agrega la creciente presión demográfica, sobre todo en el caso de Piura, en donde la tasa de crecimiento se halla entre el 3,2 y 3,5% (el nivel nacional es de 2,9%), se entiende del por qué la amenaza potencial de desertificación existente en la región y del por qué la región ha sido considerada a nivel nacional por la ONERN (1986) como una de las Áreas Críticas Ambientales del Perú, muy similar al lado de Lima y Moquegua en la Costa Peruana.

Estas consideraciones muy importantes señaladas anteriormente deberían ser tomadas muy en cuenta en el uso racional de los recursos naturales de la región. Reconocer las potencialidades que nos brinda la diversidad y las limitaciones de su fragilidad, es una buena condición para alcanzar el anhelado desarrollo sostenido.

b. Desequilibrio Ecológico: La Desertificación en Piura

La desertificación, constituye el proceso terminal de la degradación de un determinado ecosistema, como tal constituye un riesgo presente en las áridas llanuras costeras y en las áreas semiáridas y subhúmedas.

Por ser estas áreas consideradas como frágiles, son susceptibles a los procesos de desertificación por acción del hombre, naturalmente por el contrario, están también muy adaptadas a las características climáticas de la región. Por ejemplo, durante el último Fenómeno El Niño 1997 - 1998, todo parece indicar que el Bosque Seco de la Costa, una vez más, se está recuperando de los impactos de la acción del hombre; si en la zona se gestionara adecuadamente lo regenerado, estos ecosistemas debilitados por el mal uso de la tierra, y/o depredación de los recursos naturales más bien llevarían a la conservación del medio ambiente.

En Piura, diversos factores confluyen a la generación de procesos de deterioro ambiental, siendo principalmente de carácter económico, social, político y cultural.

3.12.5 Efectos de “El Fenómeno El Niño 1997 – 1998 en el Sector Agrario”

a. Aspectos Generales del Fenómeno que es necesario mencionar

El Fenómeno “El Niño” es considerado parte de una variabilidad global conocida como la Oscilación Sureña El Niño, la cual genera grandes cambios en el ámbito de especies, poblaciones y comunidades, tanto marinas como terrestres. Se conoce como Fenómeno “El Niño” por que aparece en el mes de diciembre y coincide con la navidad. Se origina en el Pacífico Tropical y sus impactos biológicos y socioeconómicos, positivos y negativos, son muy grandes. El Niño y la Niña; son partes de un mismo ciclo, Piura es una región que está afectada recurrentemente y es difícil calcular su periodicidad. Durante la fase caliente de El Niño, la temperatura de la superficie del mar es caliente, los vientos colapsan y los patrones de precipitación disminuyen. Durante la fase fría de El Niño, la temperatura del mar se enfría y la circulación de los vientos se hace más fuerte.

En la cuenca del Río Piura los años 1881, 1891, 1925, 1932, 1943, 1972 y 1983, son recordados como años buenos por pobladores de Bosques secos de Sechura (Zona Baja). En ellos se reactiva la agricultura temporal y la ganadería; reduciéndose notablemente la extracción y venta de leña.

Durante El Niño 1997 – 98, la población de Belisario – Comunidad Campesina de San Martín de Sechura, el bosque seco tipo sábana (BSS) – se incrementó en un 100% y la lluvia reactivó la llamada agricultura de “temporal”, lográndose cosechas importantes de variedades de frijoles y el aumento notable de la ganadería caprina y ovina.

Las consecuencias del Niño 97-98 sobre la productividad primaria (herbácea, fueron registrados como más altos, en Bella Esperanza - San Lorenzo – Tambogrande (Bosque Seco Denso - BSD) (Zona Media de la cuenca del Río Piura) que en Belisario – Sechura (Bosque Seco Tipo Sábana - BSS). En el estrato herbáceo, en ambos lugares se registraron niveles de productividad “como los de las mejores praderas del mundo”

Los impactos de El FEN 1982-83 afectaron a todos los países andinos y sus gobiernos solicitaron a la OEA acciones en busca de reducir los impactos de futuros eventos. En 1985 la OEA comenzó el primer programa de apoyo a la reducción de desastres en América Latina.

b. Efectos del Fenómeno El Niño

Efectos Positivos del Fenómeno de El Niño

Fenómeno del Niño que cada cierto tiempo acontece en la parte norte del Perú, no solamente produce efectos negativos, sino también efectos

positivos relacionados con el medio natural tanto en el mar así como en territorio continental.

Según Torres G. Fidel (2003), "El Niño ha generado el pasaje piurano; y periódicamente lo regresa, reordena y ofrece nuevas oportunidades a las actividades humanas que en él se desarrollan. Piura vive y convive con este evento climático, ante el cual las sociedades rurales de los bosques adaptan sus estrategias de vida durante los periodos secos entre un evento y otro; y desarrollan estrategias de aprovechamiento cuando las lluvias intensas reactivan la diversidad del bosque". Como consecuencia del fenómeno del Niño de 1983 se sembraron entre 5 000 a 7 000 ha de cultivos transitorios en las tierras áridas alrededor de las vías Piura-Paita y Piura-Chulucanas.

Para el fenómeno del Niño 1997-98, Godofredo García Baca presentó una propuesta de diversificación de cultivos como estrategia de aprovechamiento del Niño en el Valle de San Lorenzo, la propuesta consistía en combinaciones y rotaciones de cultivos semestrales (arroz, algodón, marigold, maíz) con hortalizas (cebolla, tomate, ají, zapallo, etc.)

Otro efecto positivo del fenómeno del Niño es la cobertura herbácea que cubre el desierto después de las intensas lluvias, Cárdenas (1999) en el estudio "El Impacto del Evento El Niño en la Productividad Primaria de los Bosques Secos de Algarrobo de Sechura y Tambogrande", refiere que en el Desierto de Sechura se tapizó el arenal en 50% a 75% de pasto, y pudo producir hasta 170 Kg. de materia seca vegetal por Ha en seis meses; mientras que en Tambogrande donde se produjo mayor intensidad de lluvias, alcanzó entre 75% A 100% de cobertura llegando a producir hasta 650 Kg/ha de materia seca vegetal.

Como consecuencia de la presencia de pastos y forraje, se incrementó la producción ganadera en el Departamento de Piura, destacándose la producción caprina.

A continuación se describe en forma resumida los efectos positivos de los fenómenos del Niño en la Cuenca del Río Piura.

Biodiversidad y Seguridad Alimentaría

Es importante el incremento de especies marinas y de río de interés comercial como: langostinos, conchas de abanico, tiburón, camarón de río, lisas, mojarras y otros.

Se puede aprovechar la humedad de las orillas de los ríos y áreas de secano (temporales)

Abundante agua para riego: se recargan las lagunas y los reservorios

Hay regeneración forestal y natural de los bosques y mayor producción las cranzas tanto para leche como carne

Fertilización natural de las tierras

Debido al Calentamiento de las aguas del mar por el Fenómeno del Niño frente a la Cuenca del Río Piura, se incrementó la producción de los mariscos como los langostinos y conchas de abanico.

Las áreas de los desiertos y de bosques secos se vieron favorecidas por las lluvias intensas, produciéndose pastos y forrajes en abundancia, se regeneraron y se ampliaron las áreas de bosques secos.

Debido a la abundancia de pastos se reactivó la producción ganadera en general, destacándose la ganadería caprina.

El área de bosques secos al recibir abundancia de agua se vio favorecida en su desarrollo vegetativo produciéndose mayor cantidad de flores para el aprovechamiento mediante la apicultura, y mejoró la producción de algarroba.

Como consecuencia de las lluvias en toda la zona media y baja de la Cuenca del Río Piura, en las áreas descubiertas se reactivó la agricultura temporal, desarrollándose cultivos de periodo vegetativo corto, como la zarandaja, chileno, frijol de palo, maíz, zapallo, sandía y camote.

El cultivo de arroz mejoró su rendimiento por el efecto de las lluvias y la tropicalización del clima

Posteriormente al fenómeno del Niño en el mar de Piura, se incrementó la materia orgánica, y por lo tanto mejoró la producción pesquera y aparecieron nuevas especies ictiológicas.

Los acuíferos de la Cuenca Media y Alta, incrementaron su volumen por efecto de las infiltraciones; dando como resultado una mayor reserva de agua subterránea para uso agrícola y doméstico.

En la parte Baja de la cuenca las lluvias intensivas lavaron los suelos salinos, atenuando de esta manera la salinización de la parte baja de la cuenca.

La acumulación de las aguas en las lagunas: Ramón y Ñapique, han permitido la presencia de varias especies de peces, así como de aves migratorias. Esta situación constituye un potencial para la pesca continental y el aprovechamiento para el ecoturismo.

Fortalecimiento Organizativo

Es importante resaltar que la emergencia que mayor coordinación propició fue el fenómeno El Niño de 1998; los desastres causados exigieron no sólo políticas de ayuda desde el Estado, sino que atrajeron el apoyo financiero de la cooperación internacional para enfrentar la emergencia. Los flujos de la cooperación se dirigieron a las instituciones privadas y estatales, como ONG,

CTAR y los gobiernos locales. Se elaboraron planes integrales de desarrollo en el ámbito de las provincias afectadas, y los proyectos se ejecutaron de manera concertada con la participación activa de los actores sociales de las localidades afectadas.

Se incrementó la solidaridad y formación de grupos de ayuda para los damnificados

Hubo mayor movilización de las autoridades y dirigentes para gestionar ayudas

En lo Institucional y Político:

Es importante resaltar que en Piura se puso énfasis en pasar de la emergencia a la gestión de riesgos; de atender la caída de puentes y en las inundaciones de la parte baja, a abordar las causas de los problemas, que en gran parte se ubican en la parte alta de las cuencas Piura y Catamayo Chira.

Luego de las experiencias desarrolladas en la última década, destacan las realizadas por el Proyecto PAEN.GR/GTZ, PREDES e ITDG, se están produciendo modificaciones en la estructura del estado peruano para abordar la temática de riesgos de desastres:

En junio el año 2002 se creó mediante Decreto Supremo la Comisión Multisectorial para la Reducción de Riesgos para el Desarrollo (CMRRD). La Comisión está bajo de responsabilidad de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), es presidida por un representante de esta institución y el INDECI es un miembro de la comisión.

Existe aceptación a nivel formal de tomadores de decisiones, de algunos conceptos importantes como:

- “La reducción de la vulnerabilidad es un objetivo de desarrollo”
- “El desarrollo económico no es sostenible en condiciones de vulnerabilidad a los desastres naturales”
- “El manejo de los desastres naturales no puede separarse del manejo ambiental”

Presión de las Instituciones de Financiamiento Multilateral para que, en inversiones estratégicas, se incorporen estudios y se realicen acciones que minimicen la vulnerabilidad a riesgos diversos.

Efectos Negativos del fenómeno El Niño

Los efectos negativos del Fenómeno del Niño son consecuencia de las altas precipitaciones, en el año 1998 llovió 17 veces más que en un año normal; asociado a las lluvias se presenta una elevación de la humedad relativa hasta 80% en la cuenca alta, y un incremento de temperatura con más

de 5° C de la temperatura normal; las altas precipitaciones en la cuenca activan las quebradas secas de la parte baja y media, las que arrastran materiales formando huaycos los que van a incrementar el caudal del Río Piura, que en su recorrido se desborda produciendo inundaciones que afecta a las ciudades, la infraestructura productiva, la agricultura y la vida de los habitantes de la cuenca. En forma resumida se menciona a continuación los efectos negativos del Fenómeno del Niño más reciente (1997- 98)

Al conocerse la inminencia de la llegada del Fenómeno del Niño, se dificultó los créditos al mediano y pequeño agricultor.

- Por el factor de tropicalización del clima con más de 5°C de temperatura normal, no permite la floración de algunas frutas afectando al mango, palto, espárrago y algodón.
- Pérdidas de cultivos por inundaciones en San Lorenzo 40 000 ha en el Alto Piura 30 000 ha y en el Bajo Piura 10 000 ha.
- En el Bajo Piura subió el nivel freático hasta 0,30 m de la superficie trayendo como consecuencia disminución de los rendimientos de los cultivos.
- En el Alto Piura las tierras agrícolas saturadas de agua impidieron trabajar con maquinaria agrícola y dificultó la limpieza y mantenimiento de los drenes.
- Erosión de las riberas del río destruyendo las defensas y los cauces naturales y han ocasionado pérdidas de suelos agrícolas.
- Inundaciones en los centros poblados, infraestructura social y productiva, inundación de las áreas agrícolas y destrucción de la infraestructura de riego y drenaje.
- Destrucción de la infraestructura de riego ubicada en el cauce del río principal y de los ríos secundarios.
- Destrucción de puentes en forma total como el caso de los puentes Bolognesi y San Miguel, destrucción parcial de los puentes Carrasquillo y Salitral; además se han destrozado embarcaciones de pesca artesanal; así mismo se produjo la pérdida de especies marinas por efecto del calentamiento de aguas.
- En la actividad pesquera, la anchoveta, principal insumo para la producción de harina de pescado se redujo a la mitad, mientras que las especies para consumo humano se redujeron a la cuarta parte.
- Las naves artesanales dedicadas a la pesca fue afectada en un 80%.
- El 15% de los puertos del litoral fue afectado por las marejadas y por inundaciones de quebradas.
- La producción manufacturera disminuyó en 40%.
- El 38% de la infraestructura social fue afectada
- Se produjo la disminución de abastecimiento de combustibles en todo el Departamento de Piura
- El 40% de carreteras fueron afectadas en la superficie de rodadura y las obras conexas como puentes, alcantarillados y cunetas.
- Los cultivos de la sierra de Piura tuvieron efectos negativos por la elevada humedad relativa, se produjo severos ataques fungosos a los cultivos de maíz, trigo, arveja, frijol; esta elevada humedad relativa evitó el secado de los granos, perdiéndose las semillas; las producciones

descendieron en: maíz 65%, trigo 62%, arveja 80%, yuca 30% y frijol 60%.

- Daños a la infraestructura de riego y drenaje.
- Como consecuencia del Fenómeno del Niño de 1998, disminuyó el PBI en 1,5% y aumentó la deuda externa en 500 millones de dólares y generó pérdidas mayores a 800 millones de dólares.
- Pérdidas de vidas humanas por efecto de lluvias, inundaciones y por otros efectos como consecuencia del Fenómeno del Niño.

c. Efectos en el Sector Agricultura

La actividad agraria se vio fuertemente afectada por el FEN, en particular, en los valles costeros. En la sierra, la actividad agrícola normalmente incorpora el período de lluvias como un período probable de incomunicación (deslizamientos) y de tránsito restringido.

El período pre-Niño (setiembre-enero) modificó las condiciones básicas. El clima "veraniego" que predominó en el año 1997 y la constante difusión de la presencia del FEN dificultaron la oferta de crédito al pequeño y mediano productor; por ello, algunos agricultores se abstuvieron de hacer la "campana chica". Es difícil estimar el grado de abstención en cada valle.

Los factores climáticos de "tropicalización" (aproximadamente más de 5°C que lo normal) no permitieron la floración de algunos frutos. Esto afectó fuertemente la producción del mango (también del espárrago); esta actividad estuvo prácticamente paralizada, en particular, en el valle de San Lorenzo (la pérdida estimada fue de US\$2500 por ha, según el presidente del Comité de productores).

La situación en los valles presentó algunos matices. En San Lorenzo los daños por inundación se estimaron en 40 000 ha; en el Chira, también se estimó un total de 40000 ha; en el Alto Piura 30 000 ha y en el Bajo Piura 10 000 ha. La generalización del cultivo de arroz, dada la intensidad de las lluvias que se esperaba, tuvo buenos rendimientos. Los que cosecharon el arroz a principios de enero, pudieron obtener un alto precio. En el Alto y Bajo Piura en zonas no inundables se sembró arroz para la campaña grande, esperando que las lluvias no excedieran el mes de marzo. En la mayor parte de los casos, el área financiada de arroz se logró cosechar, el problema es que no se pudo hacer agricultura hasta el mes de marzo por el exceso de agua.

La cosecha presentó algunas dificultades por el exceso de agua y las inundaciones se presentaron en el Bajo Piura y en el Bajo Chira. De otro lado, la napa freática en zonas agrícolas del Bajo Piura se encontraba a 30 cm imposibilitando la siembra de otro cultivo. Además algunos costos de producción se elevaron, tales como la mano de obra y el transporte.

En la parte baja del Chira se perdieron 3 500 ha de cultivos de pan llevar y hortalizas (Miramar y Vichayal). En el Alto Chira (Chalacalá, Querecotillo), la producción agrícola fundamentalmente platanera se malogró por no disponer de vehículos apropiados.

En el Alto Piura, las tierras también se saturaron de agua, lo que impidió trabajar con maquinaria agrícola y dificultó la limpieza y el mantenimiento de drenes. De otro lado, numerosas parcelas "temporales" entraron en funcionamiento en cultivos de pan llevar (en particular, maíz). La fuerza erosiva del agua dañó parte de la infraestructura de riego en zonas como Chulucanas y San Lorenzo.

d. Valoración de los Daños Ocasionados por el Fenómeno del Niño

En el documento de los "Evaluación de los Daños ocasionados por el Fenómeno del Niño", desarrollado por el CTAR- Piura en 1998, se concluye que los daños ocasionados por el fenómeno del Niño en la región Piura alcanza a 708 245 736 nuevos soles de pérdidas, siendo los sectores más afectados Transportes y Agricultura con el 57,8% y 20,2% respectivamente. Ver Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2:

Valoración de daños ocasionados por el fenómeno
Del niño 1997-1998 en la región piura por sectores

SECTOR	PORCENTAJE %	MONTO ESTIMADO S/.
- Transporte	57.8	409'251,755
- Agricultura	20.2	143'483,018
- Vivienda, Construcción y Saneamiento	7.5	53'097,837
- Educación	4.8	34'122,564
- Energía y Minas	2.3	15'928,197
- Industria	2.2	15'779,400
- Pesquería	0.9	6'341,433
- Salud	0.2	1'332,000
- Otros	4.1	28'846,542
TOTAL	100	708'245,736

Fuente: CTAR Piura 1998

A nivel de Cuenca del Río Piura con respecto a tierras agrícolas, el CTAR-Piura concluye que se habrían inundado 1875 ha y pérdidas 3,825 ha en toda la Cuenca, con un monto estimado de pérdidas de 9 609 374 nuevos soles. Ver Cuadro N° 3.

Cuadro N° 3:

Pérdidas en la agricultura por causa del fenómeno el niño en la cuenca del Río Piura

Lugar	Áreas Inundadas (ha)	Áreas Pérdidas (ha)
Medio y Bajo Piura	267	337
Chulucanas	357	2,456
Canchaque		170
San Miguel del Faique		300
San Lorenzo	1,251	522
TOTAL	1,875	3,825

FUENTE: *Inventario de Daños Ocasionados por el Fenómeno del Niño 1997- 1998. CTAR-Piura.*

Con respecto a infraestructura de riego mayor lo que corresponde a la Presa Los Ejidos, Canal Biaggio Arbulú y Diques del Río Piura, se han determinado daños por un monto de 3 713 154 nuevos soles. Ver cuadro N° 4.

Cuadro N° 4

Pérdidas en la infraestructura de riego mayor por causa del fenómeno el niño

Lugar	Monto (S/.)
Presa Los Ejidos	18,012
Diques Río Piura	2'306,163
Canal Biaggio Arbulú	1'388,979
TOTAL	3'713,154

FUENTE: *Inventario de Daños Ocasionados por el Fenómeno del Niño 1997- 1998. CTAR-Piura.*

La Infraestructura de Riego y Drenaje de San Lorenzo también se ha evaluado en forma separada, dando en monto de daños de 7 178 285 nuevos soles Ver Cuadro N° 5.

Cuadro N° 5

Pérdidas en la infraestructura de riego

Comisión de Regantes	Daños	Monto
Sector Cuenca Piura	Desborde y colmatación de canales: Tablazo, Tambogrande, Tejedores, TJ-05, San Isidro, Malingas, Hualtaco y Sistemas de Drenaje.	7'178,285

FUENTE: *Inventario de Daños Ocasionados por el Fenómeno del Niño 1997- 1998. CTAR-Piura.*

Los daños en el Sistema de Riego Y Drenaje del Medio y Bajo Piura, también se ha evaluado en forma separado en montos de daños de 20 896 209 nuevos soles. Ver Cuadro N° 6.

Cuadro N° 6

Pérdidas en la infraestructura de riego y drenaje en el medio y bajo piura por causa del Fenómeno el niño

Dren	Daños	Monto
13.08	Descolmatación deterioro de estructuras.	9'662,000
Sechura	Colmatación deterioro de estructuras.	8'295,363
Junta de Usuarios Sechura	Colmatación deterioro de Canales, caminos de Piura Puentes y otros	1'222,898
Junta de Usuarios Medio y Bajo Piura	Descolmatación deterioro de canales y otros	1'715,948
TOTAL		20'896,209

FUENTE: *Inventario de Daños Ocasionados por el Fenómeno del Niño 1997- 1998. CTAR-Piura.*

La infraestructura de Canales del Alto Piura, también ha sido evaluado por el CTAR-Piura, considerando los canales afectados por Comisiones de Regantes; el monto evaluado de daño es de 736 760 nuevos soles. Ver Cuadro N° 7

Cuadro N° 7

Pérdidas en la infraestructura de Canales en el alto Piura por causa Del fenómeno el niño

Comisión de Regantes	Canales	Monto
Yapatera	Nacara, Yapatera, Chapica	56,550
Charanal	Cosapi, Huerequeque, Talandracas	122,800
Pabur	Pabúr, Laterales	78,560
Bigote	C. Principales	69,600
Serrán	C. Principales	30,450
Malacasí	C. Principales	30,450
Buenos Aires	Bocatoma, C. Principales	64,350
La Gallega- Morropón	Bocatoma, Piedra El Toro y otros	64,350
Sancor	Sancor, Paccha y Sol Sol.	47,850
Vicús	Canales y pozos tubulares	126,000
Cantera Río Seco- Buenos Aires	Colmatación	45,800
TOTAL		736,760

FUENTE: *Inventario de Daños Ocasionados por el Fenómeno del Niño 1997-1998 . CTAR-Piura.*

e. Descargas Máximas Presentadas durante el Fenómeno El Niño

Como consecuencia de las lluvias más intensas del día 20 y 21 de febrero del año 1998 en la cuenca del río Piura, en las zonas de Tambogrande y Chulucanas se registraron las descargas más altas del orden de 3200 m³/s y 950 m³/s, respectivamente. En Piura el día 22 se registraron volúmenes de descarga de 3414 m³/s, caudales mayores a los registrados en 1983 (3200 m³/s)

sobrepasando las descargas de diseño de las obras hidráulicas en el Bajo Piura.

En el Cuadro N° 8 se presenta las precipitaciones pluviales correspondientes al Fenómeno del Niño 1997- 1998, donde se aprecia que la mayor precipitación se produjo en Tambogrande alcanzado a 3953,1 mm de precipitación acumulada.

Cuadro N° 8

Precipitación pluvial acumulada/ diciembre 1997- mayo 1998

Estación	Provincia o Distrito	Precipitación (mm)
Miraflores	Castilla	2032.0
Tambogrande	Piura	3953.1
Chulucanas	Morropón	3919.4
Mallares	Sullana	1766.5
Ayabaca	Ayabaca	1659.5

FUENTE: SENAMHI, Proyecto Especial Chira – Piura

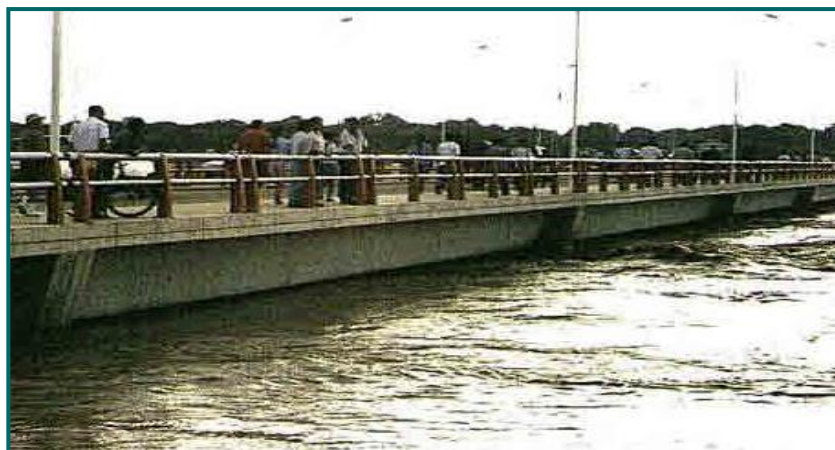
En cuanto a las descargas del Río Piura, durante el Fenómeno del Niño de 1998 se produjo la descarga máxima de 4,424 m³/s registrada en la Estación Hidrométrica del Puente Sánchez Cerro, descarga del Río Piura nunca antes registrada que superó a la descarga producida en 1983 que fue de 3200 m³/s. En el Cuadro N° 9 se presenta las descargas del Río Piura durante El Fenómeno del Niño 1998.

Cuadro N° 9

Descargas del río durante el fenómeno El niño 1998

Estación	Fecha	Hora	Caudal(m ³ /s)
Tambogrande	22-02-98	06.00	3150.00
Puente Sánchez cerro	22-02-98	23.00- 24.00	3414.00
Tambogrande	11-03-98	21.00	3749.00
Puente Sánchez Cerro	12-03-98	09.00- 12.00	4424.00

FUENTE: Proyecto Especial Chira – Piura

**Foto N° 7**

Puente Andrés Avelino Cáceres Construido en el año 1995, soportó esta descomunal creciente del río Piura. El tránsito de vehículos fue suspendido transitoriamente, para después del peor momento de la creciente, fuera la única vía de comunicación entre las ciudades de Piura y Castilla.

3.12.6 Inventario de Aguas Superficiales

El Río Piura : Pertenece al sistema hidrográfico de la gran cuenca del Pacífico, el curso más largo del río principal nace a 3400 msnm en las inmediaciones del cerro Paratón, inicialmente toma el nombre de Quebrada de Paratón hasta unirse con la Quebrada Cashapite, para dar origen a la Quebrada Chalpa, que al unirse con la Quebrada Overal dan origen al Río Huarmaca; este río mantiene su nombre hasta la localidad de Serrán; por su margen izquierda recibe el aporte del río Chignia o San Martín. La unión del Río Huarmaca con el Río Pusalca y el Río Pata dan origen al Río Canchaque, que recorre con dirección Nor – Oeste hasta la confluencia con el Río Bigote.

A partir de la unión de los Río Canchaque con el Río Bigote se denomina Río Piura, que recorre con dirección Nor – Oeste hasta la localidad de Tambogrande, desde este punto hasta Curumuy recorre en dirección Oeste, para luego recorrer en dirección Sur – Oeste hasta la localidad de Catacaos, donde se desvía de su cauce natural en dirección sur hasta la depresión que conforma la Laguna Ramón de 12 Km² de espejo de agua, esta laguna se conecta por el lado norte con la Laguna Ñapique de 8 Km² de espejo de agua; cuando las dos lagunas se llenan durante los fenómenos del Niño, el agua rebasa y se dirige hacia el oeste mediante un cauce natural, el cual conecta con la la Laguna Las Salinas de 150 Km² de espejo de agua, la que se conecta finalmente con el Estuario de Virrilá para desembocar en el Océano Pacífico.

AGUAS SUPERFICIALES

RIO PRINCIPAL	AFLUENTES	
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA
PIURA	1.- Río Bigote 2.- Río Corral del Medio 3.- Río La Gallega 4.- Qda. Las Damas 5.- Qda. Charanal 6.- Qda. Yapatera 7.- Qda. Sancor 8.- Qda. San Francisco 9.- Qda. Carneros	1.- Qda. Garabo 2.- Río Seco 3.- Qda. Seca La Matanza-Tortolitas

3.12.7 Inventario de Lagunas

NOMBRE	UBICACIÓN POLITICA			UBICACIÓN GEOGRAFICA		OBSERVACIONES
	Dep.	Prov.	Dist.	Longitud	Latitud	
Ramón	Piura	Sechura	Cristo Nos Valga	80° 39'	5° 31'	Laguna Temporal
Ñapique	Piura	Sechura	Cristo Nos Valga	80° 39'	5° 31'	Laguna Temporal

Estos lagos y lagunas se forman con menor o mayor extensión durante los años de lluvias cuando los ríos Piura, Cascajal, Olmos, Motupe, La Leche los inundan. Todos estos ríos y quebradas raramente llegan al mar y son responsables de los lagos y lagunas que se forman. Los lagos no tienen nada que ver con las obras de prevención. En el año 1983 tuvieron una mayor extensión y nivel, llegando a cubrir en tramos la carretera Panamericana-a-Bayóvar. Los lagos y las lagunas tienen nombres propios, aunque cuando las lluvias son extraordinariamente abundantes estos se llegan a unir formando un gran complejo que los piuranos conocen como las "Lagunas de Sechura". Algunos de los nombres derivan del idioma Tallan. Sus nombres --- **Laguna Ramón, Ñapique.**

Laguna Ramón – mayo 2004 - Se puede apreciar el lecho de la laguna completamente seco. Esta laguna alcanza sus máximos niveles en la temporada que se presenta el Fenómeno El Niño.



Foto : INRENA

Los sechuranos y morropeños explotan las sales que se forman al secarse y pescan lisa, la que abunda a los pocos meses de su formación. Desafortunadamente, no es cierto que se puedan usar como reserva hidrológica, como se ha anunciado en algunos medios, pues rápidamente se salan como consecuencia de la disolución de las sales sobre las cuales se forman. Las tierras que la rodean son igualmente salitrosas, y no crecen ni las malas yerbas, en contraste con los verdes pastizales que se forman en sus alrededores (amarillo oscuro en la gráfica). Lo que si puede tener es un valor turístico (remo, ski acuático, deportes de vela, windsurf, etc.) que no está siendo explotado.

Laguna Ñapique: Se encuentra a solo hora y media de la ciudad de Piura, tiene 16 km. Es una reserva natural del río Piura, se puede practicar la pesca y el camping; es un inmenso ojo de agua, un enorme oasis en el que vuelan los flamencos.



*Foto: INRENA
mayo 2004*

Laguna Ñapique- Toma que corresponde al mes de mayo del 2004. Año caracterizado como muy seco. Sin embargo presentaba un considerable espejo de agua esto se debe a que sus fuentes de alimentación provienen del sistema regulado Chira – Piura.

3.12.8 Inventario de Manglares

NOMBRE	UBICACIÓN POLITICA			UBICACIÓN GEOGRAFICA		OBSERVACIONES
	Dep.	Prov.	Dist.	Longitud	Latitud	
1.- Manglares de San Pedro	Piura	Sechura	Vice	80° 52' 80° 54'	5° 30' 5° 34'	Recurso Natural poco estudiado

Manglares de San Pedro: Se encuentran ubicados en el distrito de Vice, a 10 km. noroeste de Sechura, con una zona de vida constituida por el espejo de agua, el manglar gramadal, pequeñas islas y áreas fangosas donde se encuentra diversidad de especies como concha de pala, cangrejos, camarones, concha blanca, etc. **Los manglares de San Pedro;** se caracterizan por que son ecosistemas propios de áreas mareales y de aguas salobres de zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo, considerados como los de más alta productividad en el planeta. El manglar de San Pedro de Vice ha sido poco estudiado, solo se conocen de un par de trabajos publicados no obstante ser el manglar más austral del Pacífico Sur. Este ecosistema empieza su expansión a partir del evento de “El Niño” del año 1983, y el año 2000 la Municipalidad Distrital de Vice lo declaró como Área de Conservación Municipal. El Manglar está ubicado entre los 5°30' – 5°34' Lat. S. y los 80°52' – 80°54' Longitud Oeste, con un área aproximada de 400 ha., en el Distrito de Vice, Provincia de Sechura, en el Departamento de Piura. En el Manglar de San Pedro, se reportan 32 especies de fanerógamas, distribuidas en 11 Ordenes, 16 familias y 29 géneros, de las cuales *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, son las que caracterizan al ecosistema.

Existe un Checklist de la flora fanerogámica del manglar, realizado por la Universidad Nacional de Piura, se realizaron visitas periódicas cada dos meses, de acuerdo a un cronograma de excursiones previamente planificado. Los especímenes vegetales se colectaron con ayuda de una tijera podadora, el material fue colocado en las prensas botánicas y tratado bajo los procedimientos estándares de colección de vegetales, se hicieron anotaciones de las principales características en la libreta de campo, luego fueron llevados al laboratorio de botánica de la UNP, para su determinación taxonómica, ayudados de claves taxonómicas de la Flora del Perú. Algunos espécimen que presentaban dificultad en su determinación fueron llevados al laboratorio de botánica de la Universidad Nacional de Trujillo para su determinación definitiva. Se reportaron 32 especies de fanerógamas, distribuidas en 11 Ordenes, 16 familias y 29 géneros, de las cuales *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, son las que caracterizan al ecosistema. A pesar del pequeño tamaño del Manglar de San Pedro, su estudio es muy importante a fin de realizar futuras comparaciones, evaluaciones, estudios ecológicos, estudios de la dinámica de este ecosistema y evaluaciones de impacto ambiental, que no se podrían realizar sin un estudio taxonómico básico.

En este manglar existe una amplia diversidad de aves como garzas, parihuanas, gaviotas, polla de agua y otras.



Foto : INRENA – marzo 2004

3.12.9 Inventario de Estuarios

NOMBRE	UBICACIÓN POLITICA			UBICACIÓN GEOGRAFICA		OBSERVACIONES
	Dep.	Prov.	Dist.	Longitud	Latitud	
1.- Estuario de Virrila	Piura	Sechura	Sechura	80° 43' 80° 51'	5° 45' 5° 53'	Recurso Natural poco estudiado y único en su género en el país.

Estuario de Virrilá, es el único en su genero en el país, esta ubicado a 40 km al sur de Sechura. Su extensión es aproximadamente de 25 km hábitat natural de flamencos, pelícanos, gaviotas, etc. Sitio especial para paseo en lancha, camping, motocross, etc.



Foto : INRENA – Mayo 2004

3.12.10 Calidad de las Aguas

Contaminación del Agua Superficial

La calidad del agua en la cuenca está relacionada con los diversos usos y vertimientos de contaminantes líquidos. El análisis de la problemática del deterioro de la calidad del agua se basa en información obtenida hace 9 años (1995), siendo necesario indicar que ésta resulta no actualizada.

a. Identificación de Fuentes Contaminantes

Las fuentes de contaminación son diversas y localizadas espacialmente en todo el ámbito de la cuenca (baja, media y alta). En el Cuadro N° 10 siguiente se presenta las principales fuentes de contaminación y sus efectos ambientales.

Del cuadro señalado anteriormente se concluye que los mayores problemas de deterioro de la calidad del agua derivan de las actividades humanas en el ámbito de la cuenca. Las principales fuentes de contaminación son los vertimientos de origen agrícola, que a pesar de no estar cuantificados, se presume que existen problemas de contaminación debido a las formas de riego, tanto en las aguas del subsuelo como en las superficiales adyacentes a las áreas agrícolas.

Cuadro N° 10

Causas Fundamentales del deterioro de la calidad del agua en la Cuenca Chira - Piura

Tipo de Vertimiento	Localización de la Fuente	Volumen de Vertimientos	Tipos de contaminantes	Efectos
Agropecuarios costaneros	<ul style="list-style-type: none"> Chira – Piura = 107 293 ha áreas de cultivo. Uso de agua en agricultura = 1143 MMC/año Uso pecuario = 2,9 MMC/año 	<ul style="list-style-type: none"> No determinado A la fecha del presente estudio no se dispone de información. 	<ul style="list-style-type: none"> Plaguicidas como el DDT, malatión y otros organofosforados. Abonos sintéticos 	No se tiene información sobre indicadores de efectos ambientales, pero se presume que existen ciertos problemas de contaminación del agua de subsuelos y superficiales, efectos sobre los ecosistemas acuáticos.
Aguas residuales urbanas	<ul style="list-style-type: none"> Población urbana total en la cuenca Chira – Piura = 237 971 hab. Población Total en el ámbito de la cuenca = 1 454 000 hab. Demanda de agua potable para el sector urbano = 21,3 MMC/año Demanda total de agua para consumo humano en el ámbito de la cuenca = 60 MMC/año. 	<ul style="list-style-type: none"> Vertimientos aguas residuales = 12,4 MMC/año (cuenca Chira) Vertimiento de 10,5 MMC/año (cuenca Piura) Los sistemas de tratamiento no son adecuados. Vertido de Residuos Sólidos Urbanos a los ríos Chira y Piura. 	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación orgánica Contaminación biológica (bacterias, virus y parásitos) contaminación física. 	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación (no cuantificada) del río Chira y Piura). Efectos sobre salud pública Contaminación de suelos de cultivo. Producción de malos olores.
Vertimientos mineros	<ul style="list-style-type: none"> Planta de Fertilizantes de Bayobar (vertimientos no significativos) Proyecto Minero Tambo Grande, fuente potencial de contaminación. 	<ul style="list-style-type: none"> Vertimientos no significativos 	<ul style="list-style-type: none"> No determinados 	<ul style="list-style-type: none"> No detectados, pero con indicios de contaminación por metales pesados peligrosos para la salud humana y los ecosistemas acuáticos.
Vertimientos Industriales	<ul style="list-style-type: none"> 44 Pequeñas plantas agroindustriales localizadas en toda la cuenca, las que utilizan 1,2 MMC/año. 	<ul style="list-style-type: none"> No determinados 	<ul style="list-style-type: none"> No determinados 	<ul style="list-style-type: none"> No determinados
Pasivos ambientales mineros	<ul style="list-style-type: none"> No determinados 	<ul style="list-style-type: none"> No determinados 	<ul style="list-style-type: none"> No determinados 	<ul style="list-style-type: none"> No determinados

Otro de los factores que generan el deterioro de la calidad del agua son los vertimientos de aguas residuales cuyo volumen es alrededor de 22,9 MMC/año equivalente a 0,735 m³/s, de los cuales más del 50% son vertidos sin tratamiento al río.

Por otro lado, se tiene que el uso y manejo del agua en el valle del Bajo Piura genera problemas ambientales por salinización y mal drenaje.

A la fecha no se tienen estudios ambientales integrales, que permitan determinar con precisión el estado actual de los ecosistemas, su valorización económica y sus tendencias, con los cuales se permita establecer los mecanismos de protección, sin que ello implique limitar el acceso al uso del recurso hídrico en el ámbito de las cuencas.

Con el objeto de comprender en líneas generales la problemática del uso y manejo del agua en la cuenca del río Piura se ha realizado el análisis de la problemática ambiental en base a la información disponible.

b.- Monitoreo y Análisis de la Calidad del Agua

La evaluación de la calidad del agua incluye el uso del monitoreo para definir las condiciones y características, sentar las bases para detectar las tendencias y proveer la información con la cual puedan establecerse las relaciones causa – efecto. Existe una secuencia lógica de tres componentes: monitoreo, evaluación y manejo, además de una retroalimentación.

Los aspectos relacionados con el monitoreo y análisis del agua es un aspecto importante a ser tomado en cuenta, ya que del grado de confiabilidad de los datos así como de su representatividad espacial (red de monitoreo) se obtendrá una evaluación más confiable.

Según la información disponible se ha determinado que no existe una red de monitoreo universal sistemática, si no más bien distintas estaciones localizadas por diversas instituciones las que han realizado muestreos en estaciones y épocas diferentes. El Cuadro N° 11 indica en orden del más antiguo al reciente los muestreos realizados por la ONERN. (Se desconoce los criterios para la fijación de los puntos de muestreo).

Cuadro N° 11

Serie de muestreos efectuados por el inrena

Institución	Red de Monitoreo sistemática	N° de puntos de Muestreo	Periodos	Fuentes muestreadas	Observaciones
ONERN	Inexistente	3	1984	- Río Bigote/Canchaque - Cerca de Chulucanas - Aguas arriba de la ciudad de Piura.	- Cuenca alta del Piura. - Cuenca Media del Piura. - Cuenca Baja

c.- Problemas de Contaminación Detectados

El objetivo de realizar la identificación de los problemas de contaminación ambiental es suministrar información sobre el estado de la calidad del agua en relación con la salud humana, con los ecosistemas acuáticos y el ambiente en general; además se identifican y cuantifican las tendencias de su calidad, definen las causas de su condición observada y sus tendencias en áreas geográficas específicas, información que resulta ser útil para un adecuado manejo del recurso y la toma de decisiones.

Los criterios tomados como base para la identificación de los problemas de contaminación se han basado en la información disponible de la calidad del agua reportada por la ONERN 1984, información que en realidad está desactualizada dado que la evaluación de los parámetros es muy incompleta; por otro lado resulta que los muestreos son descontinuados y no se puede establecer la consistencia de calidad de la información; además, mucha de la información presentada por las diferentes instituciones, es contradictoria. Los parámetros evaluados en las distintas oportunidades aisladas, constituyen indicadores referenciales de existencia de éstos en las aguas, pero no es posible establecer tendencias ni relaciones claras con las fuentes de contaminación. Sin embargo es destacable la presencia de algunas sustancias en concentraciones muy por encima de los LMP (Límites Máximos Permisibles).

Si bien es cierto que en general, la calidad del agua para fines de riego es aceptable, será necesario realizar monitoreos más frecuentes porque en los análisis físicos químicos se ha detectado la presencia de metales pesados Arsénico, Mercurio y Fierro por encima de los límites máximos permisibles. Considerando que las aguas superficiales del río se captan también para consumo humano, de confirmarse la presencia de los metales pesados antes indicados, el agua de dicha procedencia no sería apta; de allí la necesidad de establecer en forma definitiva, la aptitud del agua para con los criterios antes indicados.

Como política, no se recomienda el uso del agua para dilución de contaminantes como un medio de control de la contaminación debido a los grandes volúmenes que se requieren, comprometiendo así las disponibilidades para agua potable y riego, de las poblaciones y áreas agrícolas ubicadas aguas abajo.

A pesar de estas restricciones de información, el Cuadro N° 12 describe e identifica referencialmente los problemas de contaminación en la cuenca de los ríos Chira, Piura y Catamayo, según algunos datos reportados por INRENA en 1986 y 1999.

Según la información de dicho cuadro, se puede concluir que las aguas superficiales no presentan problemas de contaminación principalmente en la cuenca alta y media, excepto algunas áreas puntuales en la cuenca baja, según el siguiente detalle:

- El río Piura, en la ciudad de Piura y aguas abajo, recibe efluentes o vertimientos de aguas negras, que deterioran su calidad. El futuro crecimiento de la población, ahondará aún más el problema.
- No existe control en los vertimientos industriales; actualmente se vierten estas aguas en el sistema de alcantarillado y finalmente llegan al cauce del río.
- Existe contaminación agrícola, producto de la aplicación de pesticidas y fertilizantes, pero no se lleva control de esta situación ya que no existe ninguna autoridad que realice esta labor.
- Cada institución que realiza el manejo del agua, trabaja independientemente de otras, en forma sectorial, realizando sus vertidos sin mayor control.
- La Legislación Ambiental para cada uno de los sectores usuarios de agua, no se toma en cuenta, para el caso de los vertimientos.
- La Legislación Ambiental tal como: Código de Medio Ambiente, Legislación Penal referente a los vertidos de agua, etc. no se aplican para solucionar en algo el problema de la contaminación del agua. Las Municipalidades de Piura y Sullana, propietarios de las Empresas Municipales de Agua Potable y Alcantarillado de Piura y Sullana, violan las disposiciones legales ambientales sobre vertidos de agua.
- La mayor contaminación en el río Chira se debe a vertidos urbanos y residuos sólidos dentro del cauce.
- En el río Piura, además de los vertidos urbanos y residuos sólidos, existe contaminación por Mercurio, aunque se presenta en épocas de estiaje.

d.- Problemática del Enfoque Actual de la Clasificación del Agua Superficial

La clasificación de las aguas según la Ley General de Aguas es el principal problema relacionado con la contaminación de las aguas superficiales en el ámbito de la cuenca, ya que ésta es muy permisiva, los criterios para los límites máximos permisibles (LMP) no han sido revisados y actualizados, no incorpora la necesidad de preservación de la calidad del agua para asegurar la viabilidad de los ecosistemas acuáticos, es decir, tampoco se han determinado los LMP en base a las necesidades de calidad de las especies hidrobiológicas de los cursos de agua; en términos generales el enfoque actual de la clasificación de las aguas es netamente antropocéntrico.

Cuadro N° 12

Caracterización de los parámetros de la calidad del agua Rio piura

PARAMETRO	CARACTERIZACION
CUENCA PIURA	
FISICOS	
Oxígeno Disuelto	El contenido de oxigeno disuelto en todas las muestras, supera Limite Máximo Permisible de 3-5 mg/l establecido por Ley General de Aguas para todas las clases de agua. Estos valores encontrados indican buenas condiciones de aireación para el desarrollo de la vida acuática.
PH	Los valores de pH encontrados en todas las muestras analizadas, se encuentran dentro del rango de 5-9 establecido por la Ley General de Aguas, para todos los usos de agua; estos valores muestran una ligera tendencia a la basicidad.
<i>Sólidos Totales Disueltos</i>	Los valores encontrados son inferiores a los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por FAO y por la OMS, para uso agrícola y poblacional respectivamente Los valores encontrados son inferiores a los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por FAO y por la OMS, para uso agrícola y poblacional respectivamente.
QUÍMICOS	
Dureza Total	Los valores encontrados en todas las muestras analizadas son menores a las establecidas por la OMS.
Salinidad	Los valores encontrados indican alta salinidad del agua, sobre todo en los meses de Setiembre y Noviembre en el otro periodo (Mayo-Junio), los valores de salinidad del agua, son medios.
Mercurio	Se puede observar para el mes de Setiembre, que los 3 puntos muestreados indican valores altos de este metal, que superan el LMP de 0,001 mg/l. Este elemento no se encuentra normalmente en las aguas naturales y su presencia indica contaminación de origen antrópico. Es necesario tener presente estos valores ya que en muestreos anteriores no ha sido detectado.
Otros metales pesados	Otros no han sido detectados, por tanto no representan contaminación.

e.- Tratamiento de Efluentes

Se ha determinado que uno de los principales problemas de contaminación de las aguas del río Piura (parte baja) asociados con la salud pública, son los vertimientos de aguas residuales de los pueblos y ciudades localizados en diferentes puntos del río. El volumen se estima en 1,0 m³/s (40 MMC/año); a pesar que la Ley General de Aguas establece que toda descarga hacia los ríos debe realizarse previo tratamiento, sin embargo, los responsables de los vertimientos (Municipalidades y Empresas Públicas y Privadas de Saneamiento) no cumplen con lo establecido en la normatividad;

tampoco la Autoridad Ambiental hace cumplir la ley, debido a que no cuentan con recursos para ello, ni mucho menos el interés por proteger la calidad del agua.

En la cuenca del Piura, son muy pocas las ciudades que descargan aguas residuales sin tratamiento; así la ciudad de Piura cuenta actualmente con 4 sistemas de tratamiento de aguas residuales; otros centros poblados como El Arenal, Catacaos, tienen una planta. Chulucanas no cuentan con sistemas de tratamiento, pero a pesar de ello no vierten al río.

Otra fuente principal de contaminación del agua superficial lo constituyen los vertimientos agrícolas. Al respecto, el descontrol es mayor aún, ya que debido al carácter difuso de la misma, las aguas no pueden ser tratadas. Este tipo de contaminación tiende a adquirir cada vez mayor importancia en la degradación de los recursos hídricos porque el consumo de fertilizantes e insecticidas en la actividad agropecuaria está incrementando cada vez más.

En lo relacionado a los efluentes industriales, generalmente, en la ciudad, se vierten en el sistema urbano de alcantarillado, lo cual puede complicar los procesos de tratamiento de las aguas residuales servidas, pues las plantas de tratamiento no han sido diseñadas para vertimientos industriales; en el campo, la agroindustria vierte directamente las aguas residuales en canales y drenes sin ningún proceso de tratamiento previo.

■ **Indicadores de Calidad**

El indicador de la aptitud del agua para el Consumo Humano, lo establece la Ley General de Aguas (Clases I y II). También la Organización Mundial de Salud, proporciona indicadores que deben tener las aguas superficiales para que sean aptas para el consumo humano; estos criterios se muestran en los cuadros N° 13 y N° 14.

A nivel de la Cuenca de Chira, el agua superficial no presenta problemas para consumo humano, no obstante, requieren tratamiento debido a que es ligeramente salina y por la alta turbidez. No existen problemas en otros parámetros, sin embargo es necesario indicar que no se han tomado valores de coliformes fecales y totales, por lo que no es posible opinar sobre este punto. Cuadro N° 15.

Según el “Diagnóstico Consolidado”, el análisis de una muestra obtenida en el ingreso a la planta de Sullana, sobre el Canal de Chira – Piura Cuadro N° 16; indican que el problema es la salinidad y turbidez, puesto que los otros parámetros se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos (LMP) establecidos por la O.M.S.

Cuadro Nº 13

Ley general de aguas d.l. n° 17752 y sus modificaciones al reglamento de los títulos i, ii y iii según el decreto supremo n° 007-83-s.a. Clasificación de los cursos de agua de la zona costera para efectos de protección de las aguas correspondiente a los diferentes

Usos – valores límites

Denominación	Cursos de Agua						Expresado
	I	II	III	IV	V	VI	
Aluminio	-	-	-	1,00	+1	-	mg/l como Al
Arsénico	0,10	0,10	0,20	1,00	0,01	0,05	mg/l como As*
Bario	0,10	0,10	-	0,50	0,50	-	mg/l como Ba
Cadmio	0,01	0,01	0,05	-	0,0002	0,004	mg/l como Cd*
Cianuro	0,20	0,20	+1	-	0,05	0,005	mg/l como CN*
Cobalto	-	-	-	0,20	+0,20	-	mg/l como Co
Cobre	1,00	1,00	0,50	3,00	+0,01	-	mg/l como Cu*
Color	0	10	20	30	+30	-	unidad de color
Cromo hexavalente	0,05	0,05	1,00	5,00	0,05	0,05	mg/l como Cr*
Coliformes Totales	8,8	20 000	5 000	5 000	1 000	20 000	NMP/100 ml**
Coliformes Fecales	0	4 000	1 000	1 000	200	4 000	NMP/100 ml**
Oxígeno Disuelto	3	3	3	3	5	4	mg/l como O.D.
D.B.O.	5	5	15	10	10	10	mg/l como D.B.O.
Fenoles	0,0005	0,001	+0,001	-	0,002	0,002	mg/l como
Hierro	0,30	0,30	1,00	-	-	-	C6H50H*
Fluoruros	1,50	1,50	2,00	-	-	-	mg/l como Fe
Litio	-	-	-	5,00	+5,00	-	mg/l como F
Magnesio	-	-	150	-	-	-	mg/l como Li
Manganeso	0,10	0,10	0,50	-	-	-	mg/l como Mg
Mat. Ext. en Hexano (grasas)	1,50	1,50	0,50	0,00	No. Perc.	-	mg/l como Mn
Mercurio	0,002	0,002	0,01	-	0,0001	0,0002	mg/l*
Nitrato	0,01	0,01	0,10	-	-	-	mg/l como Hg*
Niquel	0,002	0,002	0,002	0,50	0,002	-	mg/l como N*
PH	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	-	mg/l como Ni*
Plata	0,05	0,05	0,05	-	-	-	Unidades
Plomo	0,05	0,05	0,10	-	0,01	0,03	mg/l como Ag.
P.C.B.	0,001	0,001	+0,001	-	0,002	0,002	mg/l como Pb*
Selenio	0,01	0,01	0,05	0,05	0,005	0,01	mg/l como PCB*
Sólidos Flotantes	0,00	0,00	0,00	Peq. Cant.	Moder.	-	mg/l como Se*
Sólidos Suspendidos	-	-	-	-	-	-	mg/l
Sulfatos	0,001	0,002	+0,005	-	0,002	0,002	mg/l como SO4
Sulfuros	5	5	25	-	0,020	0,002**	mg/l como S*
Zinc	-	-	-	-	-	-	mg/l como Zn

* Sustancias potencialmente peligrosas.

** Entendido como Valor Máximo en 80% de 5 ó 6 muestras mensuales.

La Ley General de Aguas aprobado por D.S. N° 261-69 AP con los siguientes textos:

Artículo 81.- Para los efectos de la aplicación del presente Reglamento la calidad de los cuerpos de agua en general ya sean terrestres o marítimas del país se clasificarán respecto a sus usos de la siguiente manera:

- I. Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- II. Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración aprobados por el Ministerio de Salud.
- III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
- IV. Aguas de Zonas Recreativas de contacto primario (baños y similares).
- V. Aguas de Zona de Pesca de mariscos Bivalvos.
- VI. Aguas de zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial.

Cuadro N° 14

Parámetros para agua potable según la oms

PARÁMETRO	EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS	OMS
A. PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS Y FISICOQUÍMICOS		
1. Color	TCU	15
2. Turbiedad	NTU	5
3. Concentraciones de Iones H.	Valor pH	6.5
4. Saturación con Oxígeno	% O2 sat	...
5. Dureza Total	Mg/LcaCO3	500
6. Alcalinidad	Mg/LHCO3	...
7. Calcio	Mg/Lca	75-200
8. Magnesio	Mg/LMg	30-150
9. Sodio	Mg/Lna	200
10. Potasio	Mg/LK	..
11. Aluminio	Mg/LAl	0.2
12. Cloruros	Mg/LCl	250
13. Sulfatos	Mg/LSO	400
14. Residuo de Evaporación (Sólidos Totales)	Mg/L(180°)	1000
B. PARÁMETROS PARA SUSTANCIAS NO DESEABLES (en altas concentraciones)		
15. Amonio	mg/LNH4	...
16. Nitratos	mg/LN	10
17. Nitritos	mg/LNO2	...
18. Hierro	mg/Lfe	0.3
19. Manganeseo	mg/LMn	0.1
20. Cobre	mg/LCu	1.0
21. Zinc	mg/LZn	5.0
22. Boro	mg/LB	...
23. Bario	mg/LBa	1.0
24. Fluoruros	mg/LF	1.5
25. Fósforo	mg/LP2O5	...
26. Sustancias Oxidables al KmnO-1	mg/LO2	...
27. Fenoles	ug/Fenol	10-20
28. Tensoactivos (act.al azul de M.)	ug/LALS	200-1000

29. Compuestos organoclorados	ug/L	...
30. Sustancias extraíbles con cloroformo (Residuo de evapor.)	mg/L	...
31. Cloro Residual**	mg/L Cl	mín.0.1
32. Grasa, Acolle Mineral	ug/L	
C. PARÁMETROS PARA SUSTANCIAS TOXICAS		
33. Arsénico	ug/Las	50
34. Cadmio	ug/LCd	5
35. Cloruros	ug/LCN	100
36. Cromo	ug/LCr	50
37. Mercurio	ug/LHg	1
38. Plomo	ug/LPb	50
39. Selenio	ug/LSo	10
40. Policíclicos aromáticos	ug/LSo	0.2
41. Pesticidas: total	ug/L	
Pesticidas: X sustancias	ug/L	

* Sin Parámetros

**Seg.Minist.Vivienda0.5-1

Actualmente el Río Piura no proporciona agua para consumo humano y el análisis de calidad de agua se hace en base a pruebas realizadas sobre muestras de agua potable tomadas en diferentes pozos de Piura y Castilla (**Cuadro N° 15**) indican que, en general, el agua subterránea presenta altos valores de salinidad y en algunos pozos existen altos niveles de dureza y cloruros, superiores al LMP. Un caso especial lo presenta el Pozo Miraflores en el distrito de Castilla (**Cuadro N° 15**) donde todos los parámetros exceden los LMP, es decir que la calidad de agua de este pozo es pésima, no apta para consumo humano.

Cuadro N° 15

Características de fuentes de agua de las Cuencas Chira-Piura

Localidad /Lugar de muestreo		turbiedad	Conductividad	alcalinidad	dureza	cloruros	sulfatos	nitratos	Sodio	Potasio
		UNT	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
CHIRA – PIURA										
Ingreso a planta de Sullana - Canal Chira Piura	May-97	47,0	215	88	112	7	36	1,64	14,9	1,80
Jr. Chorrillos s/n. Pozo de Catacaos	May-97	0,6	950	52	69	176	220	1,77	145	2,50
Planta El Arenal. Río Chira	May-97	6,8	1010	226	351	154	189	2,3	14,40	2,20
Reservorio de Talara. Proviene de El Arenal	May-97	3,8	1000	224	347	143	189	3,85	14,30	2,10
Pozo UCISA. Piura	May-97	0,7	2100	56	260	758	135	51,1	464	4,30
Pozo Parque Infantil	May-97	0,7	1700	60	378	615	119	41,6	304	3,90
Pozo Miraflores. Distrito de Castilla	May-97	0,9	3150	76	859	1088	401	80,7	505	6,80
Pozo N° 7 - Chulucanas	Ene-00	0,8	858	348	190	50	65	3,94	132	3,60
Pozo Vicus. Piura	Ene-00	1,7	3480	93,6	600	148	326	n.d	18,6	1,30
Localidad /Lugar de muestreo	Fecha	Cu	Fe	Mn	Zn	Al	Pb	Cd	As	Se
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L

CHIRA – PIURA										
Ingreso a planta de Sullana - Canal Chira Piura	May-97	< 0.02	1,78	0,05	< 0.01	n.d	< 0.0023	< 0.00022	n.d	n.d
Jr. Chorrillos s/n. Pozo de Catacaos	May-97	0,00	< 0.02	0,02	< 0.01	n.d	0,0026	< 0.00022	n.d	n.d
Planta El Arenal. Río Chira	May-97	< 0.02	0,58	0,06	< 0.01	n.d	< 0.0023	< 0.00022	n.d	n.d
Reservorio de Talara. Proviene de El Arenal	May-97	< 0.02	0,94	0,02	0,04	n.d	0,011	< 0.00022	n.d	n.d
Pozo UCISA. Piura	May-97	< 0.02	< 0.02	0,04	0,01	n.d	0,0048	0,0004	n.d	n.d
Pozo Parque Infantil	May-97	< 0.02	0,11	0,01	< 0.01	n.d	< 0.0023	< 0.00022	n.d	n.d
Pozo Miraflores. Distrito de Castilla	May-97	< 0.02	0,060	0,03	0,06	n.d	0,0049	< 0.00022	n.d	n.d
Pozo N° 7 - Chulucanas	Ene-00	< 0.02	< 0.02	0	< 0.01	n.d	< 0.0023	n.d	n.d	n.d
Pozo Vicus. Piura	Ene-00	< 0.02	0,217	0,014	0,012	n.d	< 0.0023	n.d	n.d	n.d

Cuadro N° 16
Parámetros físico - químico del río Piura

MUESTREO	FECHA	I			II			III			IV		
		18-19 Mayo 1984			18-19 Julio 1984			20 Setiembre 1984			24-25 Noviembre 1984		
PUNTOS DE MUESTREO	UNIDADES	1	2	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		PARAMETROS FISICOS											
Conductividad Eléctrica	Micromhos x cm	398,4	481,4	1328,0	507,6	225	320	165,2	444,2	1270,2	802,2	375,0	814,5
Temperatura	°C	29	29	28	26	26	25	34	30	25	34,0	32,0	23
Caudal	m ³ /s			16,90			6,96			1,85			0,74
Color	APHA				40	0	115	12	0	40	20	0	80
Turbides	PTU				10	0	35	4	0	10	9	0	28
Sólidos Totales Disueltos	ppm	249,0	300,9	830,0	317,2	140,6	200,0	728,2	902,6	793,9	501,4	859,4	1134,1
QUIMICOS													
Dureza Total	pm CaCO ₃	174,0	191,0	307,0	220,0	82,5	103,92	378,5	236,5	308,5	271,0	361,5	386,5
Dureza Cálcica	pm CaCO ₄	99,5	112,0	199,5	149,5	62,0	83,0	193,5	30,5	189,5	119,378,	188,5	238,5
Alcalinidad Total	pm CaCO ₅	311,0	303,0	340,0	154,0	124,0	191,0	266	537	227,0	7	464,0	236,0
Ph	-	7,8	191,0	7,2	7,4	7,3	7,4	7,8	7,8	7,5	8,0	8,3	8,0
b2 Disuelto	pm O ₂	11,2	112,0	8,0	9,8	9,4	8,0	13,0	10,0	8,0	12,0	9,0	8,0
% de Saturación del O ₂	%	108,5	303,0	56,7	119,5	114,6	94,1	185,7	129,9	94,1	166,7	121,6	90,9
CO ₂	pm CO ₂	9,4	2,8	37,2	10,0	8,0	4,0	15,0	10,0	30,0	2,0	4,0	30

3.12.11 Uso del Agua

a. Uso Poblacional

■ Fuente de Información Base

La información base para la estimación de la Población de las Provincias de Sullana, Ayabaca y Paita ubicadas en la Cuenca del río Chira y para la población de las provincias de Piura y Sechura ubicadas en la Cuenca del río Piura, ha sido suministrada por el Informe del Diagnóstico Consolidado de la Cuenca de Gestión Chira – Piura. Así también en el mismo Diagnóstico, se asume que el consumo por habitante en el ámbito urbano es de 155 litros/habitante/día y 94 litros/habitante/día en el ámbito rural y que los porcentajes de la población según el ámbito urbano y rural son los siguientes:

Provincias	Población Urbana	Población Rural
Piura	85,60 %	14,40 %
Ayabaca	10,50 %	89,50 %
Huancabamba	12,10 %	87,90 %
Chulucanas	56,40 %	43,60 %
Paita	82,90 %	7,10 %
Sullana	88,30 %	11,70 %
Talara	99,10 %	0,90 %
Sechura	91,10 %	8,90 %

Adicionalmente se ha tenido en cuenta el Plan Maestro de la EPS Grau, Volumen III para los años 2000 - 2025.

■ Población:

La Población de las Cuencas Chira y Piura en el año 2000 y Proyectadas al 2005, 2010 y 2020 se presenta en el Cuadro N° 17.

b. Demanda Mensual de Agua para Uso Poblacional

En el Cuadro N° 18 se presenta la Demanda de Agua para Uso Poblacional de la Cuenca en estudio para los años 2000, 2005, 2010 y 2020, la que se presenta en forma mensualizada en el Cuadro N° 19.

Debido a que se ha dividido el área de riego en 5 sectores, la demanda de agua se ha calculado separadamente para la población orientada en cada sector.

Cuadro N° 17

Población Cuenca Chira-Piura 2000-2020 (n° de habitantes)

Provincias y Distritos	2000	2005	2010	2020
1. Cuenca Baja Chira				
1.1 Sullana sin Lancones	333 737	444 513	589 268	1 025 800
1.2 Talara (La Brea)	20 155	26 845	35 587	61 950
1.3 Paita	114 381	152 347	201 959	351 571
Total Cuenca Baja	468 273	623 705	826 814	1 439 321
2. Cuenca Alta Chira				
2.1 Ayabaca	197 442	262 978	348 616	606 872
2.2 Lancones	18 957	25 249	33 471	58 266
Total Cuenca Alta	216 399	288 227	382 087	665 138
3. Medio y Bajo Piura				
3.1 Piura	620 780	826 832	1 096 088	1 908 074
Total Medio y Bajo Piura	620 780	826 832	1 096 088	1 908 074
4. Sechura				
4.1 Sechura	60 453	80 519	106 740	185 813
Total Sechura	60 453	80 519	106 740	185 813
5. San Lorenzo				
5.1 Las Lomas y Tambogrande	130 041	173 205	229 609	399 704
Total Las Lomas y Tambogrande	130 041	173 205	229 609	399 704
6. Alto Piura				
6.1 Chulucanas	15 821	21 072	27 934	48 628
6.2 Huancabamba	134 264	178 829	237 064	412 682
Total Alto Piura	150 085	199 901	264 998	461 310

Fuente : *Elaboración propia.*

CUADRO Nº 18:

CUADRO 18

CUADRO 19

3.12.12 Demanda Agrícola

a. Fuente de Información Base

La demanda agrícola se ha calculado en base a la información proporcionada por el Proyecto Especial Chira-Piura en el Diagnóstico y de otras fuentes como son las Juntas de Usuarios del Valle del Chira, de Sechura y de Medio y Bajo Piura que han suministrado información referente a los planes de cultivo y riego de los años 2000-2001 y 2001-2002 (cédulas, módulos de riego, eficiencias, usuarios con régimen de licencia y permiso).

b. Superficie Irrigable Disponible

Según la información de las Juntas de Usuarios de la cuenca de gestión Chira-Piura en el sector Peruano y específicamente el área tratada en el Diagnóstico que se beneficia con el Reservorio Poechos, corresponden al valle del Chira, Medio y Bajo Piura y Sechura, a lo que se debe incluir los sectores de San Lorenzo, que utiliza las aguas de los ríos Quiroz y Chipillico que son reguladas en el reservorio San Lorenzo, y de Alto Piura, es el sector no regulado de la cuenca del río Piura. Las áreas totales y bajo riego actual de estos 5 sectores según esta fuente son las siguientes:

Sector	Área Total (ha)	Área Bajo Riego (ha)
Chira	38 901	36 086
Medio y Bajo Piura	34 882	27 485
Sechura	14 632	11 405
San Lorenzo	57 498	41 550
Alto Piura	30 871	25 709
TOTAL	176 784	142 235

Dentro de estas áreas totales se encuentran afectadas por salinidad las siguientes:

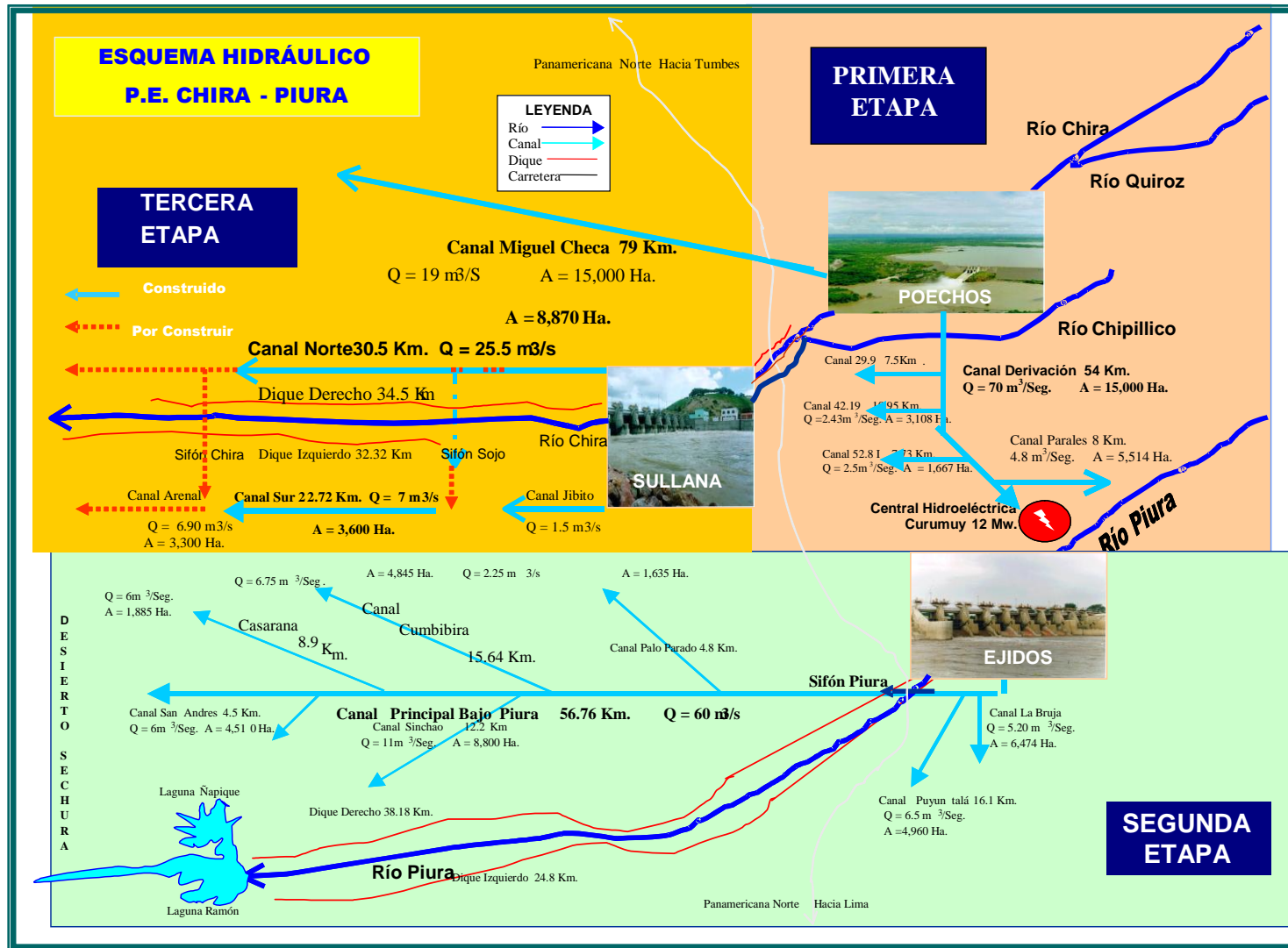
Sector	Área Salinizada (ha)
Chira	1 200
Medio y Bajo Piura	8 892
Sechura	3 709
San Lorenzo	11 289
Alto Piura	-
TOTAL	25 090

Estas superficies podrían rehabilitarse, con Proyectos de recuperación, lo cual no será limitante para considerar como área disponible al total de 176 784 ha según esta fuente.

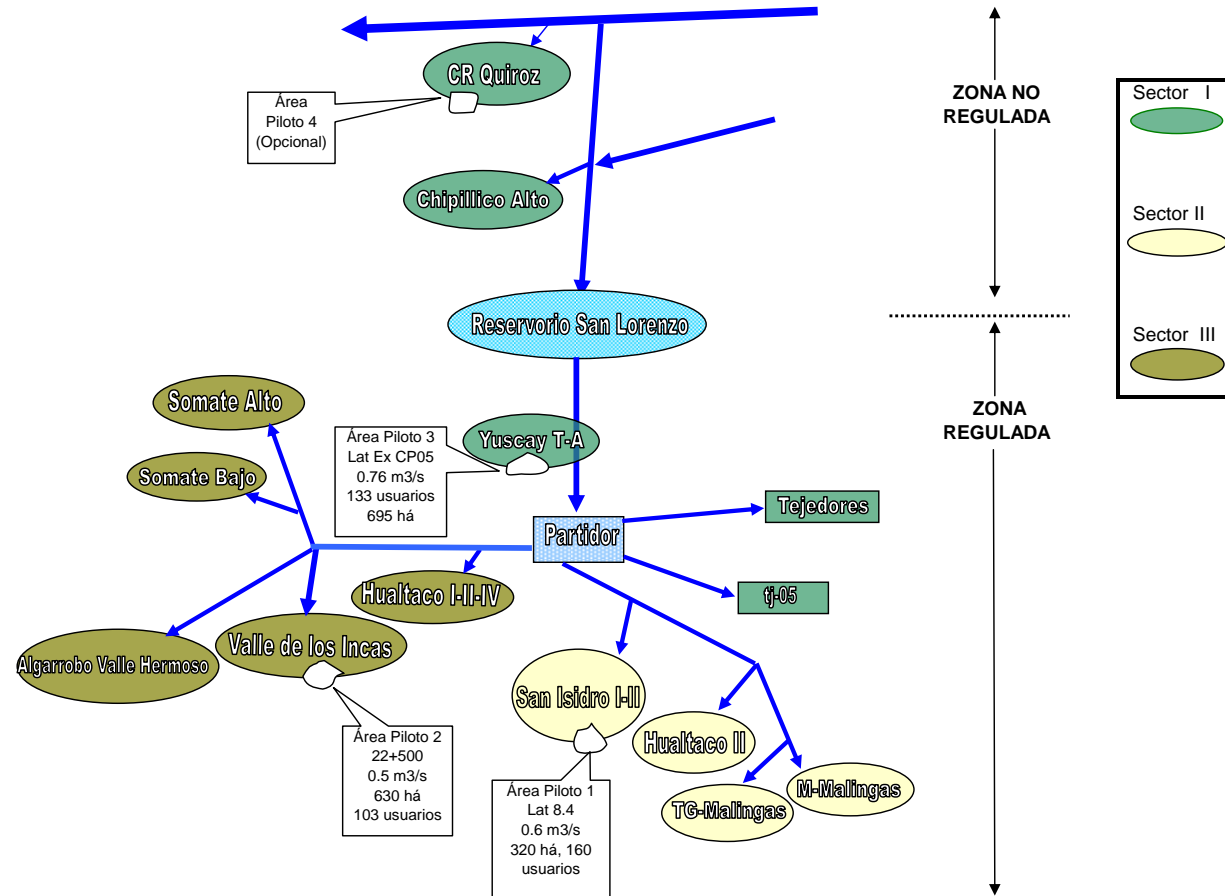
El Proyecto Chira-Piura tiene entre sus metas el mejoramiento de riego de 82 304 ha y la incorporación de 36 940 ha, lo que hace un total de 119 244 ha en sus tres etapas de desarrollo, de las cuales ya se han ejecutado las dos primeras etapas y la primera fase de la III Etapa. La segunda fase de la III Etapa comprende el desarrollo de los sectores Canal Norte, Canal Sur, Canal Capilla-Jibito, Canal El Arenal y Canal Miguel Checa en el Valle del Chira y los sectores Congorá y Cieneguillo Curumuy en el intervalle Chira-Piura.

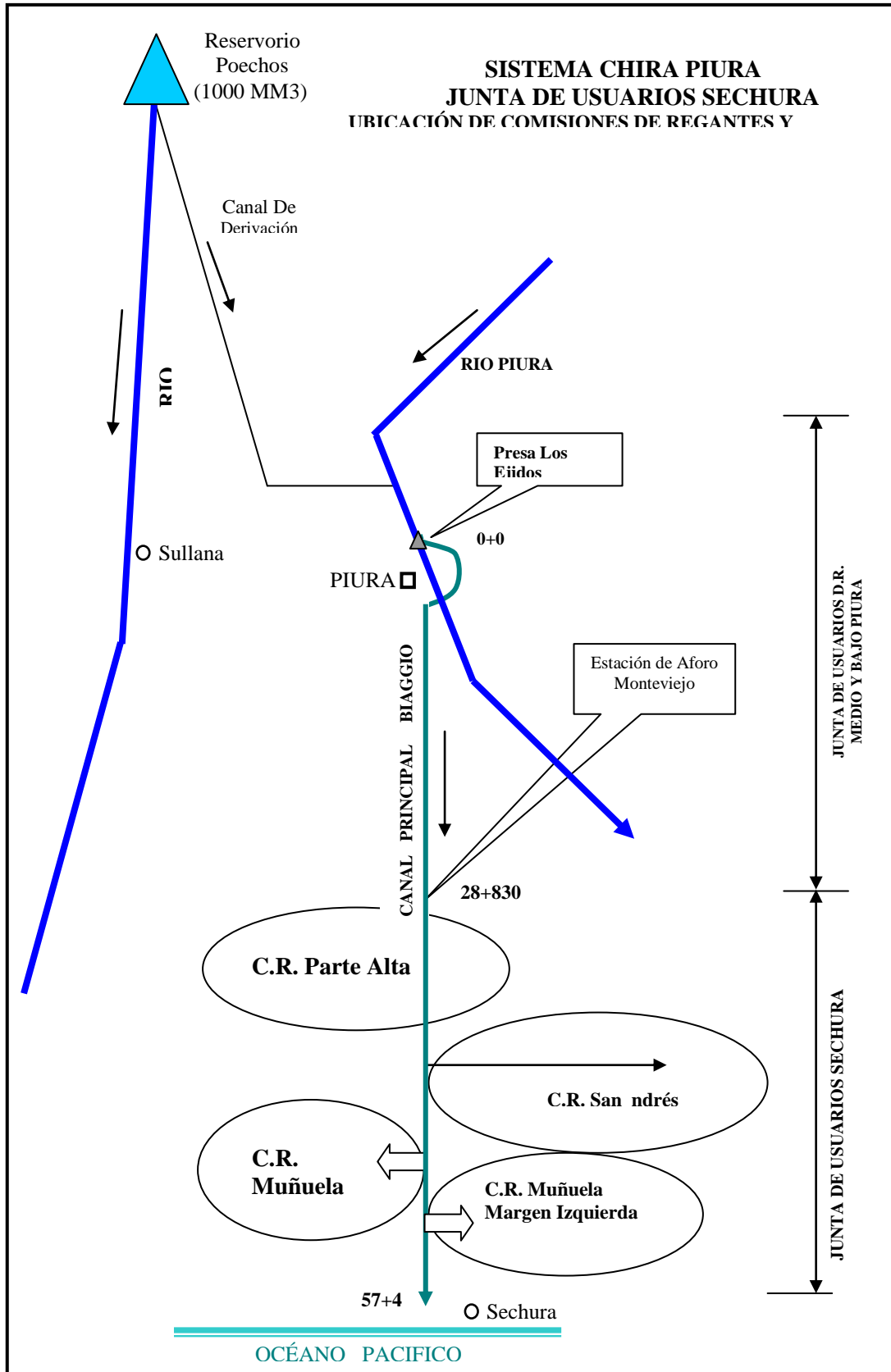
En el Cuadro N° 20 se presenta las áreas discriminadas del Proyecto Chira-Piura de donde se deduce que con las obras de la III Etapa (Fase 2) serán mejoradas 24 155 ha y se incorporan 21 865 ha de las cuales 16 677 ha corresponden al intervalle y 5188 ha en el valle del Chira.

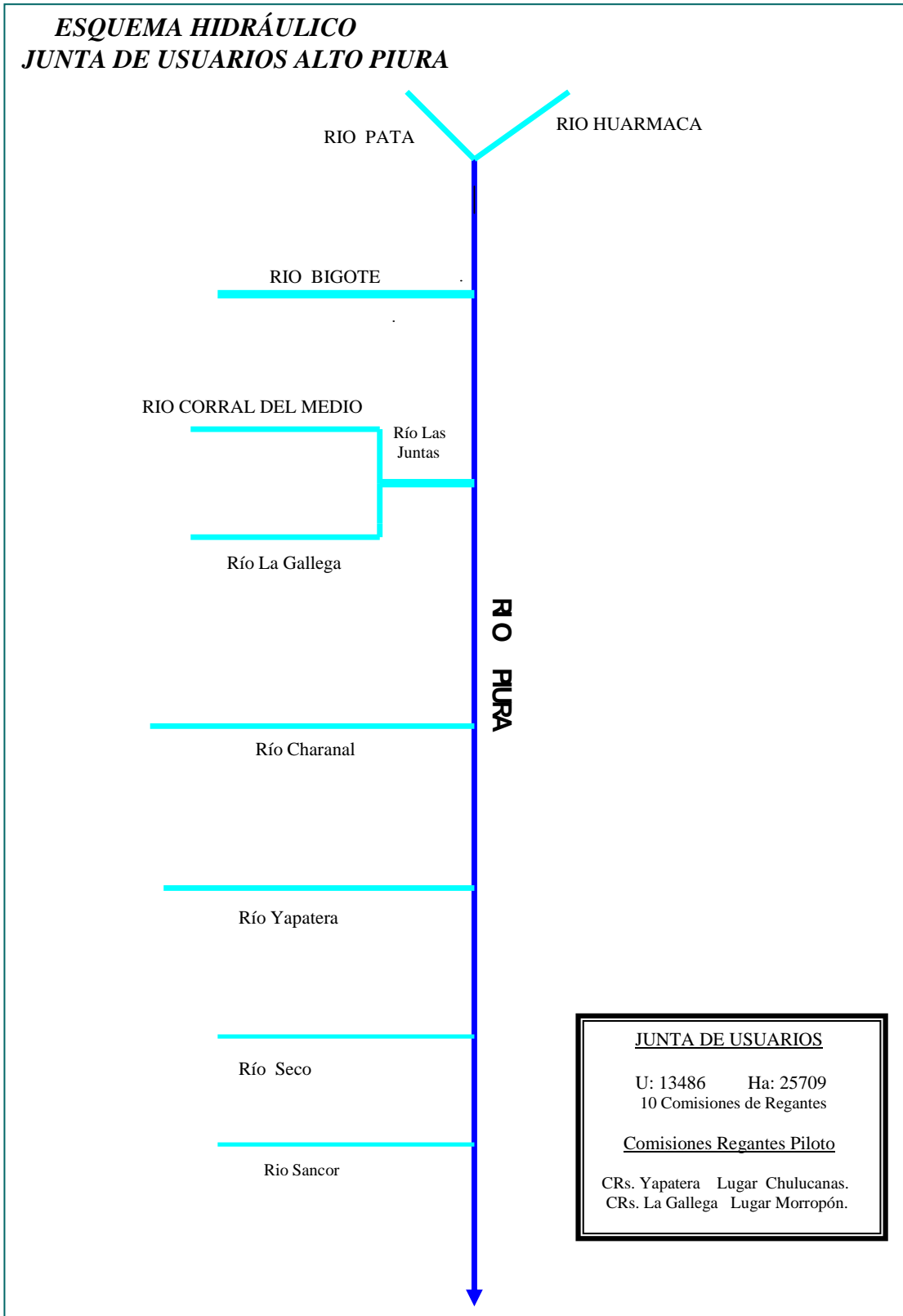
ESQUEMA HIDRAULICO – PROYECTO CHIRA-PIURA



AREAS PILOTO DE LA JUNTA DE USUARIOS DE SAN LORENZO







Cuadro N° 20*Áreas mejoradas e incorporadas al riego en el proyecto especial Chira-Piura*

DESCRIPCIÓN		METAS TOTALES (ha)		
		Áreas a Mejorar	Áreas a Incorporar	TOTAL
I E T A P A	Fase 1			
	Valle / Sector			
	Medio Piura	4 914	1 500	6 414
	M.D. del Canal de Derivación	6 048	3 000	9 048
	Fase 2			
	Valle / Sector			
	Cieneguillo	0	5 422	5 422
	Canal Parales	0	600	600
	SUB TOTAL	10 962	10 522	21 484
II E T A P A	Fase 1			
	Valle / Sector			
	Bajo Piura	35 615	1 411	37 026
	Cieneguillo	0	3 142	3 142
	SUB TOTAL	35 615	4 553	40 168
III E T A P A	Fase 1			
	Valle / Sector			
	Canal Miguel Checa	11 572	0	11 572
	Fase 2			
	Valle / Sector			
	Canal Norte	8 870	0	8 870
	Canal Sur	3 600	1 110	4 710
	Canal Capilla-Jibito	1 020	0	1 020
	Canal El Arenal	4 990	650	5 640
	Cieneguillo-Curumuy	5 675	1 677	7 352
	Congorá	0	15 000	15 000
	Canal Miguel Checa	0	3 428	3 428
	SUB TOTAL	35 727	21 865	57 592
TOTAL GENERAL		82 304	36 940	119 244

Las áreas totales disponibles para los sectores Chira, Medio y Bajo Piura y Sechura de acuerdo al Proyecto son las siguientes:

ETAPAS	Área de Mejoramiento (ha)	Áreas Nuevas (ha)		ÁREA TOTAL
		Incorporadas	Por Incorporar	
I Etapa	10 962	6 022	4 500	21 484
II Etapa	35 615	1 411	3 142	40 168
III Etapa	35 727	1 677	20 188	57 592
TOTALES	82 304	9 110	27 830	119 244

A la fecha ya se han incorporado algunas áreas nuevas al sistema quedando un saldo programado en el año 2001 de 3 418 ha y en el periodo 2002-2006 un total de 25 070 ha lo que hace un total de 28 488 ha por incorporar. El desarrollo de la III Etapa del Proyecto permitirá incorporar unas 20 846 ha tanto en el valle del Chira (Canal Sur, Canal El Arenal y Canal Miguel Checa) y en el sector de intercuenas (Cieneguillo-Curumuy y Congora); de estas áreas solo se considera de desarrollo inmediato las correspondientes al Canal Miguel Checa (3 428 ha) y las demás serán desarrolladas en el mediano y largo plazo, previa mejora de las eficiencias en el sistema Chira-Piura.

La disponibilidad actual de tierras en el Proyecto Chira-Piura por sectores es la siguiente:

SECTOR	Área Bajo Riego (ha)	Áreas Nuevas (ha)	TOTAL (ha)
Chira	30 052	5 188	35 240
Canal de Derivación (Intercuenas)	19 422	21 142	40 564
Medio y Bajo Piura	27 308	1 500	28 808
Sechura	14 632	0	14 632
TOTAL	91 414	27 830	119 244

Proyecto Anchalay-Suyo

Del mismo modo en el lado Peruano, aguas arriba de la Presa Poechos tenemos el Proyecto Anchalay-Suyo, para la incorporación al riego de 6 000 ha.

a. Áreas realmente sembradas

En la Cuenca de Gestión Chira-Piura, parte peruana, las áreas sembradas actualmente (año 2001-2002) ascienden a 104 105 ha como se indica en el **Cuadro N° N° 22**.

A excepción de Alto Piura donde no hay segunda campaña, en los demás sectores sí realizan segunda campaña porque son regulados.

b. Usuarios de Agua (Licencia y Permiso)

En el **Cuadro N° 22** se indican las áreas totales con aptitud agrícola y las áreas bajo riego, así como su condición con respecto a derechos de riego (licencia o permiso) observándose que sólo en San Lorenzo es importante el área de permiso a pesar que tiene agua permanente (la zona de Paimas). En la cuenca de gestión también 69 023 usuarios.

c. Cédula de Cultivo Tipo

Las cédulas de cultivo actual, así como las proyectadas a corto, mediano y largo plazo se han separado por cada distrito o sub-distrito de riego, los que de antemano se consideran los bloques de uso del agua; estos son: Chira, Medio y Bajo Piura, Sechura, San Lorenzo y Alto Piura, los mismos que son operados por las respectivas Junta de Usuarios. Para efectos de entrega en bloques se ha agregado un sector que corresponde a las áreas intercuenas (Cieneguillo, Parales y Congorá) que se ha denominado Canal de Derivación Daniel Escobar.

Las cédulas de la cuenca Chira-Piura, por bloques, para la situación actual, a corto, mediano y largo plazo, se han elaborado en base al supuesto desarrollo de tierras de los Proyectos Chira-Piura, San Lorenzo y Alto Piura tal como se indican en el **Cuadro N° 23**. Estas cédulas se presentan en los **Cuadros N° 24, 25 y 26**.

3.12.13 Demanda Mensual de Agua

a. Módulos de Riego Actuales

Los módulos actuales de riego que sirven para el reparto del agua en las fincas por sectores, se han resumido en el **Cuadro N° 27**.

b. Eficiencias Actuales y Propuestas Utilizadas

En la cuenca de gestión Chira-Piura, según información de los PCR para el año 2001-2002, los usuarios de riego, en el cálculo de las demandas utilizan las eficiencias de conducción y distribución conjunta siguiente:

Junta Usuarios	Eficiencia Conducción y Distribución (%)
- Chira	85 % (Conducción)
- Medio y Bajo Piura	70,9 %
- Sechura	65 %
- San Lorenzo	95 % (Distribución) 46 % (En todo el Sistema)
- Alto Piura	70 % (Conducción y Distribución)

Es necesario indicar que estas eficiencias son incompletas y difieren de la realidad por lo que ATA ha propuesto al II Conversatorio del “Plan de Gestión de la Oferta del Agua en el Proyecto Chira-Piura”, eficiencias actuales con las cuales se ha realizado el cálculo de las demandas de agua para los diferentes escenarios propuestos que contemplan también la propuesta de mejora para los años **2010 y 2020**. **Las eficiencias propuestas se presentan en el Cuadro N° 28.**

c. Demandas Actuales

Las demandas agrícolas actuales calculadas se han calculado de acuerdo a la metodología del PCR 2001-2002 de las Juntas de Usuarios, con los módulos respectivos para los sectores definidos en la cuenca, considerando solo las eficiencias de conducción y distribución ya que los módulos incluyen la eficiencia de aplicación, de esta manera las demandas actuales para cada sector, sin variar las condiciones imperantes de manejo de agua, para las cédulas actuales y proyectadas a corto, mediano y largo plazo, se indican en el **Cuadro N° 29.**

Cuadro N° 21

Áreas de licencia y permiso cuenca Chira-Piura

JUNTA DE USUARIOS	ÁREA TOTAL CON APTITUD AGRÍCOLA (HA)	ÁREA BAJO RIEGO				ÁREA ACTUAL CULTIVADA (HA)
		TOTAL	LICENCIA	PERMISO	USUARIOS	
CHIRA	37 487,00	34 762,00	34 611,00	151,00	16 658,00	29 588,00
MEDIO Y BAJO PIURA	32 665,00	27 470,00	27 597,00	219,00	19 700,00	18 096,00
SECHURA	14 632,00	11 405,00	11 405,00	0,00	11 573,00	11 373,00
SAN LORENZO	57 498,00	41 550,00	39 411,00	2 139,00	7 606,00	27 959,00
ALTO PIURA	30 871,00	25 709,00	25 709,00	0,00	13 486,00	17 089,00
TOTAL	173 153,00	140 896,00	138 733,00	2 509,00	69 023,00	104 105,00

FUENTE: JU Usuarios de los Distritos de Riego Chira, Medio y Bajo Piura, Sechura, San Lorenzo y Alto Piura, datos de Diciembre del 2000.

d. Demandas con Plan de Gestión

Las demandas reales se han estimado a partir de las cédulas actuales y propuestas para los escenarios 2001, 2005, 2010 y 2020 de los **Cuadros N° 24, 25, 26** utilizando la evapotranspiración potencial calculada por métodos de acuerdo a la información disponible, habiéndose seleccionado el método del CROPWAT para las estaciones de Mallares, Miraflores y Tejedores, que se presentan en los **Cuadros N° 29, 10 y 11**, por cuanto es el método mas

utilizado debido a la mayor aproximación de sus resultados a los valores reales de ETP.

Las eficiencias utilizadas corresponden a las propuestas para los respectivos periodos o escenarios, indicados en el **Cuadro N° 28**.

Las demandas agrícolas reales calculadas se resumen en el **Cuadro N° 12**.

Las demandas de agua de los Proyectos Zapotillo y Anchalay-Suyo se presentan en el **Cuadro N° 13** y corresponde a información proveniente del PECHP y al Estudio de Factibilidad y Diseño Definitivo del Proyecto Zapotillo.

e. Reajuste de la Demanda de riego por ascenso capilar

En el área de riego del Proyecto Chira-Piura se ha establecido la existencia de aproximadamente 53 808 ha con problemas de drenaje y salinidad de los suelos, este último por excesivo ascenso capilar de agua proveniente del freático salino.

Cuadro N° 22

Áreas a desarrollar en los Periodos 2000, 2005, 2010 y 2020
Cuenca Chira-Piura

SECTORES	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA BAJO RIEGO (ha)	PROGRAMA DE INCORPORACIÓN			
			AÑO 2001-2002 (ha)	AÑO 2002-2005 (ha)	AÑO 2005-2010 (ha)	AÑO 2010-2020 (ha)
Chira	35 240	30 052	23 812	27 240	31 812	35 240
Canal de Derivación	40 564	19 422	6 330	19 422	22 564	40 564
Medio y Bajo Piura	28 808	27 308	12 212	25 666	28 808	28 808
Sechura	14 632	11 405	7 244	7 244	11 405	14 632
SUB TOTAL 1	119 244	88 187	49 598	79 572	94 589	119 244
San Lorenzo	57 498	41 550	23 676	23 676	41 550	57 498
Alto Piura	30 871	25 709	17 089	17 089	25 709	30 871
SUB TOTAL 2	88 369	67 259	40 765	40 765	67 259	88 369
TOTAL	207 613	155 446	90 363	120 337	161 848	207 613

NOTA: La incorporación de áreas nuevas será como sigue:

Escenario 2002-2005: 3 428 ha en el Canal Miguel Checa

Escenario 2005-2010: 6 402 ha en Cieneguillo, Medio Piura y III Etapa Chira-Piura

Escenario 2010-2020: 18 000 ha de Congorá y M.D. Canal de Derivación

TOTAL: 27 830 ha

Estas áreas se encuentran ubicadas en las partes bajas y menor pendientes de los valles (sectores de riego Bajo Piura, Sechura y margen derecho e izquierdo del sector de riego Chira).

En estos sectores el nivel freático durante el periodo de riego asciende ubicándose a profundidades menores a profundidad menores a 2 m, de tal manera que siendo los suelos de textura media a fina, el ascenso capilar se constituye en una fuente de agua para los cultivos. En algunas áreas se llega a obtener cosechas sin riego, especialmente en la segunda campaña del año.

Por lo señalado, el cálculo de la demanda de riego debe ser reajustada, considerando el aporte por ascenso capilar cuyos valores se estiman de la siguiente manera.

Profundidad de la Napa Freática (m)	Ascenso Capilar mm/día
2 – 3	0,5
1 – 2	1,0
< 1	3,0

En el Cuadro N° 34 se presenta el cálculo de la menor demanda de riego en los dos valles, específicamente para los sectores con mayor presencia de nivel freático superficial.

CUADRO 23

CUADRO 24

CUADRO 25

Cuadro N° 26

Coeficientes o módulos de riego actuales
POR SECTORES (m³/ha)

CULTIVO	CHIRA	MEDIO Y BAJO PIURA	SECHURA	SAN LORENZO	ALTO PIURA
Arroz	20 000	22 000	21 600	15 000	17 500
Algodón	13 000	14 000	12 800	10 500	10 800
Alfalfa	19 800				
Camote	6 000	9 000	9 000		9 000
Cebolla	6 500	8 000	8 000	8 000	
Cocotero	18 000				
Espárrago	15 500				
Flores	13 000	15 600	15 600		
Frijol	7 000	6 000	6 000	5 200	6 000
Frutales	15 600	15 600	15 600	8 800	12 800
Girasol	4 200				
Hortalizas	8 000	8 000	8 000	8 200	8 000
Limón Sutil	18 000			10 980	
Maíz	8 000	7 000	8 000	6 800	6 800
Marigold	10 000	10 000		9 180	
Melón/Sandía	7 500	9 200	9 200	6 800	9 200
Papaya	18 000			10 980	
Pastos	18 000		15 600	19 440	16 800
Plátano	22 000			19 440	
Sorgo	7 000	9 000	9 000	6 800	
Tomate	8 000	8 000	8 000		
Vid	15 000				
Yuca	13 000	13 000		16 000	10 800

Estos módulos incluyen el machaco o remojo que se aplica en el primer riego

Cuadro N° 27

Eficiencia actuales y proyectadas cuenca de gestión
Chira-piura (en %)

SECTOR O BLOQUE	PERIODO 2002-2205			PERIODO 2205-2010			PERIODO 2010-2020		
	En punto de entrega al bloque	En el bloque	Eficiencia totales (%)	En punto de entrega al bloque	En el bloque	Eficiencia s totales (%)	En punto de entrega al bloque	En el bloque	Eficiencia s totales (%)
CHIRA	56,6	50,7	28,69	64,2	53	34	90	50	45
MEDIO Y BAJO PIURA	74,0	46,4	34,34	80	50	40	90,9	55	50
SECHURA	78,8	41,98	32,60	82,0	46,34	38	90	53,33	48
SAN LORENZO	77,0	44,3	34,11	85	47	40	96,2	52	50
ALTO PIURA	67,0	42,6	28,54	75,6	45	34	90,0	50	45

Fuente: Datos propuestos II Conversatorio del "Plan de Gestión de la Oferta del Agua en el Proyecto Chira-Piura Marzo 2002"

Cuadro N° 28

Demandas agrícolas actuales para 2005, 2010 y 2020
Con las condiciones actuales de manejo

ESCENARIOS	SECTORES	MESES												TOTAL ANUAL (MMC)	MODULO PONDERADO ANUAL (m ³ /ha)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
2001-2005	CHIRA	108,73	144,60	136,02	142,80	119,77	81,88	68,23	103,78	90,60	101,49	89,99	66,07	253,96 ¹	37 012
	MEDIO Y BAJO PIURA	33,75	32,39	71,54	68,74	55,60	51,70	15,01	29,97	72,80	67,21	53,71	49,28	601,71	33 250
	CANAL DE DERIVAC.	7,32	8,21	8,32	6,82	6,27	6,26	5,71	7,50	5,50	6,53	6,53	6,99	81,96	30 020
	SECHURA	21,92	49,85	41,18	39,94	36,03	7,14	5,52	13,55	50,95	41,54	36,76	35,54	379,92	33 407
	SAN LORENZO	70,86	54,16	49,37	57,17	31,27	31,14	23,26	72,06	45,61	45,65	43,15	23,11	546,82	19 558
	ALTO PIURA	63,87	66,55	66,96	50,06	33,98	39,74	31,06	24,25	19,19	17,40	15,54	15,57	444,17	25 992
2005-2010	CHIRA	114,09	137,21	136,28	147,10	126,40	94,73	66,43	99,73	97,94	110,11	99,04	70,00	299,08 ¹	32 669
	MEDIO Y BAJO PIURA	70,92	66,86	92,26	94,44	66,93	57,46	28,21	81,57	86,17	96,70	68,49	48,84	858,84	23 863
	CANAL DE DERIVAC.	42,22	37,93	67,18	58,52	58,61	44,17	30,27	35,47	36,06	41,25	43,23	28,94	523,86	21 576
	SECHURA	33,84	58,08	49,91	50,25	40,13	11,78	9,16	19,86	48,59	41,61	36,31	31,22	430,74	26 980
	SAN LORENZO	121,68	94,11	81,37	117,44	73,51	55,18	31,83	104,54	64,08	64,37	51,43	30,73	890,26	17 855
	ALTO PIURA	110,50	105,83	106,22	82,33	63,92	85,76	67,97	51,18	39,45	32,77	26,71	28,27	800,92	23 965
2010-2020	CHIRA	113,20	127,80	138,78	157,62	133,18	103,19	57,59	84,89	91,16	102,17	91,04	68,82	269,44 ¹	28 818
	MEDIO Y BAJO PIURA	85,65	77,20	95,29	101,95	70,07	57,86	32,65	91,01	83,11	98,09	66,90	44,85	904,61	22 430
	CANAL DE DERIVAC.	93,86	86,02	139,46	115,56	111,20	92,57	65,89	68,75	85,25	100,15	114,05	78,92	151,68 ¹	22 713
	SECHURA	37,75	61,81	54,42	55,39	40,95	13,51	20,49	34,59	43,36	45,32	31,58	18,44	457,60	22 339
	SAN LORENZO	132,07	142,90	109,57	160,05	107,51	89,63	43,46	136,16	83,97	84,26	62,24	41,56	193,39 ¹	17 296
	ALTO PIURA	113,52	122,63	114,58	89,77	71,13	109,28	90,18	70,26	51,48	42,27	33,13	30,76	938,97	23 398

Cuadro N° 29**Cálculo de la evapotranspiración potencial**

(mames)

Nombre de Estación **Mallares** Dpto. **Piura** Longit. **80°43'53"**
 Categoría de Estación **MAO** Prov. **Sullana** Latitud **04°51'25"**
 Cuenca **Chira** Dist. **Marcavelica** Altitud **45,00** m s.n.m.
 Período de Registro: **1972-2000** (Temp.) Norte **9 463 137.010** Este **529 784.389** Fuente **SENAMHI**

Fórmulas Empleadas	Meses												Total Anual (mm)
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Thornthwaite	137,93	137,86	147,65	126,79	105,56	84,59	76,16	74,78	76,72	86,14	93,84	117,92	1265,95
Jensen e Haise-1 (n)	136,94	126,60	146,22	130,58	116,38	99,42	99,31	110,44	118,53	128,81	129,66	136,23	1479,12
Jensen e Haise-2 (n)	180,03	167,63	192,50	171,32	151,93	129,56	128,40	142,34	152,57	166,84	168,04	177,77	1928,94
Jensen e Haise-3 (Rs)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hargreaves-1 (HR)	173,81	154,92	166,68	145,21	129,83	111,52	114,20	124,16	135,17	151,05	151,56	165,02	1723,12
Hargreaves-3 (n)	156,00	143,53	165,20	150,09	135,71	117,00	119,16	132,04	139,57	151,56	150,92	157,09	1717,87
Hargreaves-4 (HR)	182,62	163,40	175,78	152,86	136,86	116,93	120,53	129,98	142,81	158,55	159,74	173,02	1813,09
Blaney e Criddle	117,80	109,20	120,90	108,00	105,40	96,00	96,10	96,10	93,00	105,40	105,00	111,60	1264,50
CROPWAT	186,00	162,40	173,60	156,00	145,70	123,00	127,10	142,60	156,00	170,50	171,00	182,90	1896,80
Promedio	158,89	145,69	161,07	142,61	128,42	109,75	110,12	119,05	126,80	139,86	141,22	152,69	1636,17

Elaborado por: ATA.SA

Cuadro N° 30**Cálculo de la evapotranspiración potencial
(mm/mes)**

Nombre de Estación **Miraflores** Dpto. **Piura** Longit. **80°36'51"**
 Categoría de Estación **MAP** Prov. **Piura** Latitud **05°10'00"**
 Cuenca **Piura** Dist. **Castilla** Altitud **30,00** m s.n.m.
 Período de Registro: **1972-2000** (Temp) Norte **9 428 893.336** Este **542 762.397** Fuente **SENAMHI**

Fórmulas Empleadas	Meses												Total Anual (mm)
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Thornthwaite	138,30	142,38	152,50	128,37	102,27	79,89	70,93	69,65	71,54	81,52	90,03	115,86	1243,23
Jensen e Haise-1 (n)	143,19	131,25	149,09	135,25	118,72	100,05	99,61	108,97	119,06	130,10	130,42	140,24	1505,95
Jensen e Haise-2 (n)	184,66	170,75	193,02	174,11	151,77	127,63	125,99	137,53	149,93	165,03	165,66	179,46	1925,54
Jensen e Haise-3 (Rs)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hargreaves-1 (HR)	177,12	163,97	173,13	150,02	130,48	109,59	111,91	121,96	132,87	146,94	150,68	165,21	1733,87
Hargreaves-3 (n)	159,99	145,88	165,10	152,31	136,17	116,01	117,95	128,69	138,30	150,82	149,80	158,89	1719,91
Hargreaves-4 (HR)	186,05	172,62	182,54	157,79	137,41	114,79	118,54	127,52	140,47	154,14	158,69	172,93	1823,50
Blaney e Criddle	117,80	112,00	120,90	108,00	102,30	96,00	96,10	96,10	96,00	102,30	102,00	111,60	1261,10
CROPWAT	192,20	173,60	189,10	174,00	158,10	129,00	130,20	142,60	159,00	170,50	171,00	186,00	1975,30
Promedio	162,41	151,56	165,67	147,48	129,65	109,12	108,90	116,63	125,90	137,67	139,78	153,77	1648,55

Elaborado por: ATA.SA

CUADRO 31

CUADRO 32

CUADRO 33

Cuadro 34

3.12.14 Administración de las Aguas

a. Análisis de la Problemática Existente

La eficiencia en el uso del agua para riego no se basa exclusivamente en aspectos técnicos si no también en aspectos administrativos y prueba de ello es el deterioro de muchas hectáreas en proyectos técnicamente bien diseñados pero debido a una mala Administración del Recurso Hídrico hoy se encuentran con serios conflictos para la distribución del agua y aun mas con problemas de salinización en muchas hectáreas por efectos de un mal drenaje. En tal sentido, es necesario mejorar la capacidad institucional para la gestión del agua dotándola de mecanismos legales, normativos y administrativos que le permitan una eficiente tarea de gestión del agua a nivel nacional, regional y local.

De manera general, en el aspecto institucional se presentan los siguientes problemas:

- Diferentes instituciones, de diferentes sectores manejan el recurso hídrico en una misma cuenca hidrográfica, sin la debida coordinación.
- Decisiones tomadas por un usuario, afectan a otros usuarios en cuanto a la calidad, cantidad y oportunidad del recurso hídrico, generándose conflictos y perjuicios al recurso, no habiendo la Institución responsable de resolverlos. Esto sucede generalmente en los sistemas de riego no regulados como el medio y alto Piura.
- Falta de coordinación entre sectores.
- La responsabilidad del uso racional del recurso hídrico y proponer políticas para el aprovechamiento sostenible la tiene el Sector Agricultura. Pero, este sector no tiene ingerencia sobre los otros sectores, que también manejan el recurso.
- Cada sector elabora sus proyectos en forma aislada, considerando que siempre existirán recursos hídricos para sus proyectos.
- Las actuales Autoridades Autónomas tienen dificultades técnicas, económicas, financieras, legales, etc., por tanto no cumplen su función en forma debida.
- El manejo sectorial e ineficiente del recurso hídrico con cobertura administrativa de sólo una parte de la cuenca.
- La falta de un marco legal coherente en el uso, manejo, conservación y preservación de los recursos hídricos.
- La existencia de instituciones débiles en materia de autoridad y falta de representatividad de los usuarios de agua.
- La carencia de mecanismos de financiamiento adecuados que permitan el uso, manejo, conservación y preservación en forma eficiente tanto de la oferta como de la demanda de agua.
- La presencia de grupos de poder y/o el hecho de que prevalecen algunos sectores dominantes sobre otros en materia de asignación de la oferta hídrica.
- La baja eficiencia en el uso y manejo del agua, especialmente en el sector agrícola al cual están asociados los problemas de mal drenaje, salinidad, degradación de los suelos y de la calidad de agua, desertificación de áreas, y en general, de la conservación y preservación del recurso hídrico.

- La inexistencia de una explotación racional y equilibrada de las fuentes de agua superficial y subterránea.
- Las limitaciones de carácter legal que impiden cargar costos reales de operación y mantenimiento a las tarifas que pagan los usuarios del sector agrícola.

Todos estos problemas se agudizan y preocupan más a todos los involucrados cuando existe una marcada escasez de agua como la actual (año 2004) cuyas características la califican como sequía.

3.12.15 Institucionalidad Existente en la Cuenca Chira - Piura

A continuación, se presenta el análisis resumido de la institucionalidad existente para la gestión del agua en la cuenca de gestión Chira–Piura. Información más detallada puede ser encontrada en el Diagnóstico Consolidado de la Gestión de la Oferta de Agua en las Cuencas de los Proyectos Especiales del INADE (ATA, Febrero 2002).

a. Aspectos Generales

La cuenca de gestión Chira–Piura está conformada por la parte peruana de la cuenca hidrográfica del río binacional Catamayo–Chira y toda la cuenca hidrográfica del Piura. Se localiza íntegramente dentro de los límites del departamento de Piura y comprende cuatro Distritos de Riego: San Lorenzo, Chira, Alto–Piura, y Medio–Bajo Piura; localizándose los dos primeros en la cuenca del Catamayo–Chira y los dos últimos en la cuenca del Piura.

La “zona productora de agua”, de la cuenca del Catamayo–Chira se localiza en la provincia de Ayabaca, del ámbito del Distrito de Riego San Lorenzo, y en la provincia ecuatoriana de Loja; la zona de uso intensivo de agua se ubica en las provincias de Sullana y Paita, del Distrito de Riego Chira; más la interconexión hidráulica con el Medio-Bajo Piura.

En la cuenca del Piura, la zona productora de agua está en las provincias de Morropón y Huancabamba, del ámbito del Distrito de Riego Alto Piura; y el uso intensivo de agua se da en las provincias Piura y Sechura, del Distrito de Riego Medio–Bajo Piura.

Entidades que Intervienen en la Gestión del Agua

- Entidades de desarrollo
Proyecto Especial Chira–Piura (PCHP) a cargo del Gobierno Regional
- Entidades normativas.
Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica Chira–Piura (AACH Chira–Piura); y
Administraciones Técnicas de los Distritos de Riego San Lorenzo, Chira, Alto–Piura, y Medio-Bajo Piura.
- Entidades de servicios
Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Piura (EPS Grau S.A.);
Juntas administradoras de servicios de agua potable y alcantarillado de las zonas rurales de la cuenca de gestión Chira–Piura; y
Juntas de Usuarios del los Distritos de Riego San Lorenzo, Chira, Alto Piura

y Medio–Bajo Piura.

b. Evaluación de la Gestión Institucional

Proyecto Especial Chira–Piura (PCHP)

Los avances obtenidos a lo largo de 32 años de existencia en el cumplimiento de sus objetivos institucionales muestran al PCHP como una entidad con una capacidad de gestión medianamente eficaz en el cumplimiento de sus objetivos institucionales.

El objetivo de mejorar la oferta hídrica para uso multisectorial fue alcanzado en 1976 con la entrada en operación del reservorio Poechos. Sin embargo, el embalse ha perdido cerca del 43% de su capacidad, debido al proceso de sedimentación a que está sujeto su vaso. La adopción de medidas efectivas para controlar ese proceso está todavía pendiente.

El objetivo de mejoramiento y ampliación de la frontera agrícola ha sido cumplido parcialmente en el mejoramiento de riego en los valles de Chira y Medio–Bajo Piura. La incorporación a la agricultura de riego de tierras eriazas, que según estimaciones de la CEPRI puede llegar a 38 000 ha, no registra a la fecha ningún avance significativo.

El objetivo de uso intensivo de la tierra y diversificación de cultivos se ha cumplido sólo parcialmente. Contrariamente a las previsiones de los estudios, la oferta adicional de agua generada por el proyecto ha favorecido un desmesurado incremento de las áreas dedicadas al cultivo del arroz en perjuicio de cultivos de exportación. La diversificación de cultivos es todavía una meta lejana y difícil de alcanzar.

Entre los factores que limitan la capacidad de gestión del PCHP están las restricciones presupuestales y la falta de poder legal para aplicar medidas para el uso racional de recursos hídricos en los valles beneficiados, y la dudosa factibilidad económica de la Tercera Etapa. Es recomendable revisar los alcances originales del Proyecto Chira–Piura y establecer objetivos consistentes con los nuevos alcances y la legislación aplicable.

Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica Chira–Piura (AACH Chira–Piura)

En diez años de existencia, la AACH Chira–Piura no se ha establecido aún como el organismo conductor de la gestión de recursos hídricos en las cuencas de su ámbito y se ha constituido más bien en un segundo espacio de actuación de la ATDR Medio–Bajo Piura.

La única función, que la AACH Chira–Piura desempeña, es la referente a resoluciones en segunda instancia de apelaciones interpuestas contra resoluciones administrativas de los administradores técnicos del Medio–Bajo Piura, Alto Piura, Chira y San Lorenzo.

Causas de la escasa trascendencia de la AACH Chira–Piura son las siguientes:

Falta de estructura financiera que asegure un flujo de recursos para sufragar el costo de la formulación e implementación del Plan Maestro de la Cuenca. La Autoridad cuenta sólo con ingresos provenientes del Canon de Agua de las tarifas con fines agrarios que apenas son para cubrir gastos de un funcionamiento mínimo.

Claro sesgo agrarista de la Autoridad, limitan y desalientan la participación de agentes públicos y privados de otros sectores económico–productivos.

Escasa diferenciación de roles de AACH Chira–Piura y ATDR Medio–Bajo Piura. El ATDR Medio-Bajo Piura es Presidente del Directorio y miembro del Comité Ejecutivo de la AACH Chira-Piura; hay superposición de funciones entre AACH Chira–Piura y las ATDR de la cuenca que no permiten distinguir una de las otras.

Lo expuesto determina que elementos organizacionales de la AACH Chira–Piura deben ser revisados, viendo la real y efectiva participación poblacional de las cuencas, de la sociedad civil, de entidades estatales a cargo de la planificación regional y nacional y de todos los agentes públicos y privados con interés en el uso de los recursos hídricos junto a una redefinición del rol de las Administraciones Técnicas de Distrito de Riego de la cuenca.

Administraciones Técnicas de los Distritos de Riego San Lorenzo, Chira, Alto–Piura, y Medio–Bajo Piura (ATDR)

La capacidad de gestión de las ATDR de la cuenca de gestión Chira–Piura se considera muy limitada, se circunscribe prácticamente al trámite administrativo de solicitudes de diverso tipo como las relativas a la expedición de licencias, permisos y autorizaciones de uso de agua, inscripción en el padrón de usuarios, aprobación de planes de cultivo y riego, aprobación de tarifa para fines agrarios, reconocimiento de juntas directivas de organizaciones de usuarios y aprobación de estudios y expedientes de ejecución de obras.

Las principales actividades en esos trámites son las inspecciones oculares y la elaboración de informes y resoluciones administrativas correspondientes a diversos temas. Asuntos técnicos como determinaciones de disponibilidad de agua superficial y subterránea y volúmenes aprovechables, cuantificación de demandas racionales de agua, la formulación de balances hídricos y planes de suministro son escasamente tratados por la ATDR. Esta pobre capacidad se debe en gran parte a su condición de órganos no estructurados del cuarto nivel jerárquico de la Administración Pública, condición que le impide ser una Unidad Ejecutora Presupuestaria y contar con asignaciones presupuestales propias.

Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Piura (EPS Grau S.A.)

La EPS Grau es responsable de la provisión de servicios de agua potable y alcantarillado a todos los centros poblados de las provincias de Piura, Paita, Talara, Sullana y Morropón del departamento de Piura. Sin embargo, los distritos Cura Mori, El Tallán, La Arena, La Unión, Tambogrande, Ignacio Escudero y Miguel Checa no son actualmente atendidos. En éstos como en los distritos de Huancabamba y Ayabaca, la provisión de servicios es realizada por las municipalidades (para centros con más de 2000 habitantes) y por las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (en centros con menos de 2 000 habitantes).

La EPS Grau tiene todavía pendiente la atención con servicios de agua potable a una población urbana de unos 120 000 habitantes, parte de la cual habita en la cuenca de gestión Chira–Piura, así como la atención con servicios de alcantarillado a aproximadamente 260 000 personas. La población con agua potable dispone de una media de 10 horas al día.

El bajo nivel de micromedición y la alta morosidad de pago indican la existencia de serios problemas operativos y financieros. La relación costos operativos e ingresos operacionales totales, indica la existencia de un flujo de caja negativo y problemas financieros.

La solución a los problemas mencionados ha sido enfocada por la EPS Grau en el Plan Maestro para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Piura, que se encuentra en elaboración. Este documento sintetiza y consolida los planes y programas diseñados por la EPS Grau para alcanzar sus metas de prestación de servicios en el mediano y largo plazo, para todas las localidades y sistemas que pertenecen a su ámbito de responsabilidad.

Juntas administradoras de servicios de agua potable y alcantarillado de las zonas rurales de la cuenca de gestión Chira–Piura (JASS)

Las JASS son organizaciones comunales encargadas de la administración, operación y mantenimiento de la infraestructura de saneamiento de los centros poblados menores. Son organizaciones informales que carecen de reconocimiento legal. No se cuenta con información sobre su número y distribución en Piura; se asume que están concentradas en las provincias de Ayabaca y Huancabamba, fuera del ámbito de atención de la EPS Grau.

Las JASS evidencian problemas con consecuencias de la baja sostenibilidad de los servicios construidos en las comunidades rurales que no sólo afectan directamente las condiciones de salud de la población local, sino que, al mismo tiempo, crean un serio problema al país, dado que las inversiones realizadas se perderían, o no cumplirían el ciclo que, se espera, deben durar los sistemas de agua.

La SUNASS ha iniciado en 1999 el reconocimiento y ordenamiento de las JASS a nivel nacional como un primer paso para su capacitación y fortalecimiento institucional.

Juntas de Usuarios del los Distritos de Riego San Lorenzo, Chira, Alto Piura y Medio–Bajo Piura (JUDR)

En la cuenca de gestión Chira–Piura actúan las siguientes juntas de usuarios de aguas:

Cuenca Hidrográfica	Distrito de Riego	Junta de Usuarios
Piura	Medio–Bajo Piura	Medio–Bajo Piura
		Sechura
	Alto Piura	Alto Piura
Chira	Chira	Chira
	San Lorenzo	San Lorenzo

La capacidad de gestión de las JUDR se puede calificar como ineficaz por lo siguiente:

- Falta de estructura orgánica y plantel técnico–administrativo bien dimensionado
- Falta de instrumentos para la gestión de la demanda de agua, como son el padrón de usuarios y el inventario de infraestructura hidráulica
- Falta de dispositivos de medición de agua en el sistema de riego secundario
- Falta de mantenimiento consistente en el sistema de riego y drenaje secundario
- Bajo valor de tarifas de agua y alta morosidad de pago no permiten cubrir costos de actividades de operación, mantenimiento y mejoramiento de infraestructura mayor.

3.12.16 Inventario de la Infraestructura de Riego y Drenaje

Esta actividad por sus alcances y objetivos requiere de un tiempo y presupuesto que esta fuera del alcance del presente proyecto. En tal sentido, se recurrirá a la información existente la cual ha sido recopilada del Archivo Técnico del INADE – Proyecto Especial Chira – Piura y de la Bibliografía proporcionada por la Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica Chira – Piura.

Asimismo teniendo en cuenta que el recurso hídrico almacenado en el reservorio de Poechos es compartido con el valle del Medio y Bajo Piura es necesario describir todo el sistema del proyecto.

3.12.17 Infraestructura de Riego Regulado del Medio y Bajo Piura

a. Canal de Derivación Daniel Escobar:

La Infraestructura de Riego Regulado del Medio y Bajo Piura se inicia con el Canal de Derivación Daniel Escobar a partir del Km 42 (Punto de divisoria de cuenca) hasta el Km 54 (Caída de Curumuy). El Canal tiene una sección trapezoidal para una capacidad de conducción máxima de 70 m³/s y está revestido de un concreto simple. En el tramo de la Cuenca del Río Piura tiene 03 tomas laterales por la margen derecha, para el sistema de riego de

Cieneguillo y Congorá, Canales: 42,19, 50,50 y 52,80 y por la margen izquierda la toma del Canal Parales de 8 Km de longitud que riega las áreas comprendidas entre Curumuy y San Fernando.

Las obras hidráulicas ubicadas en la Cuenca del Río Piura son: La Presa Derivadora Los Ejidos, El Canal Principal Biaggio Arbulú, una red de canales secundarios y terciarios y los diques de defensa contra inundaciones.

Canal de Derivación Daniel Escobar



Foto: INRENA – mayo 2004

b. La Presa Derivadora de Los Ejidos

Esta estructura está ubicada en el cauce del Río Piura a 7 km aguas arriba de la ciudad de Piura, tiene como función captar las aguas del Río Piura, así como captar las aguas reguladas provenientes del Reservorio Poechos; la estructura está diseñada para captar hasta 64 m³/s y entregar aguas al Canal Biaggio Arbulú, y está constituida por un vertedero libre para evacuar hasta 3200 m³/s hacia el Río Piura, está construida íntegramente de concreto y conforma una bocatoma equipada con tres compuertas radiales, un canal de limpia con dos compuertas radiales, un aliviadero fijo con siete compuertas radiales y un vertedero libre de 120 m de longitud.

Presa de derivacion Los Ejidos

Ubicación Geográfica : 0542718 E - 9429758 N

Fecha : Mayo - 2004

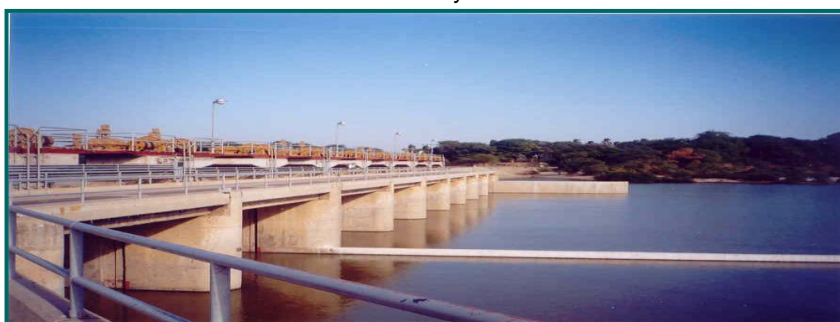


Foto : INRENA – mayo 2004

c. El Canal Principal Biaggio Arbulú

Este canal presenta una longitud de 75 Km. y su diseño hidráulico es de forma telescópica, esta construido de concreto simple, con una capacidad de conducción inicial de 60 m³/s; aguas abajo cruza el Río Piura mediante un

sifón de concreto con una longitud de 320 m y con un capacidad máxima de conducción de 45 m³/s.

Tramo ubicado en la M. Derecha del R. Piura



Tramo Inicial – Margen Izquierda R. Piura



Fotos : INRENA – mayo 2004

d. Canales Secundarios

Del canal Principal Biaggio Arbulú nace una red de canales secundarios y terciarios que totalizan una longitud de 73,87 Km, todos revestidos de concreto con una losa de 6,5 cm de espesor. Entre los principales canales secundarios tenemos a los canales: La Bruja, Puyuntalá, Palo Parado, Cumbibirá, Shaz, Sinchao, Chato, Seminario, San Andrés y Narihuana.

Canal Sinchao, ubicado en la Margen Derecha



Canal Narihuana – M. I. R. Piura



Fotos: INRENA – mayo 2004

e. Canales Parcelarios

Los canales parcelarios han sido rehabilitados y están ubicados mayormente en terrenos de pequeños agricultores, su longitud total es de 138 Km.

En las siguientes vistas se puede apreciar la característica común de los canales parcelarios en el valle del Bajo Piura, canales en su mayoría sin revestir, falta de mantenimiento y compuertas un poco deterioradas, situaciones que afectan a la eficiencia de riego del sistema.



Fotos : INRENA – mayo 2004

Infraestructura de Riego Alto Piura

El Valle del Alto Piura cuenta solamente con infraestructura de riego no regulada, sometida a la eventualidad de las avenidas del Río Piura. Gran parte del área agrícola desarrollada se hace con explotación de aguas subterráneas, según el Estudio de TAHAL – ASCOESA 1998, el Valle del Alto Piura cuenta con una red de 248 Km. de canales principales y 372 Km de canales secundarios. En el Cuadro N° 35 se muestra las características de la Infraestructura de Riego del valle del Alto Piura.

Según el Estudio: “Actualización del Inventario de los Principales Puntos de Captación de Agua para Usos Múltiples en la Cuenca del alto Piura”, desarrollado por el ATDR Alto Piura- Huancabamba en el año 2003, la infraestructura de riego en el Alto Piura está constituida por tomas y canales rústicos y semirústicos, los canales de riego que en total son 136 están parcialmente revestidos de concreto (50,9Km), siendo la mayoría construidos en tierra (469,74 Km). Las capacidades de conducción varían desde 0,04 a 5,0 m³/s, cubriendo en total un área de riego de 29 921,3 ha.

En el Cuadro N° 36 se muestra en forma detallada el número de canales, su longitud y el área de riego para cada sub sector de riego.

La característica de riego no regulado del Valle del Alto Piura, desde Tambo Grande hasta 66Salitral, con escasa disponibilidad de agua durante los meses de estiaje, a dado ocasión a que se recurra al agua del subsuelo para satisfacer sus necesidades tanto para agricultura así como para uso doméstico. Los Pozos para la explotación de aguas subterráneas alcanzan a 1,515 pozos, de los cuales 618 son tubulares, 779 a tajo abierto y 118 mixtos. Del total de estos pozos actualmente se encuentran en funcionamiento 553, con los cuales se extrae una masa anual de agua de 125 MMC.



Foto : Mayo INRENA

Bocatoma permanente ubicada en la Quebrada “El Citan” - cuenca río yapatera mayo2004

En la toma se puede apreciar la bocatoma permanente ubicada en la margen izquierda de la quebrada El Citan - Coordenadas 0616213 E - 9455064 N (la cual cruza la carretera hacia la ciudad de Frias). Esta estructura por su ubicación y falta de obras de protección en la margen izquierda es vulnerable en la época de grandes avenidas ya que la quebrada transporta grandes piedras que impactan en la estructura

Infraestructura de Drenaje

La infraestructura de Drenaje de la Cuenca del Río Piura se inicia en la Irrigación San Lorenzo dentro del ámbito de la Comisión de Regantes San Isidro I y II, donde se ha construido un sistema de drenaje de 2 824 Km de longitud. Aguas abajo por la margen derecha del Río Piura se tiene el sistema de drenaje constituido por el Dren Cieneguillo de 15,8 Km, que vierte sus aguas de drenaje al Dren Pajaritos de 24 Km. de longitud. Desde la ciudad de Piura hasta el mar se presentan 2 drenes Troncales, por la margen derecha el Dren Sechura de 67Km. que recibe las aguas del Dren Pajaritos y todos los drenes laterales; por la margen izquierda el Dren 13,08 de 57 Km de longitud que a su vez recepciona las aguas de los drenes laterales de su ámbito de influencia.

Según el Diagnóstico de Gestión de la Oferta de Agua en las Cuencas Chira- Piura, en el Valle Bajo Piura además de los drenes troncales citados, se han construido 108,3 Km de drenes colectores primarios y 230,3 Km de drenes colectores secundarios; además como parte de la II Etapa del Proyecto Chira-Piura se han construido 421 Km de drenes parcelarios, de los cuales 346 Km fueron instalados en parcelas de pequeños agricultores y 75 Km en las tierras de las Ex-cooperativas de Producción. Parte de esta infraestructura de drenaje ha sido afectada por las inundaciones de 1983 y 1998.

Dren Sechura – mayo 2004.

Es un dren colector de una parte las aguas drenadas por el sistema de drenaje establecido en la margen derecha del río Piura y que corresponden al valle del medio y bajo Piura. Presenta una longitud de 67 km hasta su desembocadura en el mar.



Fotos: INRENA – mayo 2004

Dren 13.08 – mayo 2004.

Dren colector de las aguas de riego drenadas por el sistema de drenaje establecido en ambas márgenes del río Piura. Cruza el río Piura a través de un sifón, estructura que se encuentra ubicada en la progresiva 27 + 122 del dren. Su longitud total es de 57 km.



Foto : INRENA – mayo 2004

Proyectos de Riego Futuros.

Ante el déficit de agua de la Cuenca Alta del Río Piura, se han planteado varias alternativas de solución, siendo las más importantes la propuesta de derivación de las aguas de la Cuenca Alta del Río Huancabamba hacia el Río Huarmaca.

CUADRO Nº 35

Cuadro N° 36

Infraestructura de canales del distrito de
Riego alto piura- huancabamba

SUB DISTRITO	SECTOR DE RIEGO	SUB SECTOR DE RIEGO	N° DE CANALES	LONGITUD TOTAL DE CANALES (KM)		ÁREA DE RIEGO (HAS)
Alto Piura	Sector I	Serrán	11	2.0	30.7	770.6
	Sector II	Bigote	24	2.34	88.39	2,015.9
		Malacasí	1	0.74	6.79	879.3
	Sector III	Corral de Medio/Ingenio AA.	2	1.55	14.11	1,766.7
		La Gallega	15	9.23	37.00	2,653.4
Pabur		01	0.89	4.09	3,271.4	
Huancabamba	Sector IV	Charanal	10	6.20	59.61	4,284.0
		Yapatera	13	0.0	38.70	5,543.0
		Sancor	17	2.45	79.0	1,500.0
	Sector V	Vicus	01	0.0	7.0	1,849.0
	Canchaque		19	13.7	38.05	924.5
	San Miguel del faique		23	11.8	73.3	4,463.5
		TOTAL	136	50.9	469.74	29,921.3

Fuente: "Actualización del Inventario de los Principales Puntos de Captación de Agua para Usos Múltiples en la Cuenca del alto Piura" - ATDR Alto Piura- Huancabamba 2003

Mejoramiento y Regulación de Riego del Alto Piura

El Consorcio TAHAL-ASCOSESA en 1998 ha ejecutado el estudio de Factibilidad "Mejoramiento y Regulación del Riego del Alto Piura", que contempla la derivación de 10 m³/s de aguas del Río Huancabamba desde el lugar La Tronera ubicado a 1500 msnm, para el transvase hacia la Cuenca del Alto Piura mediante el túnel de 13,5 Km; una vez transvasadas las aguas a la subcuenca del Río Huarmaca se construirán 15,8 Km de túneles, para abastecer de agua a las centrales hidroeléctricas propuestas: Cashapite con 68 MW y Gramadal con 63 MW de potencia instalada. Finalmente las aguas turbinadas serán conducidas para el abastecimiento de agua en el mejoramiento de riego de 25 000 ha y la ampliación de frontera agrícola de 17,00 ha de tierras nuevas del Alto y Medio Piura.

Las Inversiones necesarias para llevar a cabo el proyecto, considerando obras de transvase, centrales hidroeléctricas y obras de riego complementarias alcanzan a US\$333 millones. En el Plano de ubicación se muestran en forma detallada el planteamiento hidroenergético del proyecto.

Posteriormente en 1996 el Consorcio HARZA C y A - SISA, ejecuta el "Estudio Complementario de Factibilidad del Proyecto Hidroenergético Alto Pira", el cual modifica el esquema hidráulico original, la captación se acondiciona a una Presa de Regulación de 40 MMC en Tronera, desde la cual se conectará el agua a presión hacia el túnel de transvase, los túneles en la subcuenca de Huarmaca también tendrán variaciones, ya que estarán acondicionados para captar agua adicional de las quebradas Arraypite y Cashapite.

Finalmente las aguas turbinadas serán represadas en el Embalse Mamayaco, ubicado en la intersección del Río Huarmaca con el Río Chignia, que conforman un vaso de almacenamiento de ubicado en la cota 285 msnm. La obra de represamiento ha sido propuesta para construir una Presa de Escollera con núcleo impermeable, que permita almacenar un volumen útil de 25 MMC. Este reservorio tiene vital importancia en el proyecto, debido a que se convierte en el medio regulador para el riego de 17 100 ha del Alto Piura, y de esta manera sólo se requerirá 250 MMC de agua de la Cuenca del Río Huancabamba. Esta situación permite dejar más agua para el Proyecto Olmos, que a su vez tiene previsto complementar sus requerimientos con los transvases del Río Tabaconas y de la Quebrada Manchara.

Los costos de las obras propuestas en este estudio alcanzan a US\$ 421.859 Millones.

Control de avenidas en el Río Piura.

Con la finalidad de evitar inundaciones en eventos pluviales extremos.- En Abril del 2002 el PAEN – CTAR Piura/ GTZ presentó la ficha técnica del proyecto basado en el Estudio de U. Maniak, con el objetivo de contar con un sistema de protección ante las avenidas del Río Piura: sencillo y fiable, cumpliéndose con los máximos requisitos de seguridad.

El proyecto contempla la construcción de tres “Polders”, con diques de tierra y estructuras hidráulicas para la entrada y salida del agua, localizadas en La Matanza con un volumen de almacenamiento de agua de 351 MMC, en el Ingenio con 55 MMC y Salitral con 93 MMC.

La construcción de estas estructuras “Polders” van a permitir la retención de avenidas de la cuenca alta del Río Piura, para almacenar temporalmente el exceso de agua “picos” de las crecidas en eventos extremos como el fenómeno del Niño.

Los Polders se ubican en áreas adyacentes al cauce principal del río, que en caso de avenidas extremas, el llenado se inicia teniendo en cuenta el pronóstico del Sistema de Alerta Temprana “SIAT”; alertando que tendremos una avenida que supera los 1700 m³/s que es el nivel permisible para el Bajo Piura. Una vez llenados los Polders y disminuida la crecida, deberán ser vaciados inmediatamente cuando la capacidad del cauce lo permita.

Esta propuesta de los “Polders” estaría asegurando el control de avenidas y reduciendo al mínimo los riesgos futuros de inundaciones en la zona del Medio y Bajo Piura. El monto total de inversión estimada en el estudio para la construcción de tres polders asciende a cuarenta millones de dólares americanos (US \$ 40 000,000)

Electrificación de pozos en el Alto Piura.

COLPEX PROJET en el Estudio Técnico Económico del Proyecto de Irrigación e Hidroenergético Alto Piura, propone un proyecto de electrificación de pozos para bombear el agua del subsuelo del Alto Piura, el proyecto contempla electrificación 500 pozos, para lo cual requiere de una potencia instalada de 15 000 KW (15 MW) de energía eléctrica, tomando como punto de alimentación la red eléctrica de alta tensión Chulucanas, con nivel de tensión de 60 KV; para posibilitar la conexión es necesario construir una sub estación de 60/10 Kv en Chulucanas contemplando nuevas barras de 60 KV, una celda de transformador, una celda de línea, una celda de reserva y una celda de medición a 60 KV.

De acuerdo a las características de las bombas (potencia 30 KW; tensión alimentaria 3x 440 V, 60 Hz) los tableros de distribución de las bombas deberán alimentarse con tensión trifásica alterna 3x440V, 60 Hz. Esto significa que para cada bomba (es decir, cada pozo) hay que prever una subestación aérea con transformador de 50 KVA de potencia, relación de transformación 10/0,44KV. Para reducir las caídas de tensión durante el arranque de bombas, en los tableros de distribución de las bombas habrá que prever equipos de arranque para esquema estrella-triángulo.

El análisis comparativo de costos para 40 pozos en Salitral se muestra en los cuadros N° 35 y 36, para condiciones de red de alimentación sin suministro y con suministro de energía eléctrica respectivamente.

Cuadro N° 37

Red de Alimentación sin suministro a la zona de salitral

N°	DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US \$)	TOTAL (US\$)
1	Equipo a 60 KV			1'185,000
1.1	Patios de llaves a 60 KV	2 un		435,000
	Celda de transformador	1 un	50,000	100,000
	Celda de línea	2 un	55,000	55,000
	Barras y celda de medición	2 un	40,000	80,000
	Mando y protección	2 juegos	50,000	100,000
	Otros	2 juegos	50,000	100,000
1.2	Línea de transmisión 60 KV	25 Km	30,000	750,000
2	Subestaciones 60/10 KV			335,000
2.1	Transformador 14 MVA	1 un		120,000
2.2	Transformador 5 MVA	1 un		45,000
2.3	Salidas 10 KV	17 celdas		170,000
3	Línea de transmisión 10KV	230 Km	8,000	1'840,000
4	Transformadores aéreos 50 KVA, 10/0.44 KV	460 un	3,000	1'1380,000
	Total Red Alim. Sin Zona Salitral			4'740,000

FUENTE: COLPEX PROJET "Estudio Técnico Económico del Proyecto de Irrigación e Hidroenergético Alto Piura" 1998.

Cuadro N° 38

Red de alimentación para la zona de salitral

N°	DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US \$)	TOTAL (US\$)
1	Equipo a 60 KV			245,000
1.1	Patios de llaves a 60 KV			245,000
	Celda de transformador	1 un.	50,000	50,000
	Celda de línea	1 un.	55,000	55,000
	Barras y celda de medición	1 un.	40,000	40,000
	Mando y protección	1 juego	50,000	50,000
	Otros	1 juego	50,000	50,000
2	Subestaciones 60/10 KV			75,000
2.1	Transformador 5 MVA	1 un.		45,000
2.2	Salidas 10 KV	3 celdas	10,000	30,000
3	Subestaciones aéreas 50 KVA, 10/ 0.44 KV	40 un.	3,000	120,000
	Total Red Alim. Zona Salitral			440,000

FUENTE: COLPEX PROJET "Estudio Técnico Económico del Proyecto de Irrigación e Hidroenergético Alto Piura" 1998.

Defensas Ribereñas.

La característica del Cauce del Río Piura es de forma sinuosa por efecto de la baja pendiente ($s = 0,08\%$) entre el tramo comprendido desde la desembocadura hasta la confluencia del Río Puzmalca con el Río Huarmaca,

las riberas del río no cuentan con bordes bien definidos ni con defensas vivas, condiciones del cauce que la hacen vulnerable a los desbordes e inundaciones.

En épocas de avenidas (enero – marzo) el caudal del agua que discurre por el cauce del Río supera en algunos sectores su capacidad de conducción, desbordándose e inundando tierras agrícolas, infraestructura vial, infraestructura agropecuaria y poblaciones ubicadas en las márgenes del río.

Esta situación se agrava en los Fenómenos del Niño, como en los dos últimos Fenómenos de 1983 y 1998, donde se produjeron descargas máximas de 3200 y de 3500 m³/s respectivamente, que ocasionaron la caída de los puentes: Bolognesi y Puente San Miguel ó Puente Viejo. Sufriendo grandes daños el área agrícola de los valles Alto, Medio y Bajo Piura. Las áreas más afectadas del Bajo Piura corresponden a los distritos de Castilla, Catacaos, Cura Mori, La Arena, La Unión, Bernal, Cristo Nos Valga, Vice y Sechura.

Dado que estos fenómenos de inundaciones se han repetido; en el pasado se han construido diques en ambos márgenes del río en los tramos más vulnerables, los que no han respondido a una solución integral de todo el cauce y por lo tanto siempre han sido afectados por los fenómenos del Niño.

De acuerdo al Diagnóstico de Gestión de la Oferta de Agua Cuencas Chira – Piura, después del Fenómeno del Niño 1998 se han evaluado 27 Km de diques de la margen izquierda y 38 Km. de diques de la margen derecha, los que requieren de una sobreelevación promedio de 1,5 m, y en el tramo final (Dren DS – 1308 con la Laguna Ramón – Ñapique) se requiere un sobreelevación promedio de 2 m.

El “Estudio definitivo para la Reconstrucción y Rehabilitación del Sistema de Defensas contra Inundaciones en el Bajo Piura”, ejecutado por el Consorcio CLASS- SALZGITTER en el 2001 por encargo del Proyecto Especial Chira Piura, plantea un sistema de defensas contra las inundaciones para el Bajo Piura distinguiendo dos sectores particulares:

- a. Defensas de Piura y Castilla contra inundaciones que comprometen todas las zonas urbanas en el tramo del río entre la Presa Los Ejidos y el Puente Bolognesi.
- b. Defensas de las áreas Agrícolas y Centros Urbanos en el Bajo Piura, que comprende toda la infraestructura en el tramo del Río aguas abajo del puente Bolognesi hasta la Laguna Ramón, y el tramo comprendido entre la salida de la referida laguna hasta la Laguna Las Salinas.

El estudio considera la ejecución de las obras de defensa en un periodo de 20 meses, por un costo total de s/.73 279 310 Nuevos Soles, equivalentes a US\$ 21 057 273 al cambio de 1,00 US\$ = S/. 3,48.

En el cuadro N° 37 se presenta los tipos de obras a ejecutar y/o rehabilitar de las defensas correspondientes al Bajo Piura.

Cuadro N° 39

Defensas ribereñas del río piura, entre presa derivadora los ejidos y las lagunas Ramón y Ñapique

MARGEN	LUGAR	PROGRESIVAS	LONGITUD (m)	REHABILITACIÓN
Derecho	Palo Parado	7+840 –7+950	110	Diques y Espigones
Derecho	Palo Parado	9+940 – 11+590	1650	Taludes
Derecho	Cumbibira	10+560 –10+700	140	Enrocados
Derecho	Bomba Roja	11+365 – 15+853	4488	Desarenamiento
Derecho	Palo Parado	8+000 –8+540	540	Dique
Derecho	Cumbibira	10+810 –10+950	140	Talud
Izquierdo	Puente Bolognesi	5+513 –6+398	885	Espigones
Izquierdo	Simbilá	6+458 –7+078	620	Espigones
Izquierdo	Santa Rosa	7+078 –14+896	7818	Gaviones
Derecho	Puente Independencia	15+840 –16+090	250	Talud
Derecho	Bomba Roja	16+992 –17+412	420	Talud
Izquierdo	Santa Rosa	17+800 – 20+200	2400	Espigones
Derecho	Laguna Ramón	1+560 – 2+176	616	Desarenamiento
Derecho	Laguna Ramón	2+176 – 2+760	584	Dique
Derecho	Laguna Ramón	2+760 – 4+276	1516	Dique

FUENTE: Consorcio CLASS- SALZGITTER

Según la evaluación de daños – Fenómeno El Niño 1998 realizado por CTAR Región Grau en el Valle del Alto Piura, ha permitido determinar que los canales construidos en las cuencas de los Ríos Yapatara, Charanal, Pabur, Bigote, Serrán, Malacasí, Ingenio- Buenos Aires, Morropón, Sancor y Vicús han recibido un fuerte impacto debido a la fuerza de la corriente y a los volúmenes de masa de agua extraordinarios, destruyendo diques de encauzamiento, espigones, barrajes, bocatomas y partes de los canales.

En el cuadro N° 38 se presenta las propuestas de encauzamiento para el Medio y Alto Piura, desarrolladas por el Estudio de la Administración Técnica de Distrito de Riego Alto Piura – Huancabamba, que comprenden 16 418 m lineales de encauzamientos por un costo de S/. 10 879 770,00.

Cuadro N° 40

Defensas ribereñas medio y alto Piura

RIO	MARGEN	UBICACIÓN Distrito- Caserío	LONGITUD (m)	CARACTERÍSTICAS	COSTO s/.
Charanal	Izquierda	Chulucanas, El Checo	600	Encauzamiento de Río, relleno y enrocado	827,667
Piura	Derecha	Chulucanas; El coco-La Huaca Turumillo	1000	Encauzamiento del tramo, construcción de espigones y enrocado	1 392,100
Yapatera	Izquierda	Chulucanas; Fátima- El Cañón y La Prieto	3090	Encauzamiento, Espigones	299,810
Piura- Charanal	Derecha	Chulucanas, Chapica, Campanas	2500	Encauzamiento, Enrocado (Charanal 1500ml y Piura 100ml)	2 604,671
Piura	Derecha	Chulucanas, Ñacara	1300	Encauzamiento con muro seco de roca	645,000
Piura	Izquierda	Buenos Aires, El Ala	1880	Encauzamiento y 4 espigones	995,125
Yapatera	Derecha	Chulucanas, INA 33	375	Encauzamiento con muro seco de roca	954,951
Canchaque	Izquierda	Salitral, Malacasi	103	Barraje sumergible	238,057
Qda. Las Damas	Izquierda	Chulucanas, Batanes	1500	Encauzamiento y Espigones con gaviones	315,789
Piura	Izquierda	Buenos Aires, Carrasquillo- Turumillo	1300	Muro de encauzamiento y Espigones	1 500,000
Piura	Izquierda	Castilla, Chapira	900	Encauzamiento y Enrocado	260,000
Piura	Izquierda	Castilla, San Vicente	750	Encauzamiento	345,450
Piura	Derecha	Tambogrande, San Fernando	920	Encauzamiento	347,464
Piura	Derecha	Tambogrande, Olivares	200	Encauzamiento	153,686
TOTAL			16,418		10 879,770

FUENTE: ATDR Alto Piura – Huancabamba; Comisión de Regantes Yapatera; Municipalidad Distrital de Buenos Aires- Morropón; UNP – UDEP.

3.12.18 Manejo del Agua en la Agricultura

El principal usuario del sistema de las cuencas Chira-Piura es el sector agrícola que utiliza el recurso para la producción de los cultivos en sus sistemas de riego regulados y no regulados.

El mantenimiento de la infraestructura mayor está a cargo del PCHP y la menor es responsabilidad de las Juntas de Usuarios, cuyo mantenimiento es deficiente. La tarifa de agua que pagan los usuarios agrícolas es baja, de ahí que los

presupuestos para este fin son siempre deficitarios. Los usuarios contribuyen parcialmente a cubrir los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura mayor y menor de riego y drenaje. Se dan ineficiencias debido a la incapacidad operativa de estas labores de mantenimiento. La distribución del agua en el sector agrícola es el más importante y consume 2 033,6 MMC/año, en menor proporción el sector doméstico con 21,3 MMC/año, el sector pecuario con 2,9 MMC/año y el minero con 0,057 MMC/año.

En los últimos años, tanto por la acción reguladora que ejerce el Reservorio Poechos sobre los aportes del río Chira, como por el uso del agua en las zonas de riego, se afrontan múltiples problemas que se traducen en descontrol en la distribución y aprovechamiento de este recurso, tarifas por uso de agua no compatibles con el costo real que representa el suministro de agua regulada y uso inapropiado de la disponibilidad hídrica, que deviene en pérdidas de agua estimadas en el orden de los 350 MMC anuales.

Como causas de dicha situación se puede mencionar: El excesivo fraccionamiento de la propiedad que complica con pequeñas entregas de agua y que incide en la baja capacidad de pago de los agricultores; escasa capacidad técnica y operativa de las Comisiones de Regantes y deficiencias en la implementación de la infraestructura menor de riego, particularmente de las estructuras básicas de regulación y medición.

Evaluaciones realizadas en 1995 por el PCHP revelaron que el 45% del área del valle se encontraba afectada con niveles freáticos superficiales menores que 1,0 m, situación que si se compara con la que existía en la situación "Sin Proyecto" (36% del área del valle), evidencia que los problemas de drenaje tienden a incrementarse en el tiempo, paradójicamente a los grandes esfuerzos de inversión que el Estado ha desplegado, sin obtener los resultados satisfactorios esperados.

Problemas a los que se adiciona el hecho de la pérdida prematura de la capacidad útil del reservorio de Poechos cuyo volumen de almacenamiento se ha reducido en un 43% ; originada básicamente por arrastre de sedimentos a través de las quebradas conectadas al área de embalse, que a su vez se debe a prácticas inadecuadas del manejo de suelos, arrastre del material proveniente de las cárcavas a lo largo de la cuenca del río Chira, depredación por sobrepastoreo, deforestación indiscriminada en diferentes partes de la cuenca por la precaria situación económico-social de la población rural.

Son varios los esfuerzos que el Gobierno Peruano viene realizando para dar solución a los problemas anotados, orientándolos a las organizaciones de usuarios en la rehabilitación de su infraestructura de riego y capacitación; sin embargo, resulta de urgente atención también la solución de los aspectos señalados como causa del problema; relevándose al respecto, el esfuerzo conjunto que han iniciado los Gobiernos Peruano y Ecuatoriano en el marco de un manejo integral de la Cuenca Catamayo-Chira, desarrollando acuerdos y delineando estrategias orientadas a un manejo racional y sostenible de la misma. En el contexto de estos acuerdos se ubica como prioridad la ejecución del "Programa Binacional de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca Catamayo – Chira" que posteriormente con la cooperación técnica española da lugar al "Proyecto Binacional de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca Catamayo – Chira", cuenca hidrográfica binacional con una

zona ubicada en territorio ecuatoriano: cuenca Catamayo y, la otra en territorio peruano: cuenca del Chira. El proyecto se ha justificado, entre otras causas, debido a que la disponibilidad de agua en la cuenca es limitada y mal utilizada lo que sustenta la necesidad de una gestión integral y compartida entre los dos países; así mismo ambos países han realizado obras de infraestructura con criterios racionales ajenos al manejo integral de la cuenca, lo que hace necesario la formulación de un Plan Binacional de Manejo de la Cuenca que incluya un Plan ordenador y, a la vez la estructuración de una Autoridad Binacional de la Cuenca.

En 1994, el Proyecto Chira-Piura, con el apoyo del Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), encargó al Programa de Apoyo al Desarrollo mediante Sistemas Automatizados (APODESA) la realización del Estudio Preliminar para el Desarrollo de la Cuenca del Reservorio Poechos, el cual incluye lineamientos para un Plan de Manejo de la Cuenca.

De otra parte, si bien la mayoría de las obras impulsadas por el INADE ya han sido concluidas, aún subsisten algunos problemas y necesidades asociadas que no han sido plenamente atendidos, limitando el logro de los beneficios y la sostenibilidad del proyecto. Entre ellos: (1) Erosión de la cuenca y sedimentación acelerada del embalse; (2) Necesidad de mejoramiento de la infraestructura existente y obras complementarias; (3) Contaminación de las aguas; (4) Baja eficiencia de riego; (5) Inadecuada operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica por deficiencias institucionales o insuficientes recursos económicos; (6) La vulnerabilidad de las obras a las inundaciones. Parte de las obras no concluidas corresponden a las de la Tercera Etapa del Proyecto.

Como consecuencia de lo expuesto, se determinó la necesidad de elaborar un Plan de Gestión de la Oferta de Agua que garantice la cantidad, calidad y oportunidad del recurso, para uso multisectorial sostenible de los Proyectos Hidráulicos de Costa del INADE.

Problemática Generada por la Infraestructura Hidráulica y Manejo Actual del Agua

La infraestructura hidráulica está directamente relacionada con el manejo del agua y puede generar diversos problemas sobre algunos de los factores del medio ambiente natural y socioeconómico.

Entre los problemas más importantes se tiene la salinización y el mal drenaje, los cuales están causando efectos negativos sobre los suelos en el ámbito de la cuenca baja del Chira – Piura.

A. Drenaje y Salinidad

El mal drenaje y la salinización, constituyen dos grandes problemas de carácter crítico, la causa fundamental son las actividades de origen antrópico asociadas principalmente al mal manejo del agua, y la introducción del cultivo del arroz en el sistema agrícola, y en menor importancia a cierto grado de sales presentes en los suelos. Los problemas de salinización y drenaje aún continúan sin solución.

A.1. Problemática de Mal Drenaje

Los problemas de drenaje se inician con la ejecución de la Primera Etapa del Proyecto Chira – Piura y en el valle del Bajo Piura, a través de la construcción del sistema de drenes troncales, y aumentaron en la Segunda Etapa donde se instalaron los drenes parcelarios en algunos sectores agrícolas. Según Area inundada por problemas de mal drenaje – Mayo 2004.



Foto : INRENA

La información analizada se ha determinado que en 20 años (1 975 – 1 995) el nivel freático < a 2 m se incrementó de 80% al 90% del área agrícola, a pesar de la existencia de los sistemas de drenes; el mayor incremento del nivel freático se inició a partir de 1980 con el cultivo de arroz. Las causas fundamentales que dan origen al mal drenaje se presenta en el Cuadro N° 39.

Cuadro N° 41

Causas del mal drenaje

Causas de mal drenaje	Características
Baja eficiencia.	55% para cultivos transitorios y 60% para cultivos permanentes. Las eficiencias de riego actuales son muy bajas 35% para el Valle Bajo Piura y 40% para el valle Chira, esto se debe al uso del método de riego por pozas de inundación para la mayoría de cultivos transitorios. La forma de riego por inundación sobre suelos de textura ligera y con poca nivelación, ocasionando fuertes pérdidas por percolación ocasionando problemas de drenaje.
Cultivo del arroz.	19 066 ha de arroz al 2000. Uso de grandes volúmenes de agua sobre suelos muy permeables.
Desperdicio de agua.	En la actualidad, en el cultivo del arroz se aplica más agua de la necesaria (> a 20 000 m ³ /ha.)
Insuficiente sistema de drenaje.	456 Km colectores 555 Km colectivos secundarios 27,5% drenes parcelarios. 72,5% de las parcelas existentes no tienen sistemas de drenaje.
Insuficiente mantenimiento de los sistemas de drenaje existentes.	Sistema de drenes con abundante vegetación o por dunas que impide la buena circulación del agua. Cada año sólo se limpian el 20% del sistema de drenes existente.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, las causas del mal drenaje están asociadas principalmente a causas de origen antrópico. Esta

situación tiene sus efectos colaterales sobre el medio ambiente, entre ellos, el empantanamiento y desarrollo de hábitat de vectores del dengue por la presencia de zancudos, que en los últimos 15 años se ha repuntado en la zona del Bajo Piura.

A.2. Problemática de Salinidad

Los procesos de salinización en el ámbito de la cuenca es otro de los problemas críticos, cuya causa principal está asociada con el mal manejo del agua en los sistemas agrícolas. Los efectos ambientales son notorios sobre el medio natural y el medio socioeconómico.

En el año 1975 el 61% del área agrícola tenía salinidad >12 mmhos/cm y en 1990 se verificó cierta disminución (mejora) de las áreas con problemas de salinización en el valle, disminuyendo a 36% como consecuencia de la construcción en 1986 del sistema de drenaje troncal complementado con el sistema de drenaje parcelario. A pesar de esta situación de mejora, el nivel de salinización es aún muy alta en relación al área afectada. El Cuadro N° 40 presenta las principales causas de salinización.

*Area abandonada por acumulación de sales –
Fue un área dedicada al cultivo de arroz*



Foto : INRENA – mayo 2004

Cuadro N° 42

Causas fundamentales de los procesos de salinización

Causas de salinización	Características
Suelos de origen marino.	Textura arcillosa, sobre el cual se apoyan los depósitos aluviales, los cuales constituyen un acuífero con aguas fuertemente salinas.
Ascenso capilar rápido.	Incrementa la concentración de sales en la superficie; este fenómeno se produce debido a las altas temperaturas de la zona, la poca profundidad del nivel freático, la clase de suelos existentes, la salinidad del agua freática, etc.
Insuficiente sistemas de drenaje parcelario.	No permite un flujo de evacuación del agua freática del suelo, hacia los drenes colectores y troncales.
Áreas con elevados niveles freáticos.	Asociados a la aplicación de altos volúmenes de agua, la falta de drenaje parcelario, falta de mantenimiento del sistema de drenaje parcelario y falta de mantenimiento del sistema de drenaje troncal y secundario.
Ausencia de segunda campaña de cultivos en la mayor área agrícola.	Produce ascenso de las sales por capilaridad a partir de la napa freática salina.
Falta de mantenimiento del sistema de drenaje troncal y secundario.	Impide el flujo de agua de drenaje.

La problemática de salinización de los suelos en el ámbito de la cuenca genera un conjunto de problemas ambientales que a continuación se describen:

- Pérdida de la capacidad productiva de los suelos.
- Pérdida de la producción agrícola.
- Efectos sobre la economía de miles de agricultores.

B. Erosión y Sedimentación

Con respecto al análisis de este proceso físico es necesario incluir a la cuenca del río Chira teniendo en cuenta que el reservorio de Poechos ubicado en esta cuenca provee de agua para riego al valle del Bajo Piura mediante el canal denominado Daniel Escobar que antes de entregar sus aguas al río Piura pasa por la caída de Curumuy donde existe una central hidroeléctrica del mismo nombre. Estas aguas al ingresar al río Piura son reguladas para su distribución en el valle del Bajo Piura mediante la presa de derivación de los Ejidos.

Otra de las causas del deterioro del suelo en el ámbito de la cuenca del río Piura es la erosión como consecuencia de los factores ambientales naturales: pluviosidad, fluvial e inadecuado manejo de la cuenca media y alta; cabe resaltar que el factor suelo en toda su extensión están sometidos a cambios constantes a través del tiempo, cambios determinados por los factores climáticos y la acción del hombre. Los cambios en su estructura originan problemas directos sobre los componentes de relación ambiental (soporte ecológico) y sobre las actividades productivas directas (suelos de cultivo), así como problemas por asociación relacionados al transporte y deposición de sedimentos en las zonas bajas (colmatación de cauces) y sus efectos directos sobre la infraestructura hidráulica mayor como la Presa Poechos y la infraestructura básica sea de riego o de agua potable.

B.1. Problemática de Erosión en la Cuenca Chira - Piura

La erosión se define como el desgaste progresivo con diferente orden de intensidad dependiendo de los factores climáticos (lluvia, vientos, etc.), estado de conservación edafológica, nivel de cobertura vegetal, actividades antropogénicas, etc. Muchas veces, en la región andina se comprueba que el proceso erosivo es muy dinámico o acelerado por la actividad humana.

En el ámbito de influencia de la cuenca Chira-Piura, el tipo de erosión predominante es la hídrica, produciéndose en mayor magnitud en la cuenca media y alta, las causas son diversas, manejo inadecuado de la cuenca, factores topográfico (altas pendientes), etc.

El análisis de la problemática ambiental relacionada con la erosión es importante si se toman en cuenta los efectos adversos que producen actualmente sobre la infraestructura hidráulica, sedimentación acelerada de la presa Poechos e inundación de áreas agrícolas por reducción de la sección del río Chira, a causa de la deposición de sedimentos en el lecho del mismo, con crecimiento exuberante de vegetación.

En 1994 el PCHP en convenio con el Proyecto de Apoyo al Desarrollo Mediante Sistemas Automatizados (APODESA), realizó el estudio "Plan de Manejo de las Cuencas del Reservorio Poechos". Este estudio tuvo por finalidad diagnosticar la problemática de la erosión de los suelos de la cuenca del reservorio para formular un plan de manejo y conservación.

Los resultados de las investigaciones se resumen en el Cuadro N° 41

Cuadro N° 43

Cuenca del reservorio poechos
Niveles de erosión potencial y área de influencia

RANGOS Tn/Ha/año	Niveles de Erosión	Superficie	
		ha	%
0 – 10	Ligero	35 258	5,57
10 – 50	Moderado	135 290	21,36
50 – 100	Moderado a Severo	70,560	11,14
100 – 300	Alto	11 064	18,64
300 – 800	Muy Alto	112 800	17,81
> 800	Extremadamente Alto	148 485	23,44
	Otros	12 987	2,05
AREA TOTAL		633 444	100,00

FUENTE : Plan de Manejo de Cuencas del Reservorio Poechos

Nota : Considera solo área de la cuenca en territorio peruano

Los resultados del cuadro anterior son sorprendentes, se observa que 148 485 ha (23,44%) presentan un nivel de erosión extremadamente alto, 112 800 ha (17,44%) muy alto, es decir que al margen de los niveles de erosión ligero y moderado, se demuestra concretamente que es un problema ambiental crítico, cuyas causas deben ser cuidadosamente estudiadas.

Esta situación se presenta con mayor intensidad en la cuenca media y alta, aguas arriba de la Presa Poechos, como causa de la agresividad climática, asociada a la mala práctica de la cuenca: **sobre pastoreo y deforestación ocasionando incrementos de los niveles de erosión mayores que 300 TM/ha/año**. Si a esta circunstancia se le adiciona la accidentada topografía del terreno, da como resultado huaycos, derrumbes y erosión con arrastre de sedimentos, con la consiguiente deposición y colmatación del reservorio Poechos.

En términos de problemática ambiental global se puede concluir que la erosión – sedimentación en la cuenca Chira – Piura es muy crítica, esta situación plantea un efecto muy negativo sobre el aspecto socioeconómico, el cual considera que **en los próximos 10 o 15 años el reservorio de Poechos colapsará en términos de su vida útil**.

B.2. Problemática de Sedimentación en la Cuenca Chira - Piura

La sedimentación es un problema asociado a la erosión y transporte de sólidos, el cual es muy crítico en la cuenca Chira. El problema más crucial se presenta en el reservorio Poechos que viene sufriendo una colmatación acelerada con aportes de sedimentos del orden de 14 MMC/año aproximadamente. En el Cuadro N° 42 se presenta el comportamiento de los procesos de sedimentación.

Según la información analizada, se observa que al año 2000 el volumen de sedimento representa el 42,87% de la capacidad útil de diseño original; aspecto cuya connotación es muy preocupante.

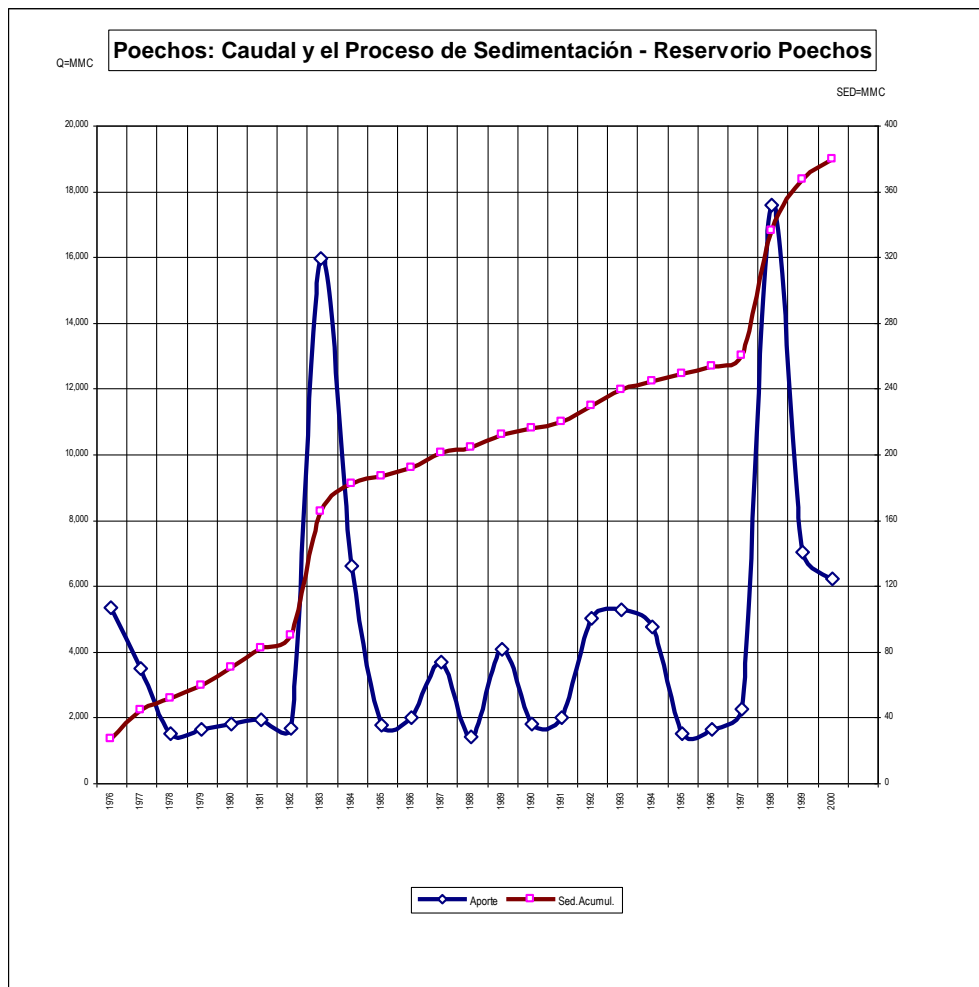
En la **Figura N° IV.12.a** se aprecia el comportamiento de la sedimentación en el reservorio Poechos ocurridos durante los 25 años de operación, notándose que los mayores aportes de sedimentos se presentan en los años en que ocurrió el Fenómeno El Niño 1982 – 1983 y 1998 – 1999 donde el aporte de sedimentos superan los 140 MMC en los dos periodos. Por lo tanto se puede concluir que se está frente a un problema de grandes proporciones que en los próximos años, tiempo en el cual puede ocurrir uno o dos Fenómenos El Niño, daría por resultado el colapso del mencionado reservorio, generando un desabastecimiento de agua a más del 70% del sistema agrícola del valle de Chira – Piura. Frente a esta situación surgen las siguientes interrogantes: ¿Las entidades gubernamentales sectoriales se han planteado el problema? ¿Qué se ha hecho hasta la fecha para manejar dicho problema? ¿Se está pensando en las implicancias socioeconómicas en la región y el país?

Cuadro N°44

Comportamiento de los procesos de sedimentación
1976 – 2000

AÑO	APORTES MMC	SEDIMENTO ANUAL(MMC)	ACUMULADO	
			SEDIMENTO (MMC)	CAUDAL (MMC)
1976	5 323,00	26,60	26,60	5 323,00
1977	3 473,00	17,30	43,90	8 796,00
1978	1 488,00	7,40	51,30	10 284,00
1979	1 629,00	8,10	59,40	11 913,00
1980	1 800,00	11,00	70,40	13 713,00
1981	1 902,00	11,70	82,10	15 615,00
1982	1 642,00	7,70	89,80	17 257,00
1983	15 930,00	75,00	164,80	33 187,00
1984	6 594,00	17,00	181,80	39 781,00
1985	1 752,00	4,50	186,30	41 533,00
1986	1 981,00	5,10	191,40	43 514,00
1987	3 677,00	9,50	200,90	47 191,00
1988	1 402,00	2,80	203,70	48 593,00
1989	4 070,00	8,20	211,90	52 663,00
1990	1 780,00	3,60	215,50	54 443,00
1991	1 979,00	4,00	219,50	56 422,00
1992	4 993,00	9,80	229,30	61 415,00
1993	5 250,00	9,50	238,80	66 665,00
1994	4 751,00	5,40	244,20	71 416,00
1995	1 494,10	4,50	248,70	72 910,10
1996	1 631,10	4,80	253,50	74 541,20
1997	2 239,90	6,30	259,80	76 781,10
1998	17 556,00	75,90	335,70	94 337,10
1999	7 017,40	31,30	367,00	101 354,50
2000	6 200,00	12,00	379,00	107 554,50
TOTAL	107 554,50	379,00		

Figura N°IV.12.a
Comportamiento de los procesos de sedimentación en la
Presa Poechos – Piura



B.3. Análisis de los Efectos Ambientales Globales derivados de la Erosión – Sedimentación.

Los procesos de erosión - sedimentación identificados en el ámbito de la cuenca, no sólo reflejan una problemática crucial sobre la infraestructura de riego, si no que ésta, además genera un conjunto de efectos ambientales asociados muy perjudiciales al equilibrio ecológico – ambiental en la cuenca, y por ende directa e indirectamente a la economía de la población asentada en dichas cuencas.

En el Cuadro N° iv.12.5 se presentan cualitativamente algunos de los efectos ambientales más importantes.

Cuadro N° iv.12.5

Identificación de efectos ambientales producidos
Por la erosión y sedimentación

PROCESOS AMBIENTALES	EFFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE NATURAL	EFFECTOS SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO
Erosión Cuenca del Chira = 478 199 ha. Erosión Cuenca Catamayo = 6 839 ha. Sedimentación reservorio Poechos 379 MMC (2000). Sedimentación de cauces y otros (no cuantificados)	Pérdida de la productividad natural del suelo. Denudación del suelo. Alteración del equilibrio ecológico de los ecosistemas terrestres. Pérdida de recursos de flora y fauna. Efecto directo sobre los procesos de recarga de los acuíferos subterráneos. Aceleración de los procesos de desertificación y cambio del clima. Alteración de la calidad del agua. Sedimentación de cauce del río (zona baja).	Reducción de los suelos productivos con fines agrarios. Desplazamiento de la población rural hacia otras zonas. Mayor pobreza. Disminución de la calidad de vida. Reducción significativa de la vida útil del Reservorio Poechos. Arenamiento de la infraestructura de riegos. Mayores inversiones no programadas por el Estado. Mayor frecuencia de desbordes hacia zonas agrícolas y centros poblados.

C. Pérdidas de Agua

En la cuenca en estudio se han determinado problemas de pérdida de agua ocasionada por la baja eficiencia de riego en la parte baja y media del valle, producto del descontrol en la distribución, del mismo modo, pérdidas por infiltración a partir de los sistemas de riego. Según la información confiable, se estima que la eficiencia total no supera el 60% en el Chira y el 40% en Catamayo, teniendo en cuenta que el valor óptimo de eficiencias a nivel del valle para un sistema de riego regulado debe oscilar alrededor de 70%. Estas pérdidas de agua, además de constituir una sustracción a la disponibilidad del recurso hídrico, situación que no se justifica en una zona árida, incrementan el agua del subsuelo, cuyo elevado nivel freático constituye un problema para el valle agrícola.

Para una población (año 2000), localizada dentro del ámbito de la Chira – Piura entre urbana y rural de 1 545 000 hab con un consumo total de 33,40 MMC/año, el 74% de la población es abastecida por el sistema hidráulico Chira – Piura. No se tienen cifras sobre los índices de pérdidas de agua potable, pero se presume por extrapolación que estos sean muy altos, teniendo en cuenta el comportamiento de otras cuencas vecinas.

Efectos de la Infraestructura Hidráulica de Regulación en el Manejo del Agua

Cualquier infraestructura de regulación tiene efectos sobre las características del recurso hídrico, tales como régimen de crecidas, modificación del caudal de estiaje, regímenes de flujo, efectos sobre el patrón de drenaje, morfología del cauce, conectividad, etc. Las consecuencias de estos efectos son variables y están en función de las características de los ecosistemas de los ríos.

La cuenca del río Chira - Piura está regulada; se ha construido variada infraestructura, que ha incidido y continúa incidiendo favorable o desfavorablemente sobre los servicios ecológicos que provee el río.

En el caso del valle del Chira, la diversa infraestructura hidráulica construida ha tenido efectos importantes sobre el medio ambiente y específicamente sobre el recurso hídrico y los ecosistemas acuáticos. A pesar que no se cuenta con información del área antes de la construcción de esta infraestructura, es evidente que se han generado muchos impactos ambientales, algunos de los cuales (relacionados con el recurso hídrico), se indican a continuación:

- Los reservorios de Poechos y San Lorenzo producen infiltraciones hacia el subsuelo, que debido a la pendiente natural del terreno, tiende a ir hacia la parte baja del valle.
- Se han creado nuevos ecosistemas acuáticos y terrestres de transición dando lugar a servicios ecológicos alrededor de los reservorios Poechos y San Lorenzo.
- La regulación del río Chira ha modificado el régimen natural del río.
- El reservorio Poechos y la demás infraestructura hidráulica, son los principales sistemas de retención de sedimentos y nutrientes.
- La mayor oferta del recurso hídrico para el valle, propicia el incremento de solicitudes de agua para la agricultura y el uso de cultivos que requieren elevados volúmenes de agua.
- El aumento de caudales en el río Chira propicia el desarrollo y mantenimiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres de transición.

3.12.19 Potencial Hidroeléctrico

La Infraestructura Eléctrica en toda la Cuenca del Río Piura, se distribuye en Centrales Térmicas y Centrales Hidroeléctricas.

Las centrales de generación de energía eléctrica térmicas alcanzan una potencia instalada de 62,9 MW, de las cuales las más importantes es la Central Térmica de Piura, que se encuentra a cargo de la Empresa EGENOR y que genera 51,5 MW.

Dentro de las centrales de generación de energía hidroeléctrica la más importante es la de Curumuy a cargo de SINERSA, que genera 12,5 MW.

Desde el año 1992 el sistema eléctrico Piura-Sullana-Paita se incorpora al Sistema Interconectado Centro Norte, desde el cual se abastece de energía eléctrica a las Líneas de Subtransmisión en 60 KV Piura - La Unión - Sechura y la Línea de sub transmisión en 60 KV Piura - Chulucanas con sus extensiones en 22,9 KV a Tambogrande y Las Lomas.

Es necesario recalcar que Petro Perú-Oleoducto genera energía eléctrica térmica mediante las centrales de Bayovar 1,6 MW y la Estación 9 del Oleoducto con 1,6 MW; así mismo la Empresa ALICORP genera 1,8 MW de energía mediante su central térmica ubicada en Piura. En el Cuadro N° 45 se muestra las principales Centrales Térmicas e Hidroeléctricas y las Empresas Generadoras.

Según la Dirección Regional de Energía y Minas de Piura, en la Cuenca se tiene previsto ejecutar varias líneas de sub transmisión, redes de distribución primaria y secundaria a localidades del Bajo, Medio y Alto Piura que se encuentran actualmente

sin suministro eléctrico. En el Cuadro N° 46 se muestran los proyectos de interconexión a los pueblos del Bajo, Medio y Alto Piura.

La cuenca del río Piura se provee en gran parte de la energía eléctrica del Sistema Interconectado Centro Norte el cual pasamos a describir.

A. El Sistema Interconectado Centro Norte.

Es el de mayor capacidad, ya que genera casi 3 mil megawatts. Abastece a las principales ciudades del país como: **Piura**, Chiclayo, Trujillo, Chimbote, Huaraz, Huánuco, Tingo María, Cajamarca, Huancayo y Lima. Las principales centrales hidroeléctricas que componen este sistema son:

Cuadro N° 45

Principales centrales térmicas e hidroeléctricas, ubicación, capacidad de generación y área de influencia año 2002

CENTRALES ELECTRICAS	EMPRESAS/ CENTR/	POTENCIA INSTALADA (MW)	UBICACIÓN		PRODUCCIÓN (MWH)
			PROVINCIA	DISTRITO	
	EGENOR				
TÉRMICAS					
	1.- Piura ENOSA	51.5	Piura	Piura	8,863.7
	2.- Sechura	2.0	Sechura	Sechura	8.9
	3.- Canchaque	0.3	Huancabamba	Canchaque	234.7
	4.- Huapalas	2.0	Morropón	Chulucanas	46.3
	5.- Malacasí	0.3	Morropón	Morropón	93.8
	6.- Morropón	1.5	Morropón	Morropón	2.0
	7.- Santo Domingo	0.3	Morropón	Santo Domingo	43.5
	PETROPERU-OLEODUCTO				
	8.- Bayovar	1.6	Sechura	Sechura	1,093.8
	9.- Estación 9	1.6	Huancabamba	Huarmaca	857.6
	ALICORP				
	10.- Piura ENOSA	1.8	Piura	Piura	68.4
HIDROELÉCTRICAS					
	1. Chalaco	0.2	Morropón	Chalaco	232.2
	2. Santo Domingo	0.1	Morropón	Santo Domingo	106.1
	3. Canchaque	0.1	Huancabamba	Canchaque	117.1
	SINERGIA				
	4.-Curumuy	12.5	Piura	Curumuy	64,895.0

Fuente: *Almanaque de Piura – INEI 2003*

Cuadro N° 46

Proyectos de electrificación

FUENTE	INFRAESTRUCTURA ELECTRICA	INVERSIÓN \$ USA	BENEFICIARIOS
SS.EE de La Unión y Sechura	Líneas primarias y redes secundarias. 62 Km.	2,977.2	Cucumbira alta y baja, Buenos aires, Casagrande, Chaquira, Vichayal norte y sur, Casaraná, Jesús María, El Porvenir, Chatito, Santa Rosa de Satuyo, Sánchez, Chusis, Miramar, Tajamar, Yapato.
SS.EE de La Unión y Sechura	Líneas primaria y secundarias con sistema trifásico y monofásico. Material conductor de aleación de aluminio, postes de madera. 37.40 Km.	1,359.70	Nuevo Chato, Nuevo el Paraíso, Nuevo Pedregal, Nueva zona More, Zona Letigio, Zona ventura, Nuevo Tallán, Mala Vida, Nuevo Pozo Oscuro, J.C. Mariategui, Rinconada, la Campiña, Cordillera, Antiguo Pozo Oscuro.
Futura S.E de Miraflores	Líneas primarias, con sistema trifásico y monofásico. Material conductor de aleación de aluminio, postes de madera tratada. 63.10 Km.	1,910.71	Los Ejidos del Norte, La Mariposa, Los Ejidos del Huan, La Rinconada, La Palmera, Santa Sara, Cerezal, San Juan de curumuy, Santa Rosa, Miraflores, Río seco, chapaira, Terela, el Papayo Sur- Centro y Norte, La Obrilla y Progreso Alto y Bajo
Futura S.E de Miraflores	Líneas primarias, con sistema trifásico y monofásico. Material conductor de aleación de aluminio, postes de madera tratada. 27.0 Km.	572.85	Valle Hermoso, La Quebrada, Nueva Esperanza, San Carlos, Santa Paula, La Peñita, Santa Rosa, Seren y Las Vegas.
S.E. Chulucanas	Líneas primarias, con sistema trifásico y monofásico. Material conductor de aleación de aluminio, postes de madera tratada. 118 Km.	3,306.42	Km. 50, san Pedro, calores, La Unión, El Aromo, Eldos, Fátima, Hualtacal, Huasimal, Km. 48, Palo Blanco Bajo, Ingenio, Km. 65, La Bocana, Piura Vieja, Serrán, La Qumazón, Pedregal, Santa Rosa, Yaranche, Hualtacoll, Manco Inca, Santa Ana, Sinchi Roca, Cruceta.
TOTAL	307 Km.	\$10,126.88	

B. Proyecto de Irrigación e Hidroenergético del Alto Piura

Alcance General del Proyecto

El Proyecto Alto Piura tiene como principal objetivo captar agua de la cuenca del río Huancabamba, para trasvasarla a la cuenca del río Piura y entregar el recurso hídrico, en forma regulada, para el riego de 34 298 ha correspondientes a áreas nuevas y 7750 ha de propiedad privada en la zona denominada Alto Piura.

Por lo tanto el Proyecto considera obras de regulación y derivación del río Huancabamba, tomando en cuenta las necesidades de consumo de agua en la cuenca aguas arriba de la toma y el caudal mínimo que se descargará aguas a bajo de la presa Tronera al río Huancabamba que será del orden de 0.5 a 1 m³/s.

A dicho objetivo se le suma el uso de las aguas trasvasadas para generación de energía hidroeléctrica, aprovechando la caída de unos 1,200 m. Para tal fin se construirán dos Centrales Hidroeléctricas, denominadas Cashapite y Gramadal.

El agua trasvasada se conducirá, por túneles y tuberías, a las dos centrales hidroeléctricas proyectadas. Por lo tanto, se considera la construcción del embalse Mamayaco para regular las aguas derivadas de la Central Hidroeléctrica Gramadal junto con el caudal del río Huarmaca, permitiendo así atender la demanda del riego.

La energía generada en ambas centrales será entregada en La Sub Estación Piura-Oeste, para lo cual se requerirá su ampliación, la construcción de dos Sub Estaciones de transformación y 152,8 km de líneas de transmisión.

Para cumplir con el principal objetivo del Proyecto Alto Piura, se construirá un sistema de irrigación, el cual estará constituido por un canal principal de derivación con bocatoma, canales de distribución de primer y segundo orden y tuberías presurizadas que conducirán el agua tanto a las áreas nuevas de riego como a las privadas.

A partir del alcance general del Proyecto Alto Piura y para efectos de presentar la descripción del proyecto se ha dividido el Proyecto Alto Piura en los siguientes componentes:

- Sistema de Regulación y Trasvase;
- Generación Hidroeléctrica;
- Sistema de Subestaciones y Transmisión Eléctrica; y
- Sistema de Irrigación.

Costos y Plazos del Proyecto

De acuerdo a la información disponible los costos asociados a la construcción del Proyecto ascienden a la cantidad de US\$ 408 084 028 de y los costos de operación anual ascienden a US\$ 3 264 672 anuales (se ha estimado de acuerdo al 0,8% de la inversión).

La Tabla 3-1 muestra los costos separados por las principales componentes del proyecto.

Los plazos asociados a la construcción del proyecto dependerán en gran medida del formato en que se realice la concesión y posteriormente la formula que se defina para la licitación de las obras civiles. Sin perjuicio de lo anterior se podría esperar que:

- El plazo de construcción para el Túnel de Traslase y la presa de tronera no debería superar los cinco años.
- La construcción de la CH. De Cashapite incluyendo la línea de transmisión no debería sobrepasar los 4 años. Tres años para el servicio desde Cashapite y 2 años para el servicio desde Gramadal, y
- Mamayaco tomaría no menos de 42 meses, algo más de lo normal, debido al tamaño de la presa.

Finalmente es posible, en la medida que el Proyecto se construya por componentes y en paralelo terminar el Proyecto completo en un plazo entre 4 a 6 años.

Recientemente, se está dando un aprovechamiento hidroenergético de la Cuenca Chira-Piura, contribuyendo a satisfacer las necesidades de energía eléctrica de Piura, a través de la generación eléctrica de la Central Hidroeléctrica de Curumuy, ubicada al final del Canal de Derivación Chira-Piura, con una capacidad instalada de 12 Mw, la Central Zamba, ubicada en el río Quiroz, con una capacidad de generación de 1,6 Mw y una Minicentral ubicada en la Presa Derivadora Sullana, con una capacidad de 244 Kw.

Existe un proyecto de instalación a mediano plazo de dos centrales hidroeléctricas, Poechos I y Poechos II para generar 27 Mw. Estas centrales se ubicarán en la localidad del mismo nombre, a 80 km aproximadamente de la ciudad de Piura y a 40 Km de la ciudad de Sullana, al pie de la Represa de Poechos. La concesión para la generación eléctrica de estas centrales, ha sido otorgada por gobierno a través de la Resolución Suprema N° 075-97-EM (23 Jul. 1999).

Existe también el Proyecto Hidroenergético Alto Piura, cuyo Estudio de Factibilidad Complementario, indica que con su puesta en marcha es posible la generación de 130 Mw; no descartándose además la existencia de otros potenciales aprovechamientos hidroenergéticos no cuantificados.

3.12.20 Inventario de Proyectos Hidráulicos

A. Cuenca Chira - Piura

Además del proyecto de ejecución de obras de la III Etapa del Proyecto Chira - Piura, existen los siguientes estudios a nivel de factibilidad:

A.1 Mejoramiento y Regulación del Riego del Alto Piura, ejecutado por el Consorcio TAHAL-ASCOSESA en 1988.

En la cuenca del Alto Piura no quedan prácticamente recursos hídricos superficiales sin aprovechar. En la actualidad se riegan unas 25 000 ha en parte con aguas del río Piura y afluentes y en otra parte con agua de pozos, otras 17 000 ha no dispone de agua suficiente para ser regadas. De estas últimas sólo unas 6 000 ha se riegan en años de grandes avenidas, las restantes 11 000 ha no se cultivan.

Los estudios de Desarrollo Agrícola formuló que el volumen de agua adicional necesario para regar las nuevas tierras y mejorar el suministro de las ya regadas es de 370 MMC/año. El inventario efectuado de aguas subterráneas reportó que se extraen aproximadamente 90 MMC/año por medio de 350 pozos dispersos en la zona. Los estudios realizados demostraron que es posible aumentar la extracción hasta 140 MMC/año por medio de unos 190 pozos adicionales.

El Estudio de Alternativas más viable fue el trasvase del río Huancabamba al río Piura por medio de un túnel. El caudal disponible para el trasvase sería de unos 10 m³/s en término medio con un total anual de 3 440 MMC. Tal aporte de agua con el mayor aprovechamiento de aguas subterráneas, permitiría regar prácticamente toda la extensión de tierras delimitada en el Estudio Agrológico.

El trasvase se haría salvando un desnivel de más 1 200 m. Este salto considerable podrá aprovecharse para generar electricidad con una potencia estimada de 130 Megavatios con una producción total de energía de unos 900 Gigavatios - hora/año.

El agua para el trasvase se captaría en Tronera con una obra de derivación, el agua ingresará al túnel de 13,0 Km. de largo con 2,75 m de diámetro. Dos túneles adicionales con un total de 15,8 Km. conducirían las aguas a dos Centrales Eléctricas de 65 Megavatios cada una. Las aguas turbinadas verterán finalmente al río Huarmaca, afluente del río Piura, en el sitio conocido como Mamayaco. Las inversiones necesarias para llevar a cabo la solución propuesta (sin considerar la presa Tronera); sería como se indica a continuación: US \$263,3 millones que incluye Obras de Trasvase, Centrales Hidroeléctricas y Obras de Riego Complementarias. La inversión total de US \$ 333,1 millones que incluye 10% para servicios de Ingeniería y Supervisión y 15% de Imprevistos.

B. Estudio Complementario de Factibilidad del Proyecto Hidroenergético Alto Piura, Ejecutado por el Consorcio HARZA C y A – SISA (Mayo 1996)

El Proyecto Alto Piura tiene por finalidad extraer agua de la cuenca del río Huancabamba, trasvasar el caudal captado a la cuenca del río Piura, y entregar el recurso, en forma regulada, para el riego de las áreas del Alto Piura.

A este concepto se agrega la posibilidad de valerse de los caudales trasvasados para fines de generación de energía hidroeléctrica, aprovechando la caída de unos 1200 m.

Se denomina “Tronera” el punto de captación en el río Huancabamba con el embalse de regulación (Tronera Norte). Habrá una conexión a presión del embalse hasta el Túnel de Tránsito, que conducirá hasta la cuenca del río Piura. El trasvase terminará por debajo de la quebrada Cashapite y, con una salida lateral podrá entregar el agua a la quebrada; de allí el agua estará libre para seguir por los cauces naturales para llegar al río Piura, en la zona de riego.

Se proyecta el primer túnel hidroenergético como una simple extensión del túnel de tránsito. Este túnel conducirá a una chimenea de equilibrio, y a un pozo de presión hacia abajo que se enlazará con un túnel blindado de alta presión hacia abajo que se enlazará con un túnel blindado de alta presión que habrá de conducir hasta la CH Cashapite.

El desagüe de la central estará en la misma quebrada Cashapite, por donde el agua podrá seguir al Alto Piura o ser captada para el segundo salto hidroenergético, el de Gramadal. La captación de agua a la salida de la CH Cashapite también incluirá medios de captar agua de la misma quebrada permitiendo (por períodos de poca duración) que el agua rodee el sistema de Cashapite. De la toma habrá un largo túnel hidroenergético de baja presión hasta una chimenea de equilibrio y un túnel de salida a la superficie.

En este sitio habrá una cámara de válvulas, seguida por el conducto forzado que conducirá hasta la CH Gramadal. El desagüe puede fluir hasta el embalse de Mamayaco o seguir hasta un punto de captación en el río Alto Piura.

De esta manera habrá regulación seguida por un trasvase de agua para el riego en el Alto Piura con la posible adición de los elementos de dos saltos consecutivos de generación hidroeléctrica.

El caudal firme, uniforme todos los meses, podría ser usado en forma directa en el sistema de riego del Alto Piura, y con agua subterránea compensando las variaciones estacionales de la demanda. Pero habrá más agua, no regulada, disponible del río Huancabamba, dentro de la capacidad de las obras de tránsito y generación. Un embalse en Mamayaco, sobre el río Huarmaca (tributario del río Piura), recibirá agua de su propia cuenca y del trasvase del río Huancabamba. Este podrá llegar a través de la quebrada Cashapite, río Chalpa o de la descarga de la CH Gramadal. El caudal regulado para riego se entregaría al cauce del río Huarmaca al pie de la presa.

Habrán subestaciones y líneas de transmisión para entregar la energía del Proyecto al Sistema Interconectado Norte (SIN).

En resumen las principales obras y su descripción es la siguiente:

1. **Presa en Tronera**, con cota de coronación 1 600 msnm, para almacenar un volumen útil de 40 Hm³. Estructura de toma en el embalse de Tronera y conexión con un pique de 40 m, al túnel de trasvase.
2. **Túnel de Trasvase**, de 13 315 m de longitud, para trasvasar las aguas del río Huancabamba a la Quebrada Cashapite. Ventanas N° 1 y 2, para los frentes de trabajo del túnel de trasvase en boca de entrada y salida. La Ventana N° 2, permitirá además pasar las aguas trasvasadas a la quebrada de Cashapite, mientras se construye los túneles hidroenergéticos.
3. **Túnel Hidroenergético Cashapite** de 4 835 m, de longitud.
4. **Chimenea de Equilibrio**, de orificio y sección circular, de hasta 12 m, de diámetro y 150 m de altura.
5. **Pozo de presión**, de conexión entre túnel hidroenergético y el túnel de alta presión de C.H. Cashapite, de aproximadamente 540 m de altura.
6. **Túnel de Presión** blindado, de 2 060 m de longitud, para un desnivel máximo de 645 m.
7. **Casa de Máquinas de Cashapite**, equipada con 2 o 3 turbinas pelton de 4 chorros cada una, para generar hasta una potencia de 150 Mw.
8. **Obras de Captación** para C.H. de Gramadal, consta de desagüe de CH Cashapite, Toma de desvío Quebrada Cashapite y cámara de carga.
9. **Túnel Hidroenergético Gramadal**, de 11 350 m de longitud..
10. **Chimenea de Equilibrio**, con orificio y sección circular de hasta 10 m, de diámetro y 90 m de altura.
11. **Tubería Forzada**, de 1 820 m de longitud y de hasta 2,6 m de diámetro, para un desnivel máximo de 580 m.
12. **Casa de Máquinas de Gramadal**, equipada con 2 o 3 turbinas pelton de 4 chorros cada una, para general hasta una potencia de 150 Mw.
13. **Embalse de Mamayaco**, con cota de coronación de la presa 285 msnm, de 25 Hm³ de volumen útil, para regular las aguas trasvasadas del río Huancabamba después de la generación de energía y también la del propio río Huarmaca.

B.1 Funcionamiento del Proyecto

El Proyecto Alto Piura funcionará con dos objetivos:

- Proveer agua regulada del río Huancabamba para el riego del Alto Piura.
- Proveer agua altamente regulada para generación de energía firme en dos centrales hidroeléctricas.

Riego

El caudal será conducido por un túnel y tubería forzada desde la toma en el embalse de Tronera Norte hasta el túnel de trasvase en el pie de la presa. Si el sistema funciona sólo para el riego, el control del caudal será en la válvula de descarga en la quebrada de Cashapite, a la salida del túnel de trasvase. Si está funcionando la Central de Cashapite, el control del caudal será en la operación de las turbinas de dicha central con la posibilidad que también habrá un caudal suplementario, en horas fuera de punta, controlado al final del túnel de trasvase.

Las obras del Proyecto podrán servir al riego sin que estén funcionando las centrales hidroeléctricas.

Una demanda permanente al embalse de Tronera será el mantenimiento del caudal vivo de 600 lt/s en el río Huancabamba aguas debajo de la presa

Estudio Definitivo para la Reconstrucción y Rehabilitación del Sistema de Defensas contra Inundaciones en el Bajo Piura, Ejecutado por el Consorcio CLASS-SALZGITTER (Marzo 2001).

3.12.21 Cartografía

La cartografía utilizada en el presente estudio es la siguiente:

- *Mapa Base de la Cuenca del río Piura* – Escala 1:100 000 – Año 2004, que corresponde a la Base de Datos del INRENA – Fuente: Perú Digital – MED – MTC (DATUM Horizontal WGS84 ZONA 17) e Imagen de Satélite Landsat – TM 011-063 31 – 05 – 00, 011 – 064 11-02-01, 010-063 29-10-99, 010-064 29-10-99
- *Mapa de Infraestructura de Riego y Drenaje del Valle del Medio y Bajo Piura* – Escala 1:50 000, elaborado por el INRENA en base a la información proporcionada por el INADE – Proyecto Especial Chira – Piura en el año 1997 como parte del Programa de Emergencia Fenómeno El Niño.

3.12.22 Métodos

La metodología utilizada para el desarrollo de la presente evaluación ha tenido una secuencia lógica siendo esta la siguiente:

Primera Etapa de Gabinete

- En base a la información técnica especializada sobre los daños provocados en la cuenca del río Piura por la presencia del Fenómeno El Niño en los últimos años, se han priorizado áreas en la cuenca para la ejecución del estudio denominado “Evaluación de la Vulnerabilidad Física Natural de la Cuenca del río Piura”. Estas áreas se han denominado “áreas de interés” y son las siguientes:
 - a. Bajo Piura - Desde la Presa de Derivación Los Ejidos hasta la Laguna Ramón
 - b. Quebrada Yapatera - Toda el área agrícola bajo riego
 - c. Quebrada San Francisco – Toda el área agrícola bajo riego de su margen izquierda (Tambo Grande).
- Recopilación de Información cartográfica e información cualitativa y cuantitativa contenida en estudios relacionados que se hayan realizado en la cuenca y en las áreas de interés.
- Preparación de la Cartografía Básica y equipo necesario para la toma de información en la etapa de campo

Etapa de Campo

Primer viaje

- a. **Inspección Técnica de las Cuencas Baja, Media, Alta y las áreas de interés:** Se realizó una evaluación rápida de las tres zonas de la cuenca con la finalidad de verificar e interrelacionar la información temática que existe de la cuenca y analizar a nivel macro la vulnerabilidad física natural a que están expuestas algunas obras de infraestructura de riego, drenaje y diques en las áreas de interés.

Segundo viaje

- a. Complementar la toma de información de las Cuencas Baja, Media y Alta
- b. Toma de información más detallada en las áreas de interés
- c. Toma de Información cualitativas de las zonas vulnerables

Tercer viaje

En base al análisis de la información técnica obtenida de las áreas de interés se establecerán el nivel de riesgo en que se encuentran las zonas vulnerables ante eventos meteorológicos e hidrológicos máximos (lluvias intensas y caudales máximos en el río Piura). Para ello será necesario tomar información cuantitativa de las condiciones físicas actuales en que se encuentran las diferentes estructuras (canales, drenes y diques) que se encuentran expuestas a estos fenómenos naturales.

Segunda Etapa de Gabinete

- Análisis de la Información técnica obtenida en la etapa de campo, cuyos resultados permitirán identificar a la infraestructura de riego, drenaje o defensas ribereñas que presentan vulnerabilidad ante la intensidad máxima de fenómenos meteorológicos e hidrológicos. Finalmente, en base a su ubicación y características de diseño tanto hidráulicas como estructurales se determinará su nivel de riesgo (Leve, ligero, moderado y alto).
- El nivel de riesgo analizado para las diferentes estructuras de interés establecerán las recomendaciones técnicas (Obras y / o actividades) necesarias para su protección y conservación.
- Elaboración del Informe Final el cual estará compuesto por una memoria descriptiva y un mapa a escala 1:50 000 de la infraestructura de riego, drenaje y diques de defensa del Medio y Bajo Piura.

3.12.23 Resultados del Estudio de la Situación Actual de la Infraestructura Hidráulica y Uso del Agua

A. Infraestructura Mayor de Riego

En el ámbito de la cuenca Chira-Piura se tiene infraestructura hidráulica regulada y no regulada. La regulada se encuentra en los valles de Chira, Medio, Bajo Piura y San Lorenzo y, la no regulada se encuentra ubicada en el Alto Piura.

B. Planeamiento Hidráulico Proyectado y Ejecutado – Infraestructura hidráulica regulada

B.1 Valle río Chira

Es necesario indicar que se está considerando la infraestructura mayor de riego del valle del río Chira debido a que su estructura de almacenamiento que es el reservorio de Poechos proporciona agua a la cuenca del río Piura mediante el canal de derivación Daniel Escobar. Esta agua derivada es regulada en la presa de derivación Los Ejidos, la cual alimenta al sistema de riego del bajo Piura.

El valle Chira, cuenta con un sistema hidráulico mayor de riego y drenaje, y sistema de diques de defensas, construidas por el Proyecto Chira – Piura. Actualmente el valle dispone de infraestructura hidráulica remodelada en operación, y parte que se encuentra en proceso de ejecución.

Las obras en operación son:

- Presa Poechos
- Presa Derivadora Sullana
- Canal Derivación Daniel Escobar
- Canal Miguel Checa
- Sistema de Drenaje Troncal y
- Diques de Defensa contra Inundaciones.

Las obras en proceso de ejecución son:

- Canal Norte
- Canal Sur y
- Sistema de Drenaje Principal en el Bajo Chira.

La Presa Poechos regula el agua para el valle del Chira, de la presa parte el canal sin revestimiento denominado Miguel Checa que recorre el valle por la margen derecha del río Chira y, *del dique de la margen izquierda de la presa parte el canal de derivación Daniel Escobar que recorre la margen izquierda del río Chira hasta terminar en la caída de la C.H. Curumuy entregando las aguas al río Piura luego de recorrer una longitud de 54 km.*

B.2 Valle Medio y Bajo Piura

La infraestructura de riego en el valle Bajo Piura está constituida por:

- Presa Derivadora Los Ejidos
- Canal Principal Biaggio Arbulú
- Sifón de cruce del río Piura
- Canal Margen Izquierda del río Piura
- Sistema de Drenaje
- Dique de encauzamiento

El planteamiento hidráulico del Medio y Bajo Piura consiste en la Presa de Los Ejidos ubicada a 7 Km. aguas arriba de la ciudad de Piura. En esta estructura se inicia el canal principal Biaggio Arbulú revestido de concreto con una capacidad de 60 m³/s y una longitud 57,6 Km. Este canal cruza el río Piura hacia la margen derecha mediante un sifón de 45 m³/s de capacidad. De este canal se desprende una red de canales secundarios y terciarios. El Sistema de Drenaje está constituido por una red troncal de 456 Km. de longitud y 421 Km de drenes parcelarios. Los diques de encauzamiento tienen una longitud de 38 Km ubicados a una y otra margen del río Piura.

*Presa de Derivación Los Ejidos
Canal Principal Biaggio Arbulú
Dren 13.08
Mayo 2004*



*Dren 13.08 ingresando al Sifón
Dique de encauzamiento del río que cruza el río Piura de la Margen Izquierda a la M.D -Piura –
Mayo 2004*



Fotos : INRENA

B.3 Valle San Lorenzo

La Irrigación del Valle San Lorenzo, fue desarrollado como parte de las sub-cuencas del Chipillico. Su desarrollo incluyó áreas de las dos cuencas Chira y Piura.

La infraestructura de riego se construyó entre los años 1951 a 1959, abarcando el ámbito de los distritos: Tambogrande, Las Lomas, Chipillico, Sullana y Paimas.

La infraestructura hidráulica principal está conformada por:

- Presa San Lorenzo, y Aliviadero de Maray,
- Bocatoma de Zamba, Canal Quiroz, y Desarenador,
- Bocatoma y Canal Chipillico,
- Casa de válvulas Canal Yuscay - Estructura El Partidor,
- Canal Tablazo,
- Canal Tejedores
- Canal Tambogrande y
- Bocatoma Canal Malingas.

El valle de San Lorenzo fue planeado con la Presa en el río Chipillico al este de la ciudad de Piura.

Para aumentar el volumen de regulación en la presa, se deriva las aguas del río Quiroz mediante el Canal Quiroz que capta a través de la bocatoma de Zamba entregando las aguas en un afluente del río Chipillico. Para conducir las aguas derivadas del río Quiroz y del río Chipillico se ha construido el canal Chipillico que capta en el río del mismo nombre y entrega las aguas al reservorio.

De la Presa de San Lorenzo sale el canal Yuscay que termina en **EL PARTIDOR**, donde se inician tres canales: El tablazo Tambogrande y Tejedores. En el canal Tambogrande mediante un aliviadero se deriva hacia la quebrada Moqueguanos y luego a la quebrada San Francisco para dotar de agua al canal Malingas a través de una bocatoma en esta quebrada.

*Canal Principal Yuscay
Se inicia en el R. S. Lorenzo*



Foto : INRENA

Reservorio de San Lorenzo
Ubicación Geográfica – E 0588920
N 9482936

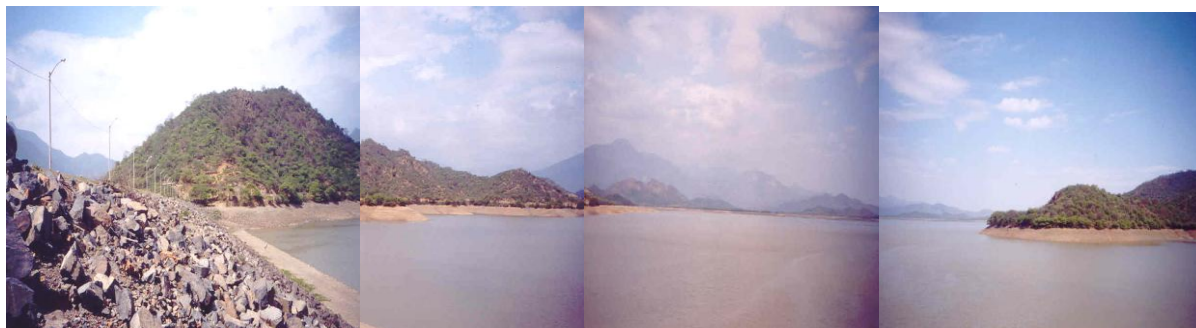


Foto: INRENA – mayo 2004

**Longitud De Canales De Riego Revestidos Por Valle De La Costa Del Departamento De
Piura**

km = 763,64 km

CANAL PRINCIPAL	Longitud del canal (km)
Valle Medio y Bajo Piura	
Canal Principal (riega todo el Bajo Piura) Biaggio Arbulú	42 km
Canal Castilla	15.5 km
Canal Puyuntalá	16.1 km
Canal Palo Parado	4.8 km
Canal Cumbibira	15.64 km
Canal Sinchao	12.2 km
Canal San Andrés	4.5 km
Valle del Chira	
Canal de Derivación Daniel Escobar	54 km
Canal Parales	8 km
Canal 29.9 (riega Cieneguillo Norte)	12 km
Canal 42.19(riega Cieneguillo Centro)	150 km
Canal 50.5 y Canal 52.8(riega Cieneguillo Sur)	250 km
Canal Norte	56 km
3era etapa Canal Norte	33.2 km
Canal Sur	25.4 km
Canal Jibito	5Km
Valle San Lorenzo	
Canal Quiroz	13.1 km
Canal Chipillico	6.7 km
Canal Yuscay	4.5 km
Canal Malingas	35 km

Fuente: Proyecto Chira Piura

B.4 Valle Alto Piura

El Valle del Alto Piura, cuenta solamente con infraestructura de riego no regulada, sometida a la eventualidad de avenidas del río Piura.

C. Infraestructura de Cabecera

C.1 Valle del Chira

Presa Poechos

Es una estructura de almacenamiento ubicada en el cauce del río Chira, a 30 Km aguas arriba de la ciudad de Sullana. Su capacidad de almacenamiento según diseño fue de 1 000 MMC; obra que ha sido construida durante el período 1972 -1976.

La Presa misma consiste de un relleno zonificado de tierra, que permite la formación de un reservorio de almacenamiento con aportes de las sub-cuencas hidrográficas de los ríos Chira en la parte Peruana y Catamayo en la parte Ecuatoriana.

*Presa de Poechos
Capacidad de almacenamiento Inicial 1000 MMC*



Foto : INADE

Para evitar pérdidas de agua por filtraciones en el fondo base de la Presa, se ha construido una pantalla de concreto, hasta alcanzar el nivel de la roca.

Estructuralmente está conformado por dos diques ubicados en los flancos (derecho e izquierdo) y un dique principal, construidos al mismo nivel que la cresta de la presa principal.

En los diques están ubicados dos obras de salida (tomas), que atraviesan el relleno por medio de túneles cortos ubicados en la margen izquierda y derecha de la presa principal, asegurando la entrega de demanda de agua para los valles Medio y Bajo Piura y Chira respectivamente.

En la Presa Principal están ubicadas el aliviadero de compuertas, el cual cumple tres funciones principales:

- Evacuar los excesos de agua que trae el río Chira
- Evacuar la gran cantidad de material flotante que trae el río en época de avenidas y
- Permitir regular avenidas extraordinarias.

En el dique izquierdo se encuentra un aliviadero de emergencia, el cual sirve como protección para el caso de en avenidas extraordinarias que pudieran presentarse.

A continuación se presenta algunos datos técnicos de la Presa y Obras Conexas:

Presa Principal

- Longitud de coronación : 1 000 m
- Altura máxima : 50 m
- Ancho de la cresta : 8 m
- Ancho máximo de la base: 250 m
- Nivel de coronación: 108 msnm (sistema OLSA)
- Cortina impermeable: concreto simple, profundidad: 50 m, longitud: 1000 m, espesor 0,60 m.

Diques:

- Longitud de coronación: 8 000 m
- Altura máxima: 38,0 m
- Ancho cresta: 8 m
- Volúmenes de Presa y Diques: Excavación: 7 322 986 m³, Rellenos: 16 735 881 m³.
- Aliviadero de Compuertas: - Tipo: Compuertas radiales y dissipador de energía por salto de esquí, longitud de cresta: 185 m
- Longitud. de la rápida de salida: 168 m
- Compuertas radiales : 9,80 m x 12 m c/u
- Capacidad de descarga a Nivel normal 103 msnm: 5 500 m³/s.

Aliviadero de Emergencia (tipo fusible con cresta de rebose):

- Longitud de cresta: 400 m
- Capacidad de descarga a nivel 106,2 msnm: 10 000 m³/s.

Túnel de Desvío (tipo concreto armado):

- Longitud: 415 m

- Diámetro interno: 8 m
- Descarga a nivel 103 msnm: 1 045 m³/s
- Disipador de Energía: Convencional con deflector.

Toma del Canal de Derivación:

- Longitud del conducto: 142 m
- Diámetro del conducto: 2,40 m

Toma del Canal Miguel Checa (tipo concreto armado con blindaje):

- Longitud: 415 m
- Diámetro: 5m

Reservorio:

- Nivel normal de operación: 103,0 msnm con sistema relativo de medición altimétrica (OLSA).
- Nivel mínimo de captación: 78,5 m s.n.m (OLSA)
- Nivel máximo de almacenamiento: 105 msnm (OLSA)
- Almacenamiento Bruto según diseño a nivel 103 msnm (OLSA): 885 M.M.C.
- Volumen de Almacenamiento útil según diseño a nivel 103 msnm (OLSA): 789 M.M.C.
- Volumen Muerto a nivel 78,5 msnm (OLSA): 96 MMC.
- Volumen de Almacenamiento actual a nivel 103: 477M.M.C
- Volumen total de sedimentos sobre la cota 78,5: 312 M.M.C
- Área de espejo a nivel 103 msnm: 75 km²,
- Longitud de embalse: 24,0 km

C.2 Valle Medio y Bajo Piura

Presas Derivadora Los Ejidos

La Presa Derivadora Los Ejidos, está ubicada en el cauce del río Piura a 7 km aguas arriba de la ciudad de Piura y tiene como función captar las aguas reguladas provenientes de la Presa Poechos, así como las del mismo río Piura para el suministro de agua al valle del Bajo Piura.

La estructura esta diseñada para captar 64 m³/s por el Canal Principal Biaggio Arbulú; evacuando por el vertedero libre avenidas de 3 200 m³/s hacia el río Piura.

La presa construida íntegramente de concreto, está conformada por una bocatoma equipada con tres compuertas radiales, un canal de limpia con dos compuertas radiales, un aliviadero fijo con 7 compuertas radiales y un vertedero libre de 120 m de longitud.

Estado de conservación actual: Bueno

A continuación se presentan algunos datos técnicos de la Presa Derivadora Los Ejidos y sus obras conexas:

Presa Principal:

- Altura de la Presa : 15 m
- Longitud de la Presa : 230 m
- Volumen de Excavación : 168 931 m³
- Volumen de Rellenos de : 110 698 m³

Bocatoma:

- Ancho incluyendo pilar intermedio : 14,41 m.
- Tres compuertas : 4,27 m x 2,73 m
- Nivel de entrada : 27,3 msnm
- Nivel de la poza dissipadora : 26,45 msnm y
- Veinte dados dissipadores de energía.

C.3 Valle San Lorenzo**Presa San Lorenzo**

El reservorio San Lorenzo es una estructura de almacenamiento que tiene una capacidad original de 258,4 MMC. Se encuentra ubicada a 115 km de la ciudad de Piura, y a una altitud de 290 m s.n.m; entre las coordenadas: 04° 38' y 04° 45' de latitud Sur y 80° 08' y 80° 12' de longitud Oeste.

La Presa San Lorenzo, es una presa de gravedad construida con tierra compactada de sección trapezoidal, tiene altura máxima de 57 m y longitud de cresta 797 m. La presa principal cierra un cañón natural entre dos cerros, y en conjunto con otros tres diques de cierre y dos diques de emergencia, forman el embalse de aproximadamente 1,600 ha; el volumen útil es 192,8 MMC. Según las últimas mediciones batimétricas (Vega N 1998).

La seguridad de la Presa contra avenidas extraordinarias, está garantizada por un vertedero libre (Maray) de 700 m³/s de capacidad nominal y dos diques de emergencias. El Aliviadero Maray, evacua todo exceso de agua por encima de la cota 290 msnm que es la altura de máximo almacenamiento hacia la quebrada San Francisco.

La presa tiene una descarga de salida de fondo, para caudal máximo hasta de 50 m³/s, extendiéndose desde la torre de toma sumergida en el embalse, hasta la entrega de agua al pozo de disipación de energía. Asimismo,

la estructura cuenta con obras conexas ubicadas aguas abajo hasta la entrada al canal principal Yuscay.

Estado de conservación actual: Bueno

C.4 Valle Alto Piura

El Valle del Alto Piura cuenta solamente con infraestructura de riego no regulada, sometida a la eventualidad de avenidas del río Piura. Gran parte del área agrícola desarrollada se hace con exploración de las aguas subterráneas. Sin embargo, existen dos estudios a nivel de Factibilidad con fines de ampliación de frontera agrícola con riego regulado que se encuentra en proceso de implementación financiera:

“Mejoramiento y Regulación del Riego del Alto Piura” ejecutado por el Consorcio TAHAL-ASCOSESA en 1988.

En la actualidad el Valle del Alto Piura cuenta con una red de 248 km de canales principales y 372 km de canales secundarios. En el Cuadro 4.01 se muestra las características de la infraestructura de riego del valle Alto Piura.

D. Infraestructura de Conducción

D.1 Valle Chira

Canal de Derivación Daniel Escobar

El Canal Daniel Escobar, es una estructura hidráulica de derivación del río Chira hacia el río Piura; su toma de captación está en el dique izquierdo de la Presa Poechos y termina en la Caída de Curumuy, a 54 km de su inicio. En el Gráfico 4.01 se muestra el esquema hidráulico con sus tomas de canales laterales, áreas de servicio y número de usuarios.

El canal tiene sección trapezoidal, está revestido con concreto simple para una capacidad máxima de 70 m³/s.

El canal ha sido construido en algunos tramos con un sistema de drenaje subterráneo (entubado) en una longitud de 5,7 km y tiene un camino de servicio en toda su longitud en la margen derecha.

Estado de conservación actual: Bueno

El canal tiene las siguientes obras de arte:

- 10 Tomas laterales
- 13 Puentes entre vehiculares y peatonales

- 08 Canoas
- 02 Casetas Limnigráficas
- 19 Alcantarillas
- 01 Aliviadero
- Un Regulador de nivel en el km. 29 + 900 y
- 01 Acueducto (cruce con el río Chipillico).

*Canal Daniel Escobar –
Deriva aguas del río Chira al río Piura*



Foto : INADE

Canal Miguel Checa

Es un canal en tierra de sección trapezoidal con una longitud total de 78,5 km, y nace en la toma de fondo de la represa Poechos.

El caudal máximo de conducción en su inicio es de 19 m³/s y en su parte final llega con 0,5 m³/s. En su recorrido está atravesado por diversas quebradas, las cuales han originado la construcción de 264 obras de arte como: tomas, puentes peatonales, puentes vehiculares, sifones, alcantarillas y aliviaderos. El canal tiene dificultades en su operación con caudales mínimos, por lo que a fin de solucionar este problema en el año 1995 se efectuó un Estudio Definitivo con Retenciones; por falta de financiamiento no se ha podido ejecutar.

El Canal Miguel Checa, por sus características hidráulicas construido en tierra (sin revestimiento, tener mayor longitud con una gran cantidad de tomas (318) entre directas y por bombeo, para atender a más de 15 000 ha, es un canal con muchos problemas difíciles de administrar.

Canal Miguel Checa
Canal Principal del Sistema Poechos



Foto – INADE

E. Infraestructura Menor de Riego

E.1 Valle del Chira

Tiene riego regulado y el canal principal es el Canal Daniel Escobar que tiene un sistema de distribución que parte de este canal y está conformado por un sistema de laterales y sublaterales del Anexo, cuyas principales características se muestran en el Cuadro siguiente:

Infraestructura menor de riego valle del Chira
Canal principal Daniel Escobar

CANAL	UBICACIÓN	CAUDAL (m ³ /s)	LONG. (km)
1. T - D	1 + 100	1,50	8,50
2. T - D	2+592	0,30	3,00
3. T - D	6+760	3,00	15,20
4. T - D	12+560	0,20	3,80
5. T - D	13+270	0,50	0,40
6. T - D	13+850	0,30	3,00
7. T - D	14+341-A	0,20	0,01
8. T - D	14+341-B	0,40	4,00
9. T - D	16+500	0,50	4,50
10. T - D	18+300	1,20	12,00
11. T - D	23+140-1	0,30	3,50
12. T - D	23+140-2	1,20	10,00
13. T - D	26+780	0,80	9,00
14. T - D	28+100	0,10	3,00
15. T - D	29+080	1,00	8,00
16. T - D	29+975	5,90	14,00
17. T - D	42+190	2,43	20,86
18. T - D	50+500		
19. T - D	52+800	2,50	18,60
20. Perales	53+210	4,50	8,00

E.2 Valle Bajo Piura

Tiene riego regulado, siendo el canal principal el Canal Biaggio Arbulú del cual se derivan una serie de canales secundarios y terciarios que suman una longitud de 79,87 km todos ellos revestidos de concreto simple con un espesor de 6,5 cm del Anexo, cuyas características principales se muestran en el siguiente Cuadro.

Infraestructura menor de riego valle Bajo Piura
Canal principal Biaggio Arbulu

CANAL	UBICACIÓN	CAUDAL (m ³ /s)	LONG. (km)
1. La Bruja	9 + 787	8,50	18,15
2. Puyuntala	10 + 400	6,50	16,10
3. Palo Parado	16 + 245	2,25	4,86
4. Cumbimbira	19 + 245	6,75	6,64
5. Sinchao Parte Alta	27 + 896	11,00	9,50
6. Casarana	28 + 215	2,80	9,91
7. Monte Viejo	29 + 050	2,80	9,91
8. San Andrés	27 + 896	6,00	11,31
9. San Andrés	44 + 742	3,30	4,15

E.3 Valle Alto Piura

No tiene riego regulado, el riego depende de las descargas del río Piura y sus afluentes, además de las aguas subterráneas. El sistema de riego principal suma 247,5 km y la red secundaria 372,30 km (Cuadro N° 4.11.2), cuyas principales características se detallan a continuación:

Serrán, de 2,47 m³/s de capacidad máxima para irrigar 867 ha a través de 10 canales que suman 25 km, de los cuales 5,9 son revestidos y 19,1 km sin revestir.

Malacasí, de 1,20 m³/s de capacidad máxima para irrigar 601 ha con un canal de 7,5 km de los cuales 0,75 km son revestidos y 6,75 km. sin revestir.

Bigote, de 3,93 m³/s de capacidad máxima para irrigar 2,557 ha a través de 21 canales de 85,4 km de longitud total, de los cuales 3,1 km son revestidos de concreto y 82,4 km no tiene revestimiento.

Ingenio Buenos Aires, de 5,0 m³/s de capacidad máxima para irrigar una superficie de 2,967 ha a través de dos canales principales de 10,5 km de longitud total de los cuales 2,50 km son revestidos de concreto y los restantes 8,0 km no tienen revestimiento.

La Gallega, de 9,45 m³/s de capacidad máxima para irrigar 2,857 ha a través de 12 canales principales con una longitud total de 49,2 km sin revestimiento.

Pabur, de 8,0 m³/s de capacidad máxima para irrigar 4,187 ha a través de una canal de 5,5 km de los cuales 1,0 km está revestido.

Charanal, con una capacidad máxima de 12 m³/s para regar 3,110 ha y riega por medio de 3 canales con una longitud total de 23,7 km de los cuales 6,5 km. son revestidos de concreto y 17,20 km sin revestimiento.

Yapatera, de 6,0 m³/s de máxima capacidad de conducción para irrigar 5,110 ha a través de dos canales principales que suman 27 km de longitud.

Sáncor, Con una capacidad de 4,20 m³/s para irrigar 1,604 ha a través de 14 canales con una longitud total de 32 km de los cuales se tiene 0,80 km. revestidos de concreto.

Vicus, Recoge las aguas provenientes de pozos tubulares profundos para irrigar una superficie de 1 849 ha.

E.4 Valle San Lorenzo

Tine riego no regulado en la parte alta y riego regulado en la parte baja a través del canal Yuscay, cuyas características más importantes se muestran en los Cuadros siguientes;

*Infraestructura menor de riego valle San Lorenzo
laterales Canal Quiroz*

CANAL	UBICACIÓN	CAUDAL (m ³ /s)	LONG. (km)
1. L -1 - Q Jaguay	1 + 380	0,12	1,38
2. L -1 - Q Ronday	8 + 897	0,07	1,65
3. L -1 - Q Castillo	8 + 935	0,06	0,86
4. L -1 - Q Peñín	9 + 460	0,06	1,04
5. L -1 - Q Quinde	9 + 981	0,07	1,38
6. L -1 - Q Quinde	9 + 981	0,07	1,25
7. L -1 Pintado	14 + 396	0,07	1,25
8. L -1 La Niña	14+ 746	0,07	1,25
9. L -1 Moreno	16+ 016	0,07	1,25
10. L -1 Culqui	16+ 036	0,07	1,25
11. L -1 Huachillo	16+ 111	0,07	1,25

*Infraestructura menor de riego valle San Lorenzo
Laterales Qda. Totorala*

CANAL	UBICACIÓN	CAUDAL (m ³ /s)	LONG. (km)
1. L - 1 CANAL 01 – MD	21 + 750	0,09	0,09
2. L - 1 CANAL 01 – MI	21 + 750	0,09	2,55
3. L - 1 CANAL 02 - MD	22 + 023	0,06	6,97
4. L - 1 CANAL 02 - MD	22 + 123	0,08	10,07
5. L - 1 CANAL 03 - MI	22 + 320	0,08	10,07
6. L - 1 CANAL 03 - MD	22 + 990	0,07	5,87
7. L - 1 CANAL 04 - MD	23 + 960	0,07	5,99
8. L - 1 CANAL 05 - MD	25 + 551	0,06	7,37
9. CANAL S/N		0,06	4,36
10. L - 1 CANAL 06 - MD	25 + 610	0,04	1,00
11. L - 1 CANAL 07 MD	26 + 750	0,06	0,98
12. L - 1 CANAL 08 MD	27 + 000	0,06	9,43
13. L - 1 CANAL 09 MD	28 + 000	0,08	9,79
14. L - 1 CANAL 10 MD	28 + 350	0,05	2,35
15. L - 1 CANAL 11 MD	29 + 250	0,06	3,70
16. CANAL MI S/N		0,38	
17. L - 1 CANAL 13 MD	34 + 450	0,07	2,15
18. L - 1 CANAL 14 MD	35 + 400	0,03	1,14
19. L - 1 Pampa de la Bola	40 + 600	0,08	0,77
20. L - 1 Pampa de la Bola	40 + 600	0,06	2,96
21. C.D. Pintados		0,06	2,10

**Infraestructura menor de riego valle San Lorenzo
Laterales qda. San Francisco**

CANAL	UBICACIÓN	CAUDAL (m ³ /s)	LONG. (km)
1. L -1 García Nuevo	4 + 630	0,09	0,09
2. L -1 Domínguez	4 + 640	0,05	7,44
3. L -1 García Nuevo	4 + 771	0,07	1,14
4. L -1 Hualtaco	5 + 019	0,06	2,44
5. L -1 Nolberto	5 + 310	0,06	1,15
6. L -1 Escolástico	5 + 940	0,08	0,60
7. L -1 Ruiz	8 + 370	0,06	2,40
8. L -1 Chorro	8 + 475	0,06	1,97
9. L -1 Hipólito Salvador	8 + 478	0,09	1,56
10. L -1 El Chaquiro	9 + 200	0,08	0,80
11. L -1 Los Corrales	9 + 773	0,07	3,90
12. L -1 Rómulo	13 + 078	0,06	1,15
13. L -1 Castro	14 + 068	0,07	1,05
14. L -1 Canal 01 MD	14 + 100	0,08	1,08
15. L -1 Canal 02 MD	15 + 050	0,08	1,32
16. L -1 Canal 03 MD	15 + 360	0,06	0,87
17. L -1 Felicina	16 + 319	0,07	3,00
18. L -1 Canal 04 MD	16 + 720	0,07	1,25
19. L -1 Canal 05 MD	17 + 640	0,07	0,47
20. L -1 San Pedro	18 + 640	0,06	8,90

**Infraestructura menor de riego valle San Lorenzo
Lateral El Tablazo (ver gráfico 4.03d)**

CANAL	UBICACIÓN	CAUDAL (m ³ /s)	LONG. (km)
1. L - 2T 1.645	1 + 638	0,15	1,54
2. L - 2T 4.117	3 + 940	0,10	1,54
3. L - 2T 4.227	4 + 053		
4. L - 2T 4.27	4 + 053	0,12	1,32
5. L - 2T 5.16	5 + 153	0,10	2,41
6. L - 2T 6.188	6 + 580	0,30	5,15
7. L - 2T 10.213	10 + 206	0,16	2,84
8. L - 2T 12.553	12+ 546	0,08	1,04
9. L - 2T 13.208	13+ 201	0,05	0,65

3.12.24 Infraestructura de Drenaje

Sistema de Drenaje

La infraestructura de drenaje está conformada por una red de drenes troncales ejecutados en la I Etapa, así como una red de drenes parcelarios ejecutados en la II Etapa.

La red de drenaje troncal en el Valle Bajo Piura originalmente fue diseñada con 456 km de drenes de los cuales 164 km eran drenes existentes rehabilitados y el resto 292 km eran drenes nuevos.

Los drenes son de sección trapezoidal, presentan profundidades variables entre 2,5 y 5,0 m y cuentan con camino de servicio por ambos márgenes para mantenimiento. A lo largo de toda su longitud se construyeron 1 365 estructuras como: puentes vehiculares, puentes peatonales, acueductos, alcantarillas, caídas, entregas de agua de riego entre otros.

El sistema esta formado por 02 drenes troncales principales Sechura (DS) y DS 13,08; una red de drenes principales y una red de drenes secundarios.

Estado de conservacion actual: Regular a Malo – Exceso de vegetacion

- Dren Sechura (D.S.) : 67,4 km
- Dren DS – 13,0 : 56,1 km
- 12 Drenes troncales : 108,3 km
- 136 Drenes secundarios :230,3 km

En 1986, el dren DS-1308 fue prolongado desde el Barrio El Indio hasta el Campus de la Universidad Nacional de Piura en una longitud de 7,96 km; posteriormente se diseñó y construyó la prolongación del Dren Sechura hasta desaguar la Laguna Negra en la ciudad de Piura. Actualmente a este dren evacua el sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Piura.

Todo el sistema de drenaje troncal del Valle Bajo Piura descarga hacia el Océano Pacífico a través de la bocana San Pedro que se encuentra ubicado al norte de la ciudad de Sechura

En la II Etapa del Proyecto se construyeron 421 km de drenes parcelarios (subterráneos con tubería de arcilla y concreto), de los cuales 346 km fueron instalados en pequeños agricultores y 75 en las ex-Cooperativas de Producción. En la actualidad todo este sistema de drenaje subterráneo se encuentra colapsado por efecto de las inundaciones de 1983 y 1998 y por falta de mantenimiento.

3.12.25 Infraestructura de Protección de Riberas

A partir de la ciudad de Piura, por ambas márgenes del río y hasta la Laguna Ramón, se construyeron 70 km de diques de defensa contra inundaciones con el objeto de proteger a la infraestructura de riego, drenaje, vial y poblaciones rurales del valle.

Los diques de encauzamiento, contruidos como muros de contención de relleno impermeable y relleno común, tienen una longitud total de 38 km; ubicados en la margen derecha y 26 km en la margen izquierda del río Piura. En la zona de la Laguna Ramón se levantaron 6 km de diques de cierre con el objeto de evitar desbordes hacia el valle.

Estado de conservacion actual : regular , es necesario elevar la altura de los diques desde el puente independencia hasta la laguna ramon por existir un alto riesgo de desbordamiento ante la presencia de caudales superiores a 1100 m3/s.

3.12.26 Infraestructura de Pozos

Numero de pozos por provincias

Provincia	Número total de Pozos	Número total de Pozos Operativos	Área que riega (ha)
Piura			
Solo tubular	128	127	764.77
Solo a tajo abierto	37	37	119.20
Tubular y a tajo abierto	26	22	48.84
Ayabaca			
Solo tubular	51	49	88.80
Solo a tajo abierto	100	90	136.95
Tubular y a tajo abierto	42	41	80.35
Huancabamba			
Solo tubular	37	34	75.20
Solo a tajo abierto	42	41	80.35
Tubular y a tajo abierto	45	41	57.25
Morropón			
Solo tubular	865	660	2649.09
Solo a tajo abierto	388	287	1009.90
Tubular y a tajo abierto	397	335	585.63
Pozo comunal			2788.02
Paíta			
Solo tubular	23	23	210.85
Solo a tajo abierto	214	198	219.61
Tubular y a tajo abierto	63	63	138.11
Pozo comunal			2.50
Sullana			
Solo tubular	127	127	925.16
Solo a tajo abierto	13	13	51.40
Tubular y a tajo abierto	15	10	17.08
Talara			
Solo tubular	2	2	15.01
Solo a tajo abierto	2	1	4.50
Tubular y a tajo abierto	6	6	4.50
Sechura			
Solo tubular	22	18	51.60
Solo a tajo abierto	12	12	15.31
TOTAL	2851	2430	10521.91

Todavía no se dispone de información del potencial del acuífero en los valles de Chira, Piura y San Lorenzo. Solamente se tiene información de los aforos realizados que han permitido calcular la explotación total del valle del Alto Piura. En la actualidad se extrae del acuífero una masa de agua de 68,53 MMC/año aproximadamente que equivale a un caudal continuo de explotación de 2,17 m³/s.

3.12.27 Operación y Mantenimiento de la Infraestructura Hidráulica

Infraestructura Hidráulica Mayor y Menor

La Operación y el Mantenimiento del sistema de riego mayor, está a cargo del Proyecto Especial Chira-Piura, y consiste en realizar acciones de control y distribución del agua en cantidad y oportunidad, desde la fuente hasta la entrega a los usuarios, a través de los canales secundarios. La operación y mantenimiento de los canales secundarios está a cargo de las Comisiones de Regantes, los cuales a su vez están organizados en Juntas de Usuarios.

La operación del sistema principal tiene por objetivos principales:

- Asegurar la entrega del agua a los usuarios en cantidad y oportunidad, de acuerdo al requerimiento de los Planes de Cultivo y Riego, aprobados por la Dirección Regional de Agricultura.
- Mantener el sistema de distribución en eficiencia de operación
- Asegurar el agua suficiente en el reservorio Poechos, para garantizar el inicio de la campaña agrícola siguiente.
- Desembalse controlado del reservorio, en períodos de avenidas extraordinarias con el propósito de no causar inundaciones en el valle de la parte baja.

A. Operación de Presa Poechos

La operación del embalse se realiza mediante dos modalidades:

- Operación Normal en estiaje, y
- Operación de Emergencia en Avenidas.

En el período de Operación Normal, la demanda de agua es siempre mayor que los aportes; el vaciado del reservorio se torna permanente con control de descargas y tiempos de duración, de acuerdo con los PCR y a las necesidades de los usuarios.

En cambio en el período de Operación de Emergencia, es decir, cuando los aportes son mayores que las demandas; las descargas al río Chira se realizan por la necesidad de mantener el almacenamiento hasta el nivel normal de operación, de acuerdo con las reglas de operación vigentes.

El embalse “Poechos” desde su puesta en operación, se ha venido operando bajo diferentes reglas de operación:

- Manual preparado por Energoprojekt en el año 1976,
- Reglas Modificadas – Energoprojekt, en el año 1977,
- Acuerdos sobre la operación del Embalse Poechos (“Reglas Hudson”) en el Año 1978,
- Reglas de Operación Presa Poechos (“Reglas Araujo”) en el año 1984 y
- Reglas formuladas por la Empresa Consultora COLPEX PROJECT desde 1999 hasta la actualidad.

Para ejecutar una buena operación del Embalse “Poechos”, se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- El Embalse Poechos no tiene un volumen específico de diseño para la mitigación de avenidas extraordinarias.
- Al final de cada período lluvioso es preciso asegurar un embalse completamente lleno.
- Coordinar la limpieza del cauce del río Chira aguas abajo de la Presa, a fin de evitar inundaciones.

De acuerdo a lo enunciado anteriormente la Operación del Embalse Poechos, representa un problema técnico bastante complejo, porque el volumen de agua acumulado en el reservorio, asegura solamente la regulación parcial del Balance Hídrico en años lluviosos; y porque ante avenidas extraordinarias, la capacidad física del cauce del río aguas abajo de la represa es limitada, no pudiéndose así admitir desembalses incontrolados.

Durante el período de funcionamiento de la presa la evacuación de grandes descargas de agua por el aliviadero principal, ha ocasionado una fuerte erosión en la poza disipadora de energía contiguo al cuenco amortiguador; hecho que ha demandado en la actualidad, realizar una protección adecuada en la poza del referido cuenco. De acuerdo al estudio realizado por el Consultor COLPEX PROJECT, resulta necesario invertir en la protección del cuenco la suma de un millón de dólares americanos, requiriéndose como actividad previa a dichos trabajos, la realización de un Modelo Hidráulico.

B. Sedimentación en el Reservorio Poechos

Conforme a mediciones batimétricas practicadas en el embalse hasta la fecha, se ha determinado que el proceso de sedimentación se ha acelerado más rápido que lo previsto en el diseño original. La causa principal de dicha sedimentación son los efectos erosivos del suelo que producen por los eventos hidrológicos en la cuenca, fundamentalmente durante las avenidas extraordinarias ocurridas en los años 1983, 1992 y 1998 por presencia del Fenómeno El Niño.

En la actualidad el CTAR-IRAGER se están desarrollando proyectos de identificación y formulación de desarrollo sostenible para la cuenca binacional Catamayo – Chira, en coordinación con la Secretaría Ejecutiva de los capítulos

Peruano y Ecuatoriano del Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza. El propósito es tomar medidas urgentes para disminuir el aporte de sedimentos al embalse, a fin de evitar que la vida útil se vea reducida significativamente; toda vez que, de acuerdo con la última medición batimétrica realizada en Diciembre 2000, se ha determinado que el volumen de sedimentos acumulados desde la puesta en operación de la presa hasta el año 2000 alcanza 379,4 MMC, el cual representa 42,87 % de la capacidad útil de diseño original.

En el se presenta la cantidad de sedimentos de año en año que recibe el reservorio, donde se aprecia valores muy altos aportados (75 MMC) correspondiente a los eventos extraordinarios El Niño 1983 y 1998.

C. Mantenimiento de Presas: Poechos, Sullana y Ejidos

El mantenimiento en cada una de las presas, se realiza con el fin de evitar daños en la estructura que pueda comprometer su estabilidad.

Los tipos de mantenimiento que se realizan son:

- Regular
- Sistemático y
- De emergencia.

El mantenimiento regular, se realiza sin suspender el servicio, ejecutándose a través de una instrucción de trabajo en base a inspecciones técnicas de rutina.

El mantenimiento sistemático, se realiza con suspensión del servicio con embalse mínimo y ejecutándose bajo un plan elaborado previamente y coordinado con los usuarios.

El mantenimiento de emergencia, se realiza como consecuencia del tránsito de eventos aleatorios, como es el caso de avenidas extraordinarias durante el Fenómeno El Niño.

D. Operación y Mantenimiento del Canal de Derivación y Canal Principal

La operación y el mantenimiento de los canales de Derivación (Daniel Escobar) y Principal del Bajo Piura (Biaggio Arbulú), se realizan con el propósito de asegurar y controlar el tránsito de caudales y su distribución a los usuarios en las tomas laterales, sin poner en riesgo la infraestructura hidráulica. Se entiende como "tomas laterales" a las estructuras de captación, ubicadas en los canales de Derivación y Principal.

La forma de entrega de agua a los canales laterales (previamente aforados), se hace a los sectoristas de la Comisión de Regantes de cada canal, en base a una Programación ó Requerimiento de pedido de agua semanal que formula el Administrador Técnico del Distrito de Riego correspondiente. Normalmente ocurren reprogramaciones de riego que se presentan en el transcurso de la semana; hecho

que motiva al Aforador del DEPCHP a regular las compuertas de las tomas, modificando así el caudal entregado originalmente.

Luego de producida la entrega de la dotación de agua a los sectoristas de riego, y calibrada la compuerta de la toma, ocurren hechos eventuales que personas extrañas manipulan las compuertas deteriorando los candados o rompiendo las cadenas de seguridad; hechos que alteran significativamente los programas de riego.

Los tipos de operación que se realizan en dichas infraestructuras, son también de carácter rutinario, sistemático y extraordinario.

El tipo de operación rutinaria, consiste en la manipulación diaria de los equipos hidromecánico de los canales, el cual comprende bocatoma y compuertas laterales, regulación de los Cheks correspondientes que se encuentran a lo largo del canal, para suministrar un caudal constante requerido para satisfacer los Planes de Cultivo y Riego.

Para el caso específico del canal de Derivación, se tiene en cuenta la operación de la hidroeléctrica "Curumuy". SINERSA, empresa que administra y opera la hidroeléctrica Curumuy, ha presentado al PCHP un Proyecto: ALR/B7-3011/95/042.13 proponiendo un nuevo manejo del Sistema Hidráulico Chira-Piura, dando énfasis en la generación hidroeléctrica, en el cual está incluido un Manual de Operación para el canal de Derivación Daniel Escobar. De comprobárselas bondades en el futuro, experiencia para su aprovechamiento en otras cuencas del Perú podría difundirse.

Por experiencia en la operación del sistema, se ha determinado que normalmente los caudales de operación son siempre mayores que los caudales mínimos de diseño, con el fin de anular el efecto de la subpresión de la napa freática. En esta etapa el mantenimiento que se realiza es preventivo y se efectúa sin suspensión del servicio.

La operación sistemática, consiste en cortar el servicio del canal con fines de mantenimiento anual, el cual se realiza durante la época de estiaje, es decir, al término de la segunda campaña agrícola. Se aprovecha esta etapa también para realizar mantenimiento sistemático con planes de trabajo previamente aprobados.

El tipo de operación extraordinaria, realiza también operaciones de rutina pero más continuadas en épocas de avenidas de períodos lluviosos. El mantenimiento que se realiza durante la etapa de emergencia, es por daños en la infraestructura durante y después a la ocurrencia de eventos extraordinarios.

Normalmente se realizan labores de mantenimiento sistemático; el cual consiste en reposición de losas deterioradas o rotas, que se encuentran en la caja del canal. Para el caso del Canal de Derivación, en esta etapa también se realiza el mantenimiento del sistema de drenaje interno, y el mantenimiento de los equipos hidromecánico de las compuertas.

Los mantenimientos sistemáticos se realizan durante quince o veinte días al año, generalmente en los meses de Noviembre o Diciembre al final de la campaña chica.

E. Operación y Mantenimiento del Canal Miguel Checa

Para el caso de operación y mantenimiento del Canal Miguel Checa, el Proyecto Chira-Piura sólo opera la bocatoma del canal, la misma que esta ubicada en la margen derecha de la salida de fondo en la presa Poechos.

La operación y mantenimiento de la infraestructura del canal Miguel Checa, se encuentra bajo responsabilidad de la Junta de Usuarios del Valle Chira y la Comisión de Regantes respectiva.

F. Operación y Mantenimiento de Canales de Riego Secundarios

La Operación y Mantenimiento de los sistemas de riego de canales secundarios se encuentran a cargo de las Juntas de Usuarios, a través de las Comisiones de Regantes de los valles correspondientes.

En idéntica forma para los valles San Lorenzo, y Alto Piura, la operación y mantenimiento de sus sistemas están a cargo de las Juntas de Usuarios.

G. Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Drenaje Principal y Secundario

Los sistemas de drenaje principal y secundario, en el ámbito del Proyecto Chira Piura, se encuentran a cargo de los usuarios del sistema, a través de las organizaciones de Juntas de Usuarios de los valles.

3.12.28 Uso Actual del Agua

Cuenca Chira - Piura

El principal usuario del agua en el Sistema de las Cuencas Chira-Piura, es el sector agrícola, que la aprovecha para satisfacer el riego de cultivos, constituyendo el 98,2% del uso consuntivo total. Otros usuarios del agua son los sectores: poblacional, pecuario, industrial y minero. La población y sus actividades económicas desarrolladas dentro del ámbito de dichas cuencas consumen el 16% del total en la Vertiente del Pacífico.

A continuación se detalla el uso del agua por parte de los diferentes sectores:

■ Uso Poblacional

El mayor volumen requerido para el abastecimiento de la población lo constituyen, en orden de creciente a menor: Piura, Sullana, Paita, Catacaos y

Chulucanas. La población servida de estas ciudades asciende a más de 237 971 habitantes los mismos que consumen un total de 21,3 MMC. Estas cifras representan el 74,5% de la población servida y el 82,7% del consumo de dicho sector de la población.

El consumo per cápita de la población servida en el ámbito urbano asciende a 155 lt/hab/día, mientras que para el ámbito rural es de 94 lt/hab/día.

La población asentada dentro de las cuencas en estudio superan los 1 545 000 habitantes (según información estadística actualizada por la Oficina Departamental del INEI) los mismos que hacen uso del agua para fines poblacionales de 33,4 MMC que equivale al 1,6% del consumo total que se efectúa en las cuencas del Chira-Piura.

Asimismo, el INEI (1999-2000) en los Cuadros N° 4.09, 4.10 y 4.11 del Anexo, muestra: la oferta de agua potable por fuentes de captación, la capacidad instalada de producción y los volúmenes de producción a nivel de departamento de Piura.

■ **Uso Agrícola**

Son los recursos hídricos superficiales y subterráneos, las fuentes que abastecen de agua a los cultivos, siendo los primeros los más importantes.

La extensión cultivada sólo en la zona de la Costa, asciende a 107 293 ha, habiendo predominancia en un 75,5% de extensión de cultivos transitorios. Dicha superficie hace uso de 1 668,2 MMC anuales aproximadamente.

La extensión en la Sierra llega a los 34 771 ha correspondiendo a cultivos transitorios 68,4% de dicha superficie. Esta zona hace uso de 365,4 MMC de aguas anuales por dicho concepto.

En resumen, las cuencas de los ríos Chira-Piura cuentan con 142 064 ha bajo riego y representa el 15,5% de la superficie regada que existe en la vertiente del Pacífico; el volumen total anual utilizado para este rubro asciende a 2 033,60 MMC, lo que representa el 17% del consumo de agua que se produce en la vertiente del Pacífico y el 14,5% del uso total agrícola nacional.

■ **Uso Industrial**

En el departamento de Piura se asienta lo más variado de la pequeña industria en el que predominan las de productos alimenticios. En el ámbito de ambas cuencas se encuentran registradas poco más de 44 centros industriales, para el que se tienen comprometidos 1,2 MMC por año.

■ **Uso Minero**

Al año 2000 en el ámbito de la cuenca Chira – Piura se registran 430 concesiones mineras (metálicas y no metálicas). Se consideran las más importantes, la planta de Turmalina dedicada a la explotación de cobre (en la

actualidad ha dejado de operar) y la planta de Bayóvar dedicada a la producción de fertilizantes. También se considera en este sector a la Empresa Estatal PETROPERU. El consumo de estos usuarios representa en conjunto un volumen de 57 000 m³/año.

■ **Uso Energético**

Al año 2000 el aprovechamiento hidroenergético en la cuenca se hace a través de las centrales de Curumuy (12 Mw), Zamba (1,6 Mw) y la Minicentral de la Presa Derivadora Sullana (244 Kw). Se encuentran aún en la fase de proyecto las Centrales Hidroeléctricas Poechos I y Poechos II con una capacidad de generación en conjunto de 27 Mw, asimismo, el Proyecto Hidroenergético del Alto Piura con una capacidad de 130 Mw. En el Informe de Diagnóstico no se ha considerado el volumen de agua requerido por estas obras.

■ **Uso Pecuario**

El uso del agua para fines pecuarios no es tan significativo ya que este llega sólo a los 2,9 MMC/año, siendo el ganado vacuno el mayor consumidor con 38,7% continuando en orden el ganado equino, caprino, porcino, ovino y las aves de corral.

■ **Uso Total del Agua**

El uso del agua consumida anualmente es de aproximadamente 2 071,30 MMC; de los cuales, 2 033,60 MMC corresponden al sector agrícola y el poblacional consume tan sólo 33,40 MMC. Los demás usos considerados pecuario, industrial y minero no representan más del 0,2% MMC del consumo total.

3.12.29 Unidades de Vulnerabilidad en la Infraestructura Mayor y Menor de Riego y de Drenaje

A. Determinación de los Indicadores de Vulnerabilidad

A.1 Criterios para la determinación de indicadores de vulnerabilidad

Los criterios utilizados son los siguientes:

Toda infraestructura física bien proyectada obedece a un diseño que en nuestro caso es hidráulico y estructural. En tal sentido, sus dimensiones y resistencia han sido calculadas en base a información de precipitación y/o caudal registradas en estaciones meteorológicas e hidrométricas durante un tiempo mínimo de 20 años. Esta información es analizada y procesada con técnicas hidrológicas, de tal manera que de acuerdo a la vida útil y presupuesto destinado para la obra podamos calcular precipitaciones y/o caudales máximos que se puedan presentar durante el tiempo que este en servicio la obra. **Por lo expuesto, los**

indicadores de vulnerabilidad de estas obras serán las precipitaciones y caudales que estén muy próximos a los de diseño y que para el caso son los que se presentan durante el Fenómeno El Niño. Sin embargo, es necesario indicar que las precipitaciones y descargas que se puedan presentar durante el desarrollo del Fenómeno El Niño aun no se pueden pronosticar. Tal es el caso del Fenómeno El Niño 97-98 que presentó precipitaciones superiores hasta la fecha registradas en todo el ámbito de su desarrollo.

Finalmente, diseñar obras para eventos extremos como el presentado en el último Niño (97-98) resultaría antieconómico por sus grandes dimensiones. En tal sentido, solo queda tomar acciones de prevención que minimicen los daños que pueda ocasionar el fenómeno. Estas acciones serían:

1. Limpieza de Canales, Drenes y obras de arte
2. Reparación del revestimiento de canales
3. Desbroce y limpieza del cauce del río Piura
4. Reparación y reforzamiento del dique de encauzamiento del río Piura
5. Protección de Puentes

B. Indicadores de Vulnerabilidad

En nuestro caso, los indicadores de vulnerabilidad están bien definidos siendo el principal de ellos la presencia del Fenómeno El Niño, cuya característica principal es la elevación de la temperatura del mar en la zona del Pacífico Ecuatorial Oriental, esta elevación provocara abundantes y fuertes precipitaciones, las cuales repercuten en el aumento de los caudales de los ríos que drenan en la ladera occidental de la cordillera de los andes causando erosión de los suelos y deslizamientos y consecuentemente el acarreo de materiales hacia la parte baja de las cuencas, lo que contribuye en el cambio de la morfología de los lechos, los mismos que continuamente van disminuyendo su profundidad y capacidad, por consiguiente aumentando el peligro de desbordamientos. Esto sucede en la cuenca del río Piura sobre todo en el último tramo del río (Puente Grau – Laguna Ramón) que corresponde al distrito de riego del Medio y Bajo Piura y que su baja pendiente (30 cm por cada kilómetro) provoca la acumulación de sedimentos en su lecho con el consecuente desbordamiento y rotura de diques; situación que ocasiona grandes pérdidas en la infraestructura de riego y drenaje, caminos vecinales, centros poblados, áreas de cultivo y en ocasiones pérdida de vidas.

C. Descripción de las Unidades de Vulnerabilidad en el Aspecto hidrológico

C.1 Unidades de Infraestructura Hidráulica con Leve Riesgo

Las evaluaciones de campo realizadas y la información técnica proporcionada de la infraestructura de riego y drenaje existente en la cuenca nos permite diferenciar los niveles de vulnerabilidad de estas. **Iniciaremos nuestro análisis con la infraestructura de riego y drenaje desarrollada en el valle del Bajo Piura.**

C.1.1. Presa de Derivación Los Ejidos

El mayor riesgo en la Presa Derivadora Los Ejidos, es la ruptura por avenidas máximas. A causa de la falla producida por los eventos máximos del Fenómeno El Niño de 1983 se amplió el barraje fijo de demasías incrementando su capacidad de evacuación de 2 400 m³/s a 3 200 m³/s. De esta manera se redujo considerablemente el riesgo por esta causa. Debe indicarse también que durante el Fenómeno El Niño 1997 - 1998 se evacuaron por este barraje caudales mayores (4 424 m³/s), sin sufrir la estructura falla alguna.

Por lo tanto puede afirmarse que el riesgo de falla o rotura de dicha presa es de menor consideración.

En la siguiente vista se puede observar la Presa de Derivación Los Ejidos. Esta estructura en la actualidad presenta una buena estabilidad y un buen estado de conservación.



Foto : INRENA – mayo 2004

C.1.2. Canal de Derivación Daniel Escobar

El Canal de Derivación “Daniel Escobar” juega un rol importante en el esquema hidráulico del Proyecto, puesto que permite la integración de las dos cuencas Chira y Piura, mediante al transvase de las aguas del Chira al valle del Medio y Bajo Piura. Adicionalmente el Canal de Derivación posibilita el riego de la margen izquierda de la parte alta del valle del Chira y permitiría ampliar la frontera agrícola de la Zona de Intervalles Chira Piura, denominados sectores Cieneguillo, Congorá y Curumuy.

El riesgo de rotura ha sido reducido significativamente por las obras de reconstrucción del año 1984, en el que se rediseñaron los cruces de las quebradas con caudales similares a los que las hicieron colapsar durante el Fenómeno El Niño de 1983.

Esto significa que ahora estas estructuras de cruce con el canal están hechas para funcionar con caudales de avenidas mayores que las del diseño original. Sin embargo, cabe resaltar que de no ejecutarse en

forma regular un programa de mantenimiento preventivo, podría acumularse material eólico o vegetación en los conductos y/o en los accesos, hechos que produciría riesgos de consideración frente al evento natural.

En la presente vista se puede apreciar la parte final del canal Daniel Escobar que es su ingreso a la caída de Curumuy, la cual permite generar energía eléctrica (Central Hidroeléctrica de Curumuy). Esta aguas luego ingresan al río Piura.



Foto : INRENA – marzo 2004

C.1.3. Canal Principal Biaggio Arbulú

El Canal Principal Biaggio Arbulú, es la base troncal del sistema de riego del Bajo Piura, abastece de recurso hídrico a todo el valle, en una extensión aproximada de 37 000 ha. Gran parte del canal está protegido por los diques de defensa ribereña, por tanto, la vulnerabilidad del Canal Principal depende directamente de la vulnerabilidad del dique de defensa ribereña del Bajo Piura. En consecuencia, se puede afirmar que actualmente el sistema de riego del valle se encuentra expuesto a la amenaza natural por ruptura de los diques, por efecto de desbordamiento del río Piura. **Sin embargo, luego de realizar la evaluación técnica de campo, se puede afirmar que el tramo comprendido entre la Presa de Derivación Los Ejidos y el Puente Independencia existe un leve riesgo.**



Foto: INRENA – mayo 2004

C.1.4. Canales de Primer Orden

Estos canales se encuentran casi totalmente revestidos de concreto simple con un espesor de 6,5 cm. Su capacidad de conducción va desde los 11 m³/s hasta los 2,25 m³/s. Su desarrollo es en ambos márgenes del río y su estado de conservación a la fecha de culminación de la etapa de campo (agosto del 2004) era aceptable.

Estos canales al igual que el canal principal **Biaggio Arbulú** presentan una vulnerabilidad que depende directamente de la vulnerabilidad del dique de defensa ribereña del Bajo Piura. En consecuencia, se puede afirmar que actualmente el sistema de riego del valle se encuentra expuesto a la amenaza natural por ruptura de los diques, por efecto de desbordamiento del río Piura. Sin embargo luego de realizar la evaluación técnica de campo, se puede afirmar que el **tramo comprendido entre la Presa de Derivación Los Ejidos y el Puente Independencia** existe un leve riesgo. Los canales que presentan parte de su desarrollo en este tramo considerado en Leve Riesgo son los siguientes:

En la Margen Izquierda

1. Canal Puyuntala
2. Canal Narihuala
3. Canal La Bruja

En la Margen Derecha

1. Canal Palo Parado
2. Canal Cumbibira

Canal Narihuala



Canal La Bruja



Foto: INRENA mayo 2004

C.1.5. Canales de Segundo Orden y Parcelarios

Estos canales se encuentran sin revestir y su estado de conservación a la fecha de culminación de la etapa de campo (agosto del 2004) era deficiente (exceso de sedimentos y vegetación), situación que reduce la eficiencia de conducción.

Estos canales al igual que los canales principales y de primer orden presentan una vulnerabilidad que depende directamente de la vulnerabilidad del dique de defensa ribereña del Bajo Piura. En consecuencia, se puede afirmar que actualmente el sistema de riego del valle se encuentra expuesto a la amenaza natural por ruptura de los diques, por efecto de desbordamiento del río Piura. Sin embargo luego de la evaluación técnica realizada se puede afirmar que el tramo comprendido entre la Presa de Derivación Los Ejidos y el Puente Independencia existe un leve riesgo. En tal sentido, solo por su ubicación consideramos que estas estructuras se encuentran en leve riesgo. **Los canales que presentan su desarrollo en este tramo son los siguientes:**

En la Margen Derecha

1. Canal Paredones 1
2. Canal Sta. Isabel
3. Canal San José
4. Canal Monte Castillo
5. Canal San Juan
6. Canal Cumbibira
7. Canal Chaquira
8. Canal Río Viejo

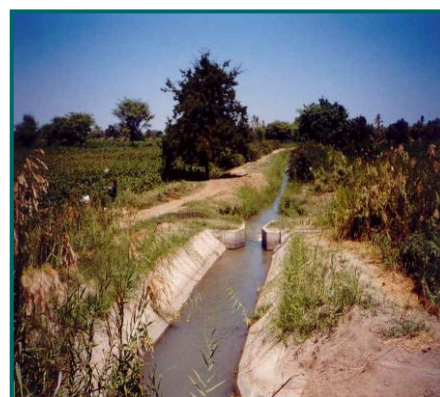


Foto: INRENA mayo 2004

C.1.6 Sistema de Drenaje del Bajo Piura

Por las características topográficas del valle Bajo Piura, el drenaje natural es muy limitado; ello implica que el sistema de drenaje artificial juegue un rol muy importante para el desarrollo de la agricultura.

Como ocurre con la infraestructura de riego, la infraestructura de drenaje está expuesta también a las mismas amenazas y con idéntico riesgo. El colapso del sistema de drenaje, en términos de erosión y/o colmatación repercutiría definitivamente en una disminución de la productividad agrícola por la inmediata resalinización de los suelos.

■ Dren Troncal 13.08

Esta estructura al igual que el canal Principal Biagguio Arbulú es dependiente de la estabilidad del dique de encauzamiento del río Piura cuya estabilidad se encuentra con un leve riesgo en el tramo comprendido entre la Presa de Derivación Los Ejidos y el Puente Independencia. En tal sentido, solo por su ubicación consideramos que parte del desarrollo de esta estructura se encuentran en leve riesgo.



Foto INRENA – mayo 2004

■ Dren Troncal Sechura.

Esta estructura al igual que el dren troncal 13.08 es dependiente de la estabilidad del dique de encauzamiento del río Piura cuya estabilidad se encuentra con un leve riesgo en el tramo comprendido entre la Presa de Derivación Los Ejidos y el Puente Independencia. En tal sentido, solo por su ubicación consideramos que parte del desarrollo de esta estructura se encuentran en leve riesgo.



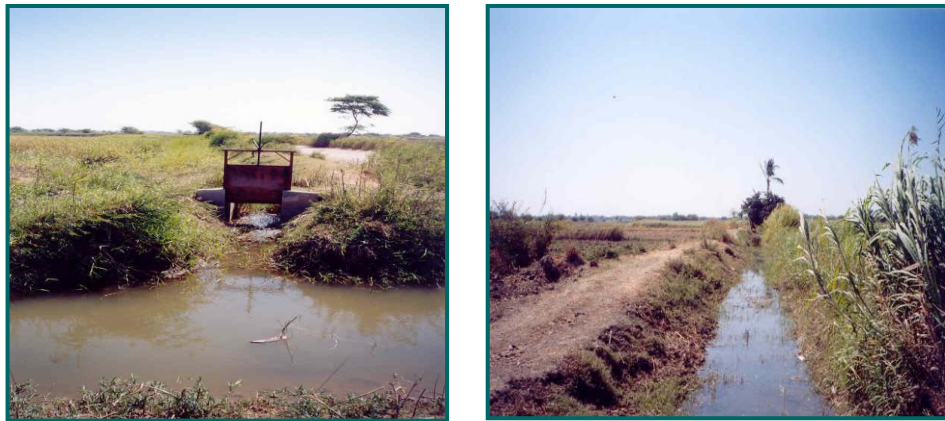
Foto: INRENA – mayo 2004

C.2 Unidades de Infraestructura Hidráulica con Ligerio Riesgo

C.2.1. Canales de Segundo Orden, Laterales y Parcelarios

Estas estructuras por su deficiente mantenimiento (exceso de sedimentos y vegetación) presentan una alta probabilidad de ocurrencia de desbordes o ruptura ya sea por un exceso de precipitación que pueda presentarse o por la obstrucción de alguna alcantarilla o tramo. En tal sentido, se está considerando un ligero riesgo en su análisis.

Fotos : INRENA – mayo 2004



C.2.2 Drenes Colectores

Estas estructuras por su deficiente mantenimiento (exceso de sedimentos y vegetación) presentan una alta probabilidad de ocurrencia de desbordes o ruptura ya sea por un exceso de precipitación que pueda presentarse o por la obstrucción de alguna alcantarilla o tramo. En tal sentido, se está considerando un ligero riesgo en su análisis.



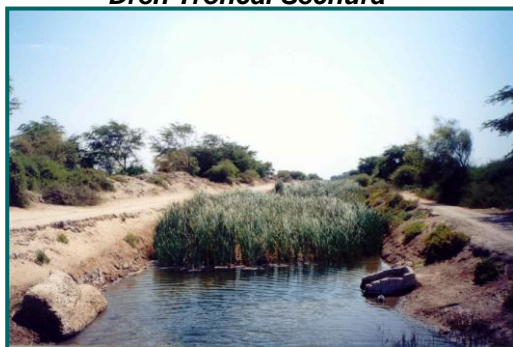
Foto: INRENA – agosto 2004

C.3 Unidades de Infraestructura Hidráulica con Moderado Riesgo

C.3.1 Drenes Troncales

Estas estructuras por su deficiente mantenimiento (exceso de sedimentos y vegetación) y gran caudal que conducen en sus tramos finales que de no ser evacuados oportunamente crearían problemas de salinidad en las áreas de cultivo, presentan una alta probabilidad de ocurrencia de desbordes o ruptura ya sea por un exceso de precipitación que pueda presentarse o por la obstrucción de alguna alcantarilla o tramo. En tal sentido, se está considerando un moderado riesgo.

Dren Troncal Sechura



Dren Troncal 13.08



Fotos : INRENA – agosto 2004

C.4 Unidades de Infraestructura Hidráulica con Alto Riesgo

C.4.1 Dique de Encauzamiento del río Piura

Esta infraestructura presenta una longitud aproximada de 72,8 km y fue diseñada para una descarga máxima de 2 300 m³/s.

Durante su vida útil ha sufrido colapsos en varios tramos de su desarrollo habiéndose presentado estos en las temporadas de lluvias extraordinarias que corresponden a los dos últimos niños.

En El Niño de 1982 – 1983 se rompió la margen derecha en el sector llamado Chato Seminario, en el año 1993 el dique falló en la margen izquierda, en la zona de Santa Rosa. En el último Fenómeno El Niño 1997-1998 el dique falló en la margen izquierda, en la zona de Chato, en una longitud aproximada de 3,5 km. Cada vez que el dique falló se procedió a la reconstrucción, con los parámetros de diseño original. Pero considerando el tiempo que tiene el sistema de defensa construido, los parámetros hidráulicos del río han variado significativamente, por los procesos de colmatación del cauce como por la pérdida de capacidad de conducción ante el crecimiento de vegetación arbustiva y arbórea dentro del cauce.

En tal sentido la presente evaluación técnica en su última etapa de campo realizada a fines del mes de agosto del año 2004 identificó

sectores de alta vulnerabilidad en el Bajo Piura a partir del Puente Bolognesi hacia aguas abajo, es decir hasta la Laguna Ramón. Esta actividad se desarrollo mediante la apreciación de la diferencia de nivel entre la corona del dique y el cauce del río Piura, para lo cual se utilizo un Nivel de Ingeniero Marca KERN. La nivelación se hizo en la margen derecha tomando un punto en la corona del dique y un punto del cauce del río. En las fotos se puede observar la nivelación de un tramo considerado crítico por la baja diferencia de nivel entre el cauce del río (parte izquierda de la foto) y la corona del dique. Esta actividad fue realizada en 05 puntos ubicados aguas abajo del Puente Independencia y los resultados se muestran en el cuadro N° 7.1.6. Finalmente, en el ítem 7.2.1 se hace un análisis de los resultados.

Diferencias de nivel críticas (Fotos 1-3)



Curva Forzada (Foto 4)

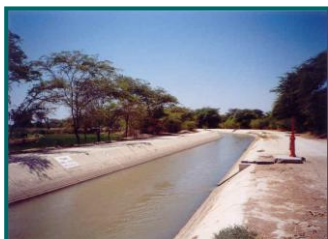
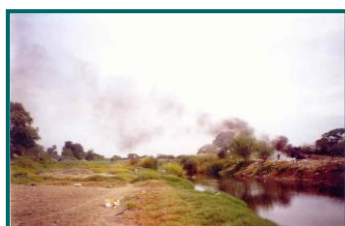


Espigones cuya ubicación y dimensiones deben obedecer a la respuesta de un Modelo Hidráulico –(Fotos 5 y 6)



C.4.2 Canal Principal Biaggio Arbulú, Canales de Primer y Segundo Orden, Dren Troncal 13.08, Dren Troncal Sechura y Drenes Laterales

Estas estructuras presentan un alto riesgo a partir del Puente Independencia debido a la alta vulnerabilidad que presenta el dique de encauzamiento a partir de este punto.

Canal Prin. Biagguio Arbulú**Canal 1er Ord. San Andrés****Canal 2do Ord.****Dren Troncal Sechura****Dren Troncal 13.08****Dren Colector**

Fotos : INRENA

D. Determinación de Áreas de Interés

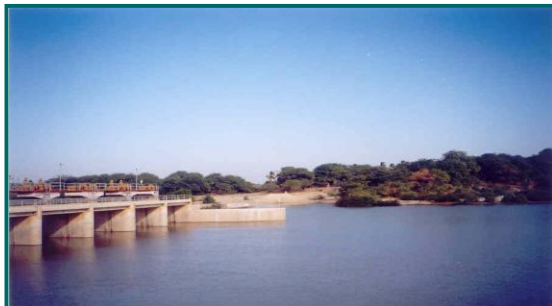
En base a la información técnica especializada sobre los daños provocados en la cuenca del río Piura por la presencia del Fenómeno El Niño en los últimos años, se han priorizado áreas en la cuenca para la ejecución del estudio denominado "Evaluación de la Vulnerabilidad Física Natural de la Cuenca del río Piura". Estas áreas se han denominado "**Áreas de interés**" y son las siguientes.

- Bajo Piura - Desde la Presa de Derivación Los Ejidos hasta la Laguna Ramón
- Quebrada Yapatera - Toda el área agrícola bajo riego
- Quebrada San Francisco – Toda el área agrícola bajo riego de su margen izquierda (Tambo Grande)

La determinación de las áreas de interés para este caso en particular requiere necesariamente de la representación gráfica de las diferentes estructuras que componen la infraestructura de riego, drenaje y defensas ribereñas de la cuenca del río Piura. En tal sentido, la única representación cartográfica completa y actualizada que permite analizar en forma integral los diferentes grados de vulnerabilidad de la infraestructura de riego, drenaje y defensas ribereñas ante la presencia de precipitaciones extraordinarias que provocarían grandes descargas en el río Piura es la del Bajo Piura.

D.1| Área de Interés N° 01 – Bajo Piura – Desde la Presa de Derivación Los Ejidos hasta La Laguna Ramón

Presa de Derivación Los Ejidos



Laguna Ramón



Fotos : INRENA

Esta área de Interés es la más importante en la cuenca en lo que respecta a extensión, volúmenes de producción, inversión en cultivos, infraestructura de riego, drenaje y defensas ribereñas de envergadura.

La evaluación técnica realizada en esta área de interés ha permitido calificar al sector comprendido entre el Puente Independencia y la Laguna Ramón como Sector en Alto Riesgo por Inundación ante la presencia de caudales superiores a 800 m³/s que precisamente son los caudales promedios mensuales que se presentaron en los dos últimos Niños . Se ha llegado a esta conclusión en base a información cuantitativa obtenida en campo, para lo cual se procedió a realizar una nivelación rápida de cada punto crítico (Lectura en la corona del dique y lectura en el cauce del río Piura) pudiéndose así establecer la diferencia de nivel entre ambos puntos (**Ver cuadro 7.1.6**). Si bien es cierto estas diferencias de nivel no obedecen al procedimiento técnico adecuado que es el levantamiento completo de la sección de cada punto crítico, resulta ser una buena referencia para tomar y priorizar acciones de emergencia antes de la presencia del Fenómeno El Niño.

D.2. Área de Interés N° 02 - Quebrada Yapatera - Toda el Área Agrícola Bajo Riego

Esta área de interés que se inicia en la ciudad de Chulucanas donde la quebrada Yapatera desemboca por la margen derecha del río Piura (Coordenada 0591997 E – 9434524 N) se caracteriza por presentar un valle que se va estrechando a medida que se asciende . La actividad agrícola se realiza en ambas márgenes de la quebrada y la infraestructura de riego se desarrolla en las laderas, siendo su **Vulnerabilidad de Alto Riesgo** en temporada de lluvias por la presencia de huaycos, derrumbes y deslizamientos.

Punto de Intersección Qda. Yapatera – R. Piura



Foto: INRENA- Agosto 2004

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

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

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

D.2.1. Erosión de Riberas

Es un fenómeno que se presenta en mayor o menor grado de intensidad en las planicies a lo largo de los ríos y quebradas. Las principales causas de su ocurrencia son el incremento brusco de sus

descargas en cada temporada de lluvias y, las variaciones de su dinámica fluvial.

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

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

Quebrada Yapatera



Foto : INRENA

D.2.2 Huaycos

Este tipo de fenómenos se localizan en las cuencas altas del río Piura y sus principales afluentes (Qda. Yapatera), por lo general sus efectos además de ser locales generan otras situaciones de riesgo tales como: represamientos momentáneos, inundaciones, erosión de riberas y desvíos del cauce del río, afectando considerablemente a las obras de infraestructura vial (carreteras, puentes, etc, campos de cultivo, centros poblados aledaños, etc) e infraestructura de riego (Bocatomas y canales).

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

Las variables que determinan la ocurrencia de huaycos en las cuencas son: precipitaciones pluviales intensas, presencia de grandes

masas de materiales sueltos en las vertientes y lecho de las quebradas, fuertes pendientes tanto de las quebradas como de los terrenos.

D.2.3 Derrumbes

Juega papel importante en su ocurrencia, la fuerte pendiente de las vertientes en la parte media de los valles, la composición litológica de sus flancos, el fracturamiento y grado de alteración de las rocas que predisponen a la acumulación de escombros, y el factor humano que al desarrollar actividades agrícolas y pecuarias y construir vías de penetración, altera constantemente el estado de equilibrio natural de los taludes.

En las vías de penetración hacia los pueblos de la zona andina de la cuenca, como la Carretera Chulucanas – Frias (margen izquierda de la quebrada Yapatera), se observa la presencia de estos fenómenos por haberse practicado cortes de materiales coluviales, o en rocas muy alteradas con ángulos de talud próximos a la vertical, en una morfología abrupta con un fondo de valle estrecho y taludes muy pronunciados.



Foto : INRENA

En las zonas altas de la cuenca destacan los derrumbes que han ocurrido en las laderas por la intervención del hombre al remplazar la vegetación natural por cultivos estacionales (maíz, trigo, cebada y otros). En ciertos sectores se observan las laderas estabilizadas por la densa vegetación que ha crecido en sus laderas como producto de la reforestación.

D.2.4. Desprendimientos de Rocas

Este tipo de fenómeno tiene ocurrencia en las áreas de la cuenca que presentan una morfología abrupta de taludes muy pronunciados. Dependen, entre otros factores, de la litología de los terrenos, grado de fracturamiento y meteorización de la roca, la pendiente, la gravedad, el clima, los sismos, etc. La zona de Platanal (Quebrada Yapatera), es un lugar donde los desprendimientos ocurren en rocas intrusivas que muestran fuerte diaclasamiento, a partir del cual se inicia la disyunción esferoidal que en sus procesos avanzados deja numerosos bloques libres en estado de equilibrio crítico. En las zonas donde las laderas rocosas

están cubiertas por vegetación, son las lluvias las que provocan las situaciones de mayor riesgo debido a que el conjunto pierde cohesión produciéndose dichos desprendimientos como ocurrió durante las lluvias de 1982-1983.

D.3 Área de Interés Nº 03 - Quebrada San Francisco – Toda el área agrícola bajo riego de su margen izquierda (Tambo Grande)

Esta quebrada presenta una pendiente moderada lo cual se evidencia en el tamaño de los materiales que acarrea los cuales van desde 2" de diámetro hasta arena gruesa. Es una quebrada bastante ancha de aproximadamente 250 metros y en lluvias extraordinarias como las que se presentan en el Fenómeno El Niño se producen desbordamientos, inundando campos de cultivos y pequeños centros poblados y el deterioro de la infraestructura de riego.

Con respecto a la infraestructura de riego que conduce las aguas provenientes del reservorio de San Lorenzo están expuestas a los desbordes por el exceso de precipitación que se presentan con el Fenómeno El Niño, así como el desborde de las Quebradas Miraflores y Moqueguanos.

Quebrada San Francisco



Canal Malingas



Canal Malingas. Miraflores



Sifón cruzando Qda



Fotos : INRENA – Agosto 2004

3.12.30 Plan de Manejo de la Infraestructura Hidráulica

Aspectos Metodológicos para la elaboración del Plan de Manejo

El Plan de Manejo de la Infraestructura Hidráulica de las Áreas de Interés se basa en la prevención que debe obedecer estrictamente a un calendario de actividades debidamente programadas en la cual deben estar involucrados la Autoridad de Aguas, El Proyecto Especial Chira Piura, La Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica y los Usuarios Organizados.

3.12.31. Metodología

Esta es una actividad técnica-administrativa que requiere de una planificación de obras y actividades. Estas obras y actividades tiene una unidad de medida cuyo valor será obtenido bajo el cumplimiento de una metodología cuyas etapas y características serán las siguientes:

1. Etapa de Gabinete I

- Planos actualizados de la Infraestructura de Riego, Drenaje y Defensas Ribereñas
- Padrón de Usuarios (con licencia, con permiso) actualizado
- Inventario y Evaluación de la Infraestructura de Riego, Drenaje y Defensas Ribereñas

El desarrollo de esta actividad requiere de la siguiente logística

- a. a.- Personal capacitado para la toma de información (técnico y obreros)
- b. b.- Formatos para la toma de información de campo
- c. c.- Materiales y Equipo (GPS, Wincha, pintura, libretas de campo, rollos fotográficos y otros)

2.- Etapa de Campo

Distribución de brigadas:

a. En canales

- Grupo Margen Derecha
- Grupo Margen Izquierda

b. Drenes

- Grupo Margen Derecha
- Grupo Margen Izquierda

c. Defensas Ribereñas

- Grupo Margen Derecha
- Grupo Margen Izquierda

Supervisión de Brigadas

3.- Etapa de Gabinete II

- Ordenamiento y Sistematización de la información
- Evaluación y Análisis de Información
- Presentación de resultados
- Priorización de Obras y Actividades
- Elaboración de Presupuesto de Obras y Actividades
- Financiamiento de Obras y Actividades
- Programación de Obras y Actividades
- Ejecución de Obras y Actividades

3.12.32. Descripción del Plan de Manejo por unidades de Infraestructura Hidráulica en diferentes Niveles de riesgo

El Plan de Manejo de las Unidades de Infraestructura Hidráulica en diferentes Niveles de Riesgo requiere de una logística adecuada para cada caso. Así mismo de personal profesional (Ingeniero Civil o Agrícola con especialidad en Obras Hidráulicas) y técnicos especializados y con regular experiencia en la actividad.

a. Plan de Manejo en Unidades Infraestructura Hidráulica con Leve Riesgo

Estas unidades con leve riesgo deben su calificación a la seguridad que presentan ante eventos tan devastadores como el Fenómeno El Niño. Esta seguridad es producto de su óptima ubicación, de la alta inversión realizada en su sistema de seguridad (Diques o defensas ribereñas) y del adecuado diseño de sus obras el cual a previsto descargas extraordinarias como las que se presentan con el Fenómeno El Niño. Por lo tanto, su operación y mantenimiento debe ser óptimo y preciso para lo cual se requiere la participación de personal profesional y técnico calificado.

En nuestro Análisis de Vulnerabilidad la infraestructura que se encuentra con la calificación rigurosa “ En Leve Riesgo “ es la Presa de Derivación Los Ejidos, los canales principales Daniel Escobar y Biaggio Arbulú. Este último solo hasta el puente Independencia ya que las buenas condiciones del dique de encauzamiento o defensa ribereña han sido observadas desde la Presa de Derivación Los Ejidos hasta el Puente Independencia. Finalmente, el resto de la infraestructura de riego y drenaje (Canales de Primero, Segundo Orden y Parcelarios, Drenes Troncales y Colectores) que se encuentra dentro de este límite la consideraremos también en Leve Riesgo asumiendo que su estado de mantenimiento es óptimo.

Plan de Manejo

- 1.- La Operación y Mantenimiento de la infraestructura de riego, drenaje y defensa ribereña calificada en Leve Riesgo por su importancia en el desarrollo de la agricultura en el valle del Bajo Piura al derivar y distribuir el agua de riego para todo el valle debe seguir estando a cargo de un organismo netamente técnico como el Proyecto Especial Chira Piura.

- 2.- El presupuesto para su Operación y Mantenimiento por el momento debe ser financiado por el Gobierno Regional, debido a que las organizaciones de usuarios de agua para riego (Junta de Usuarios) presentan morosidad con su actual tarifa que por cierto no cubre los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura bajo su responsabilidad, presentando siempre déficit para cumplir con las actividades mínimas de mantenimiento y una u otra emergencia que se presenta.
- 3.- Dada las dimensiones y exigencias técnicas para la operación y mantenimiento de esta infraestructura se requiere de la participación de equipo y maquinaria especializada la cual debe ser proporcionada por empresas especializadas. En tal sentido, el desarrollo de esta actividad requiere de la participación de personal técnico-administrativo calificado con la experiencia necesaria para el buen manejo de los recursos económicos y el desarrollo exitoso del programa de operación y mantenimiento.

b. Plan de Manejo en Unidades Infraestructura Hidráulica con Ligerio Riesgo

Estas unidades con Ligerio Riesgo deben su calificación a las condiciones de operación y mantenimiento que presentan, las cuales están a cargo de la Junta de Usuarios, pero lamentablemente la tarifa que pagan los usuarios y la morosidad en su pago impiden una eficiente manejo y operación del sistema.

En tal sentido, el Plan de Manejo esta supeditado al financiamiento de las obras y actividades programadas.

Plan de Manejo

1. La Operación y Mantenimiento de la infraestructura de riego compuesta por canales de segundo orden, parcelarios y drenes colectores, **calificada en Ligerio Riesgo**, por su poca envergadura y menos complicada técnicamente debe estar a cargo de los usuarios a través de su Junta de Usuarios, la cual debe contar con personal profesional y técnico calificado (Ingeniero Civil o Agrícola, Técnicos en Ingeniería y Administrador de Empresas) y con regular experiencia.
2. El presupuesto para la Operación y Mantenimiento de la Infraestructura de estar financiado íntegramente por la Tarifa de Agua, la cual debe ser utilizada eficientemente en la ejecución de obras y actividades de tal manera que el usuario vea que su aporte es bien invertido. Siendo la respuesta a mediano plazo la baja en la morosidad de los pagos.
3. Teniendo en cuenta el estado crítico en que se encuentra la infraestructura de riego y drenaje bajo esta calificación y la difícil situación económica que atraviesan los agricultores en el inicio de un período de sequía que no se sabe su duración, sería ilógico pensar en proponer una tarifa de agua que de solución a este problema. En tal sentido, de llegar a declararse en sequía la cuenca y posteriormente en emergencia el agro piurano se tendría que aprovechar los

programas de apoyo social que brinda el estado, los cuales intercambian alimento por trabajo. Finalmente, en años normales y previniendo la presencia del Fenómeno el Niño que en promedio se repite cada 8 a 10 años, es necesario que en ese tiempo parte de la tarifa sea derivada a un Fondo para la atención de obras (reparación de canales y obras de arte) y actividades (limpieza de canales y drenes) que dada la emergencia deben ser ejecutadas en un 100 %.

c. Plan de Manejo en Unidades Infraestructura Hidráulica con Moderado Riesgo

Estas unidades con Moderado Riesgo deben su calificación a las condiciones de operación y mantenimiento que presentan y la importancia de su buen funcionamiento para la evacuación de grandes caudales producto del drenaje de las tierras de todo el valle del Bajo Piura, esto debido a la presencia de una napa freática alta debido a los grandes caudales que se utilizan en el riego del arroz que es el principal cultivo.

Plan de Manejo

1. La Operación y Mantenimiento de la infraestructura de drenaje (Drenes Troncales 13.08 y Sechura) calificada en Moderado Riesgo por su importancia en el desarrollo de la agricultura en el valle del Bajo Piura al evacuar el exceso de agua de riego de todo el valle debe seguir estando a cargo de un organismo netamente técnico como el Proyecto Especial Chira Piura.
2. El presupuesto para su Operación y Mantenimiento por el momento debe ser financiado por el Gobierno Regional, debido a que las organizaciones de usuarios de agua para riego (Junta de Usuarios) presentan morosidad con su actual tarifa que por cierto no cubre los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura bajo su responsabilidad, presentando siempre déficit para cumplir con las actividades mínimas de mantenimiento y una u otra emergencia que se presenta.
3. Dada las dimensiones y exigencias técnicas para la operación y mantenimiento de esta infraestructura se requiere de la participación de equipo y maquinaria especializada la cual debe ser proporcionada por empresas especializadas. En tal sentido, el desarrollo de esta actividad requiere de la participación de personal técnico-administrativo calificado con la experiencia necesaria para el buen manejo de los recursos económicos y el desarrollo exitoso del programa de operación y mantenimiento.

d. Plan de Manejo en Unidades Infraestructura Hidráulica con Alto Riesgo

Estas unidades con Alto Riesgo deben su calificación a las condiciones críticas actuales en que se encuentra el dique de encauzamiento o defensa ribereña a partir del puente Independencia hasta la Laguna Ramón (la diferencia de nivel entre el cauce del río y la corona del dique es tan baja que ante caudales superiores a los 800 m³/s se producirían desbordes en este

sector) , situación que en pone en alto riesgo a toda el área de cultivo e infraestructura de riego y drenaje que se encuentra en este sector.

Plan de Manejo

1. El Mantenimiento de los diques de encauzamiento y el control de los niveles entre el cauce del río y la corona del dique para tomar decisiones como elevación del dique o el retiro de material sedimentado en el cauce deben seguir estando a cargo de un organismo netamente técnico como el Proyecto Especial Chira Piura.
2. El presupuesto para su Mantenimiento por ser considerable por el momento debe ser financiado por el Gobierno Regional, debido a que las organizaciones de usuarios de agua para riego (Junta de Usuarios) presentan morosidad con su actual tarifa que por cierto no cubre los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura bajo su responsabilidad, presentando siempre déficit para cumplir con las actividades mínimas de mantenimiento y una u otra emergencia que se presenta.
3. Dada las dimensiones y exigencias técnicas para la operación y mantenimiento de esta infraestructura se requiere de la participación de equipo y maquinaria especializada la cual debe ser proporcionada por empresas especializadas. En tal sentido, el desarrollo de esta actividad requiere de la participación de personal técnico-administrativo calificado con la experiencia necesaria para el buen manejo de los recursos económicos y el desarrollo exitoso del programa de operación y mantenimiento.

e. Plan de Manejo en Areas de Interés.

Las áreas de interés deben ser manejadas por organismos netamente técnicos.

1. Área de Interés N° 01.- Bajo Piura - Desde La Presa de Derivación Los Ejidos hasta la Laguna Ramón.

Esta área resulta ser la más importante en la cuenca ya que existe una gran actividad económica y una alta inversión del estado en Infraestructura de desarrollo en general y concentra a la gran mayoría de la Población Económicamente Activa de la Cuenca. Así mismo por sus características fisiográficas y cercanía al litoral es la más sensible a los efectos negativos que se presentan con la ocurrencia del Fenómeno El Niño. En tal sentido, su plan de manejo requiere de la participación de personal profesional y técnico capacitado y una logística adecuada para el desarrollo del Plan de Manejo.

Esta área de Interés por contar con el plano de distribución de toda su infraestructura de riego, drenaje y diques de encauzamiento ha posibilitado la identificación de las diferentes unidades de Infraestructura Hidráulica en el valle del Bajo Piura y sus niveles de riesgo ante la presencia de precipitaciones y caudales extremos que se

presentan con el Fenómeno El Niño, cuyos planes de manejo han sido descritos con amplitud.

2. **Área de Interés Nº 02 - Quebrada Yapatera - Toda el Área Agrícola Bajo Riego**

Esta área de interés que se inicia en la ciudad de Chulucanas donde la quebrada Yapatera desemboca por la margen derecha del río Piura (Coordenada 0591997 E – 9434524 N) se caracteriza por presentar un valle que se va estrechando a medida que se asciende. La actividad agrícola se realiza en ambas márgenes de la quebrada y la infraestructura de riego se desarrolla en las laderas, siendo su **Vulnerabilidad de Alto Riesgo** en temporada de lluvias por la presencia de huaycos, derrumbes y deslizamientos.

Las diferentes unidades de infraestructura Hidráulica y sus niveles de riesgo no han podido ser determinadas debido a que no se cuenta con el plano de distribución de la infraestructura de riego, drenaje y diques de encauzamiento. Solo se tiene referencia de daños ocasionados por huaycos y derrumbes en los canales Ñacar, Yapatera y Chapica durante la ocurrencia del último Fenómeno El Niño.

El Plan de Manejo de esta área de interés requiere necesariamente de la elaboración del plano descrito líneas arriba y de la actualización del inventario de toda la infraestructura de riego y drenaje. Solo así se podrán tomar medidas técnicas efectivas de no ser así solo se estarían aplicando paliativos.

3. **Área de Interés Nº 03 - Quebrada San Francisco – Toda el área agrícola bajo riego de su margen izquierda (Tambo Grande)**

Al igual que el Área de Interés Nº 02 se carece del plano de distribución de la infraestructura de riego, drenaje y diques de encauzamiento. Solo se tiene referencia de daños ocasionados por desborde y colmatación de los canales Tablazo, Tambo Grande, Tejedores, San Isidro, Malingas, Hualtaco y los Sistemas de Drenaje.

El Plan de Manejo de esta área de interés requiere necesariamente de la elaboración del plano descrito líneas arriba y de la actualización del inventario de toda la infraestructura de riego y drenaje. Solo así se podrán tomar medidas técnicas efectivas de no ser así solo se estarían aplicando paliativos.