

### 3. IDENTIFICACIÓN

#### 3.1 Diagnóstico de la Situación Actual

##### 3.1.1 Naturaleza

###### (1) Ubicación

En la Figura 3.1.1-1 se presenta el mapa de ubicación de la cuenca del Río Chincha, incluida en el Área del presente Estudio.



Figura 3.1.1-1 Río seleccionado para el Estudio

(2) Descripción general de las cuencas

El Río Chíncha recorre a aproximadamente en 170 km al sur de la Capital Lima con una superficie de aproximadamente 3.300 km<sup>2</sup>. Se caracteriza por su extensa cuenca media y por las cuencas baja y alta angostas, por lo que las altitudes mayores a 4.000 msnm solo representan un 15 % del total. En la cuenca baja (Área del Estudio), el río está bifurcado por una obra de derivación ubicada a aprox. 25 km aguas arriba de la desembocadura. El río toma el nombre de Chico y Matagente en el lado norte. La pendiente media es de aproximadamente 1/80, y su ancho varía entre 100 y 200 metros.

Las precipitaciones anuales son similares a la cuenca del Río Chíncha: con 1.000 mm a altitudes que superan los 3.000 msnm y de apenas menos de 20 mm a altitudes menores a 500 msnm.

En cuanto a la vegetación, la cuenca alta está ocupada por césped de puna y matorrales, y la cuenca baja está constituida en un 80 % por desierto, y en un 20 % por tierras de cultivo. Esta distribución de las formaciones vegetales se asemeja a la de la cuenca del Río Pisco colindante. En las tierras de cultivo, se producen principalmente el algodón y la uva.

**3.1.2 Condiciones socioeconómicas del Área del Estudio**

**(1) División administrativa y superficie**

El Río Chíncha se ubica en la provincia de Chíncha, Región de Ica.

En la Tabla 3.1.2-1 se indican los principales distritos alrededor del Río Chíncha y se respectiva área.

**Tabla 3.1.2-1 Distritos alrededor del Río Chíncha y su área**

Región	Provincia	Distrito	Área (km <sup>2</sup> )
Ica	Chíncha	Chíncha Alta	238.34
		Alto Laren	298.83
		Chíncha Baja	72.52
		El Carmen	790.82
		Tambo de Mora	22.00

**(2) Población y el número de hogares**

En la Tabla 3.1.2-2 se muestra la variación de la población en el período 1993-2007. De la población total de 94.439 habitantes (2007), el 82 % (77.695 habitantes) vive en la zona urbana y el 18 % (16.744 habitantes) en la zona rural. Sin embargo, en los distritos Chíncha Baja y El Carmen, el 58 % y 57 %, respectivamente viven en la zona rural, destacándose por su alta ruralidad. En todos los distritos la población está aumentando.

**Tabla 3.1.2-2 Variación de la población urbana y rural**

Distrito	Población Total 2007					Población Total 1993					Variación (%)	
	Urbana	%	Rural	%	Total	Urbana	%	Rural	%	Total	Urbana	Rural
Chíncha Alta	59.574	100 %	0	0 %	59.574	49.748	100 %	0	0 %	49.748	1,3 %	0,0 %
Alto Laran	3.686	59 %	2.534	41 %	6.220	1.755	41 %	2.530	59 %	4.285	5,4 %	0,01 %
Chíncha Baja	5.113	42 %	7.082	58 %	12.195	3.402	30 %	7.919	70 %	11.321	3,0 %	-0,8 %
El Carmen	5.092	43 %	6.633	57 %	11.725	3.766	43 %	5.031	57 %	8.797	2,2 %	2,0 %
Tambo de Mora	4.230	90 %	495	10 %	4.725	3.176	79 %	868	21 %	4.044	2,1 %	-3,9 %
<b>Total</b>	<b>77.695</b>	<b>82 %</b>	<b>16.744</b>	<b>18 %</b>	<b>94.439</b>	<b>61.847</b>	<b>79 %</b>	<b>16.348</b>	<b>21 %</b>	<b>78.195</b>	<b>1,6 %</b>	<b>0,2 %</b>

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censos de Población y Vivienda, 2007 y 1993.

En la Tabla 3.1.2-3 se muestra el número de hogares y de miembros por familia en 2007. Cada hogar tiene entre 4,0 y 4,4 miembros y cada familia tiene entre 3,9 y 4,1 miembros.

**Tabla 3.1.2-3 Número de hogares y de familias**

Variables	Distrito				
	Chíncha Alta	Alto Laran	Chíncha Baja	El Carmen	Tambo de Mora
Población (habitantes)	59,574	6,220	12,195	11,725	4,725
Número de hogares	13,569	1,522	2,804	2,696	1,124
Número de familias	14,841	1,559	2,997	2,893	1,200
Miembros por hogar (personas/hogar)	4.39	4.09	4.35	4.35	4.20
Miembros por familia (personas/familia)	4.01	3.99	4.07	4.05	3.94

### (3) Ocupación

En la Tabla 3.1.2-4 se muestra la lista de las ocupaciones de los habitantes locales desglosados según sectores. En los distritos Chíncha Alta y Tambo de Mora donde la población es predominantemente urbana, se observa un bajo porcentaje del sector primario, mientras que en el resto de los distritos predomina el sector primario.

**Tabla 3.1.2-4 Ocupación**

	Distrito									
	Chíncha Alta		Alto Laran		Chíncha Baja		El Carmen		Tambo de Mora	
	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%
Pob. Económicame	23,596	100	2,415	100	4,143	100	3,966	100	1,640	100
Sector primario	1,889	8.0	1,262	52.3	1,908	46.1	2,511	63.3	334	20.4
Sector secundario	6,514	27.6	443	18.3	931	22.5	399	10.1	573	34.9
Sector terciario	15,190	64.4	710	29.4	1,304	31.5	1,056	26.6	733	44.7

\* Sector primario: agricultura, ganadería, forestal y pesca; secundario: minería, construcción, manufactura; terciario: servicios y otros

### (4) Índice de la pobreza

En la Tabla 3.1.2-5 se presenta el índice de la pobreza. Del total de la población el 15,6 % (14.721

habitantes) pertenece al segmento de pobres y el 0,3 % (312 habitantes) al de extrema pobreza. El distrito de Chincha Baja ha alcanzado el menor índice de la pobreza que el resto de los distritos, con 10,6 % (pobre) y 0,2 % (extrema pobreza).

**Tabla 3.1.2-5 Índice de la pobreza**

	Distrito											
	Chincha Alta		Alto Laran		Chincha Baja		El Carmen		Tambo de Mora			
	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Total	%
Población regional	59,574	100	6,220	100	12,195	100	11,725	100	4,725	100	94,439	100
En pobre	9,316	15.6	1,309	21.0	1,296	10.6	1,950	16.6	850	18.0	14,721	15.6
En extrema pobreza	214	0.4	30	0.5	22	0.2	35	0.3	11	0.2	312	0.3

### (5) Tipo de viviendas

Las paredes de las viviendas están construidas en un 21 % con ladrillos o cemento, y un 44 % con adobe y barro. El piso es de tierra o cemento en un 94 %.

El promedio de la cobertura del servicio público de agua potable es el 45 %, excepto El Carmen y Tambo de Mora, donde presentan una baja cobertura del agua potable, y el promedio de la cobertura del servicio público de alcantarillado es el 29 %. La electrificación alcanza un 74 % en promedio.

**Tabla 3.1.2-6 Tipo de viviendas**

Variable/Indicador	Distritos									
	Chincha Alta		Alto Laran		Chincha Baja		El Carmen		Tambo de Mora	
	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%
<b>Número de hogares</b>										
Viviendas comunes con residentes	13.569	85,7	1.522	76,1	2.804	93,3	2.696	87,6	1.124	85,3
<b>Materiales de las paredes</b>										
Ladrillos o cemento	5.220	38,5	170	11,2	590	21	176	6,5	309	27,5
Adobe y barro	4.817	35,5	891	58,5	1.146	40,9	1.589	58,9	289	25,7
Bambúes + barro o madera	281	2,1	121	8,0	125	4,5	160	5,9	45	4,0
Otros	3.251	24,0	340	22,3	943	33,6	771	28,6	481	42,8
<b>Materiales del piso</b>										
Tierra	5.036	37,1	812	53,4	1.521	54,2	1.547	57,4	604	53,7
Cemento	6.454	47,6	680	44,7	1.136	40,5	1.081	40,1	450	40
Cerámicas, parquet, madera de calidad	1.979	14,6	25	1,6	134	4,8	42	1,6	58	5,2
Otros	100	0,7	5	0,3	13	0,5	26	1,0	12	1,1
<b>Sistema de agua potable</b>										
Red pública dentro de la vivienda	10.321	76,1	705	46,3	1.055	37,6	861	31,9	379	33,7
Red pública dentro del edificio	1.030	7,6	87	5,7	239	8,5	242	9	62	5,5

Pilones de uso público	311	2,3	214	14,1	192	6,8	202	7,5	38	3,4
<b>Alcantarillado y letrinas</b>										
Red alcantarillado dentro de la vivienda	9.244	68,1	167	11	709	25,3	320	11,9	336	29,9
Red alcantarillado dentro del edificio	748	5,5	60	3,9	77	2,7	31	1,1	61	5,4
Pozo negro o ciego	1.441	10,6	621	40,8	1.167	41,6	1.348	50	259	23
<b>Electricidad</b>										
Servicio eléctrico público	10.989	81	811	53,3	2.251	80,3	2.146	79,6	837	74,5
<b>Número de miembros</b>										
<b>Viviendas comunes con residentes</b>	<b>14.841</b>	<b>100</b>	<b>1.559</b>	<b>100</b>	<b>2.997</b>	<b>100</b>	<b>2.893</b>	<b>100</b>	<b>1.200</b>	<b>100</b>
<b>Artefactos electrodomésticos</b>										
Más de tres	7.024	47,3	466	29,9	1.159	38,7	908	31,4	473	39,4
<b>Servicios de comunicación</b>										
Teléfonos fijos y móviles	12.640	85,2	920	59,0	2.182	72,8	1.919	66,3	872	72,7

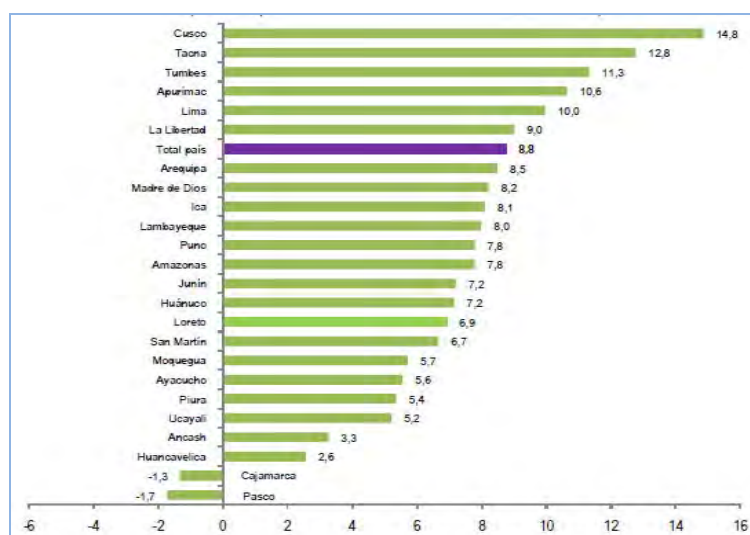
Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.

## (6) PIB

El PIB del Perú en 2010 ha sido de US\$ 153.919.000.000.

La tasa de crecimiento del mismo año ha sido de + 8,8 % comparado con el año precedente.

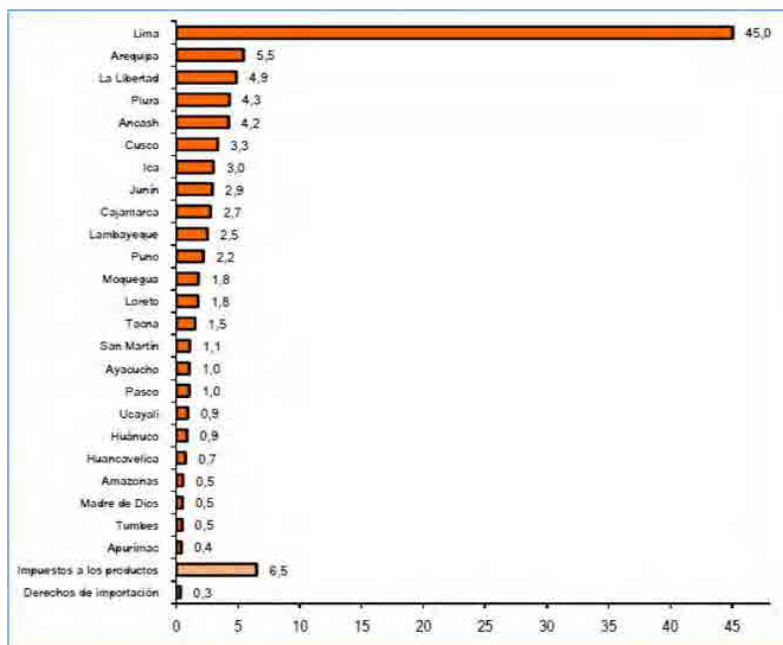
Desglosado según regiones, Ica registró un crecimiento del 8,1 %, Piura 5,4 %, Lima 10,0 % y Arequipa 8,5 %. En particular la Región de Lima registra cifras que superaron el promedio nacional.



Fuente: Dirección Nacional de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)-2010 y Banco Central de Reserva (BCR)

**Figura 3.1.2-1 Tasa de crecimiento del PIB según regiones (2010/2009)**

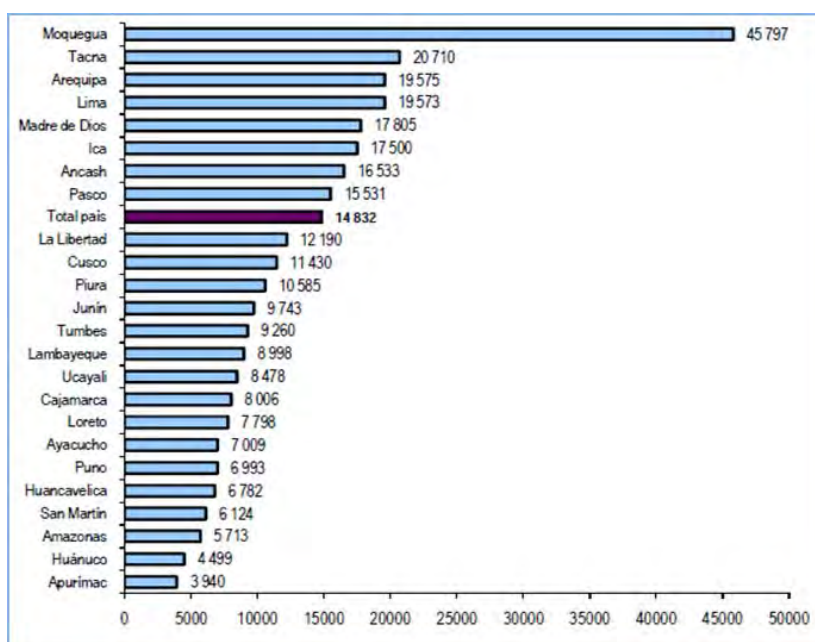
A continuación se muestra la contribución de cada región al PIB. La Región de Lima representa casi la mitad del total, es decir 45,0 %. Arequipa contribuyó 5,5 %, Piura 4,3 % e Ica 3,0 %. Los impuestos y aranceles contribuyeron 6,5 % y 0,3 %, respectivamente.



Fuente: Dirección Nacional de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)-2010 y Banco Central de Reserva (BCR)

**Figura 3.1.2-2 Contribución de las regiones al PIB**

El PIB per cápita en Perú registrado en 2010 fue de S/.14.832 (5.727US\$). En cuanto al PIB per cápita según las regiones, en Lima se registra S/.19.573 (7.557US\$), en Arequipa S/.19.575 (7.558US\$) y en Ica S/.17.500 (6.757US\$), y todos estos valores superan el promedio nacional. Por otra parte, en Piura este valor es de S/.10.585(4.087 US\$), que es inferior al promedio nacional.



Fuente: Dirección Nacional de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)-2010 y Banco Central de Reserva (BCR)

**Figura 3.1.2-3 PIB per cápita (2010)**

En la Tabla 3.1.2-7 se muestra la variación a lo largo del año del PIB per cápita según regiones, en los últimos 10 años (2001-2010). El promedio nacional del PIB aumentó un 54,8 % en los diez años desde 2001 hasta 2010. Las cifras según regiones son: +96,6 % para Ica, +54,8 % para Lima y +55,2 % para Piura.

Las cifras de la Tabla 3.1.2-7 han sido determinadas teniendo como año base a 1994.

**Tabla 3.1.2-7 Variación del PIB por cápita con el tiempo (2001-2010)**

Departamento	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007P/	2008P/	2009P/	2010E/	Variación
											acumulada 2001-2010 (%)
<b>Total país</b>	<b>4 601</b>	<b>4 765</b>	<b>4 890</b>	<b>5 067</b>	<b>5 345</b>	<b>5 689</b>	<b>6 121</b>	<b>6 643</b>	<b>6 625</b>	<b>7 124</b>	<b>54,8</b>
Amazonas	1 835	1 910	1 996	2 081	2 212	2 349	2 510	2 684	2 761	2 959	61,3
Ancash	4 037	4 703	4 772	4 876	4 999	5 089	5 408	5 852	5 824	5 979	48,1
Apurímac	1 216	1 278	1 334	1 400	1 494	1 619	1 653	1 691	1 770	1 946	60,0
Arequipa	5 387	5 766	5 895	6 143	6 488	6 807	7 786	8 379	8 307	8 917	65,5
Ayacucho	1 788	1 870	1 942	1 900	2 045	2 207	2 448	2 640	2 896	3 020	68,9
Cajamarca	2 493	2 731	2 947	2 968	3 165	3 113	2 864	3 094	3 295	3 235	29,8
Cusco	2 194	2 086	2 195	2 565	2 768	3 071	3 340	3 554	3 685	4 202	91,5
Huancavelica	2 700	2 632	2 683	2 697	2 864	3 014	2 903	2 959	3 039	3 090	14,4
Huánuco	1 678	1 694	1 833	1 866	1 890	1 915	1 942	2 050	2 044	2 170	29,4
Ica	4 055	4 259	4 343	4 663	5 214	5 582	6 025	7 265	7 457	7 973	96,6
Junín	3 245	3 311	3 350	3 527	3 505	3 856	4 072	4 379	4 248	4 520	39,3
La Libertad	3 162	3 316	3 483	3 410	3 697	4 216	4 586	4 874	4 895	5 269	66,6
Lambayeque	2 941	3 046	3 132	2 959	3 164	3 300	3 615	3 882	3 963	4 240	44,2
Lima	6 451	6 579	6 700	6 925	7 284	7 817	8 520	9 314	9 219	9 990	54,8
Loreto	2 827	2 917	2 936	2 995	3 079	3 192	3 287	3 402	3 430	3 621	28,1
Madre de Dios	4 441	4 708	4 550	4 846	5 171	5 215	5 617	5 878	5 564	5 862	32,0
Moquegua	10 405	11 967	12 670	13 455	13 882	13 794	13 606	14 201	13 863	14 503	39,4
Pasco	5 137	5 552	5 481	5 634	5 644	6 062	6 711	6 729	6 349	6 187	20,4
Piura	2 733	2 780	2 847	3 049	3 192	3 472	3 780	4 007	4 059	4 241	55,2
Puno	2 105	2 236	2 234	2 270	2 365	2 460	2 617	2 731	2 800	2 992	42,1
San Martín	2 026	2 059	2 094	2 232	2 393	2 476	2 655	2 870	2 928	3 075	51,8
Tacna	6 004	6 124	6 382	6 643	6 782	6 941	7 256	7 458	7 256	8 067	34,4
Tumbes	2 744	2 802	2 873	3 018	3 385	3 212	3 427	3 594	3 611	3 957	44,2
Ucayali	3 063	3 149	3 203	3 411	3 584	3 754	3 846	4 007	4 040	4 190	36,8

Fuente: Dirección Nacional de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)-2010 y Banco Central de Reserva (BCR)

### 3.1.3 Agricultura

A continuación se resumen la situación actual de la agricultura en la Cuenca del Río Chincha, incluyendo las comisiones de regantes, rubros de cultivo, el área sembrada, rendimiento, ventas, etc.

#### (1) Sectores de Riego

En la Tabla 3.1.3-1 se presentan los datos básicos de las comisiones de regantes. En las cuencas de los ríos Matagente y Chico existen tres sectores de riego y 14 comisiones de regantes con 7.676 beneficiarios. La superficie manejada por estos sectores suma un total de 25.629 hectáreas.

**Tabla 3.1.3-1 Datos básicos de las comisiones de regantes**

Sectores de Riego	Comisión de regantes	Áreas bajo Riego		Nº de Beneficiarios (Persona)	Río
		ha	%		
La Pampa	Chochocota	1.624	6 %	277	Matagente
	Belén	1.352	5 %	230	Matagente
	San Regis	1.557	6 %	283	Matagente
	Pampa Baja	4.124	16 %	596	Matagente
Chincha Baja	Matagente	2.609	10 %	421	Matagente
	Chillón	2.258	9 %	423	Matagente
	Río Viejo	2.054	8 %	367	Matagente
	Chincha Baja	1.793	7 %	351	Matagente
Chincha Alta	Río Chico	475	2 %	106	Chico



	Cauce Principal	1.644	6 %	456	Chico
	Pilpa	218	1 %	573	Chico
	Ñoco	1.227	5 %	1.428	Chico
	Acequia Grande	1.077	4 %	1.520	Chico
	Irrigación Pampa de Ñoco	3.616	14 %	645	Chico
	<b>Total</b>	<b>25.629</b>	100 %	<b>7.676</b>	

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Chíncha, Octubre 2010

## (2) Principales cultivos

En la Tabla 3.1.3-2 se muestra la variación entre 2004 y 2009 de la superficie sembrada y del rendimiento de los principales cultivos.

En la Cuenca del Río Chíncha, están aumentando el área sembrada, rendimiento y las ventas. Las ventas de 2008 - 2009 fueron de S/.242.249.071. Los principales cultivos en esta cuenca son algodón, maíz, uvas, alcachofas y espárragos.

**Tabla 3.1.3-2 Siembra y ventas de los principales cultivos**

	Variables	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
Algodón	Sup. sembrada (ha)	10,217	11,493	10,834	11,042	8,398
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	2,829	2,634	2,664	2,515	2,386
	Cosecha (Kg)	28,903,893	30,272,562	28,861,776	27,770,630	20,037,628
	Precio unitario (S/./kg)	2.19	2.21	2.82	2.65	1.95
	Ventas (S/.)	63,299,526	66,902,362	81,390,208	73,592,170	39,073,375
Maíz (amarillo)	Sup. sembrada (ha)	3,410	3,631	3,918	4,190	5,148
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	7,585	7,460	7,640	7,860	8,286
	Cosecha (Kg)	25,864,850	27,087,260	29,933,520	32,933,400	42,656,328
	Precio unitario (S/./kg)	0.62	0.64	0.80	0.94	0.76
	Ventas (S/.)	16,036,207	17,335,846	23,946,816	30,957,396	32,418,809
Uvas	Sup. sembrada (ha)	1,589	1,271	1,344	1,411	1,325
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	14,420	16,658	13,137	17,029	17,720
	Cosecha (Kg)	22,913,380	21,172,318	17,656,128	24,027,919	23,479,000
	Precio unitario (S/./kg)	0.92	1.06	1.40	1.54	1.66
	Ventas (S/.)	21,080,310	22,442,657	24,718,579	37,002,995	38,975,140
Alcachofa	Sup. sembrada (ha)	587	896	993	777	1,426
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	16,595	18,445	19,525	18,768	18,300
	Cosecha (Kg)	9,741,265	16,526,720	19,388,325	14,582,736	26,095,800
	Precio unitario (S/./kg)	0.93	1.00	1.10	1.17	1.20
	Ventas (S/.)	9,059,376	16,526,720	21,327,158	17,061,801	31,314,960
Espárrago	Sup. sembrada (ha)	903	860	855	776	1,102
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	6,725	9,892	8,036	7,713	9,343
	Cosecha (Kg)	6,072,675	8,507,120	6,870,780	5,985,288	10,295,986
	Precio unitario (S/./kg)	2.81	3.08	2.93	3.04	2.79
	Ventas (S/.)	17,064,217	26,201,930	20,131,385	18,195,276	28,725,801
Alfalfa	Sup. sembrada (ha)	574	578	651	651	776
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	16,871	21,645	29,926	39,072	44,161
	Cosecha (Kg)	9,683,954	12,510,810	19,481,826	25,435,872	34,268,936
	Precio unitario (S/./kg)	0.23	0.23	0.36	0.39	0.40
	Ventas (S/.)	2,227,309	2,877,486	7,013,457	9,919,990	13,707,574
Palta	Sup. sembrada (ha)	347	347	638	703	938
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	7,268	9,772	9,036	12,221	11,853
	Cosecha (Kg)	2,521,996	3,390,884	5,764,968	8,591,363	11,118,114
	Precio unitario (S/./kg)	1.30	1.51	1.75	2.08	2.25
	Ventas (S/.)	3,278,595	5,120,235	10,088,694	17,870,035	25,015,757
Batata	Sup. sembrada (ha)	408	553	539	522	777
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	20,134	20,195	19,076	16,856	18,153
	Cosecha (Kg)	8,214,672	11,167,835	10,281,964	8,798,832	14,104,881
	Precio unitario (S/./kg)	0.16	0.33	0.22	0.44	0.43
	Ventas (S/.)	1,314,348	3,685,386	2,262,032	3,671,486	6,065,099
Zapallo	Sup. sembrada (ha)	346	603	437	444	522
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	31,021	30,992	30,925	30,582	32,939
	Cosecha (Kg)	10,733,266	18,688,176	13,514,225	13,578,408	17,194,158
	Precio unitario (S/./kg)	0.38	0.49	0.41	0.56	0.29
	Ventas (S/.)	4,078,641	9,157,206	5,540,832	7,603,908	4,986,306
Mandarina	Sup. sembrada (ha)	360	401	405	427	594
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	25,918	27,493	33,723	31,727	34,887
	Cosecha (Kg)	9,330,480	11,024,693	13,657,815	13,547,429	20,722,878
	Precio unitario (S/./kg)	0.51	0.52	0.76	0.81	1.06
	Ventas (S/.)	4,758,545	5,732,840	10,379,939	10,973,417	21,966,251
Otros	Sup. sembrada (ha)	2,434	1,897	2,161	1,830	1,994
Total	Sup. sembrada (ha)	21,175	22,530	22,775	22,773	23,000
	Cosecha (Kg)	133,980,431	160,348,378	165,411,327	175,251,877	219,973,709
	Ventas (S/.)	142,197,073	175,982,668	206,799,102	227,048,475	242,249,071

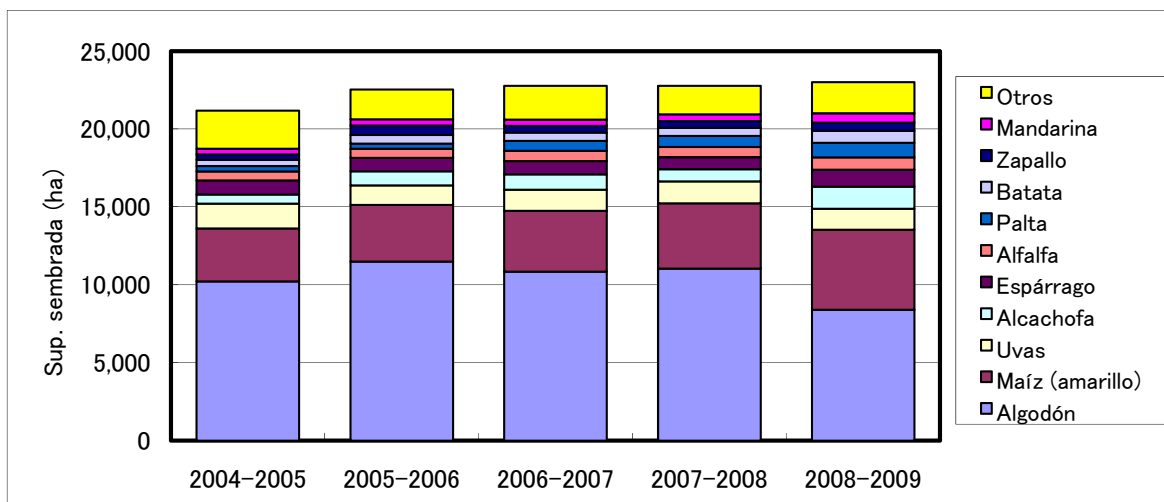


Figura 3.1.3-1 Superficie sembrada

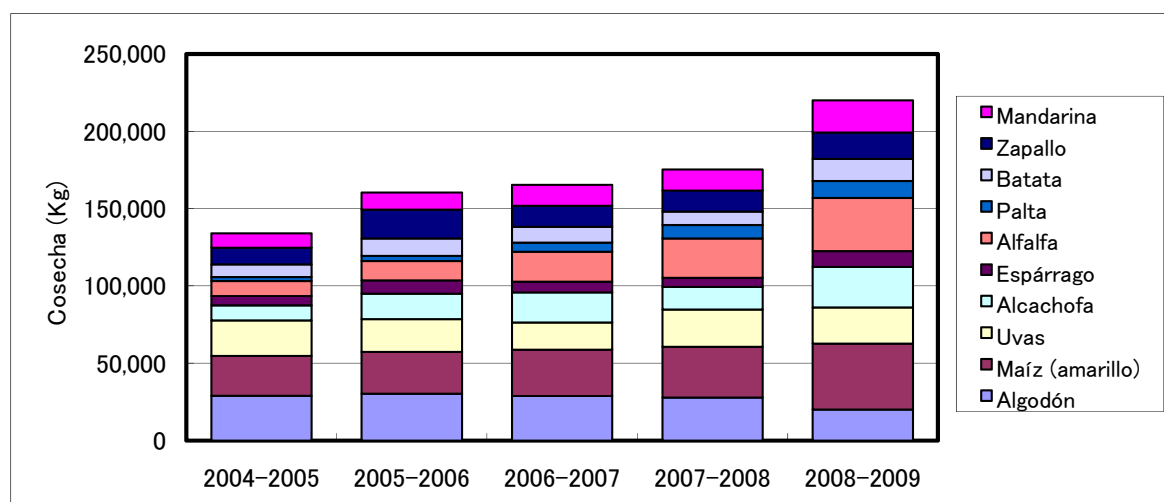


Figura 3.1.3-2 Cosecha

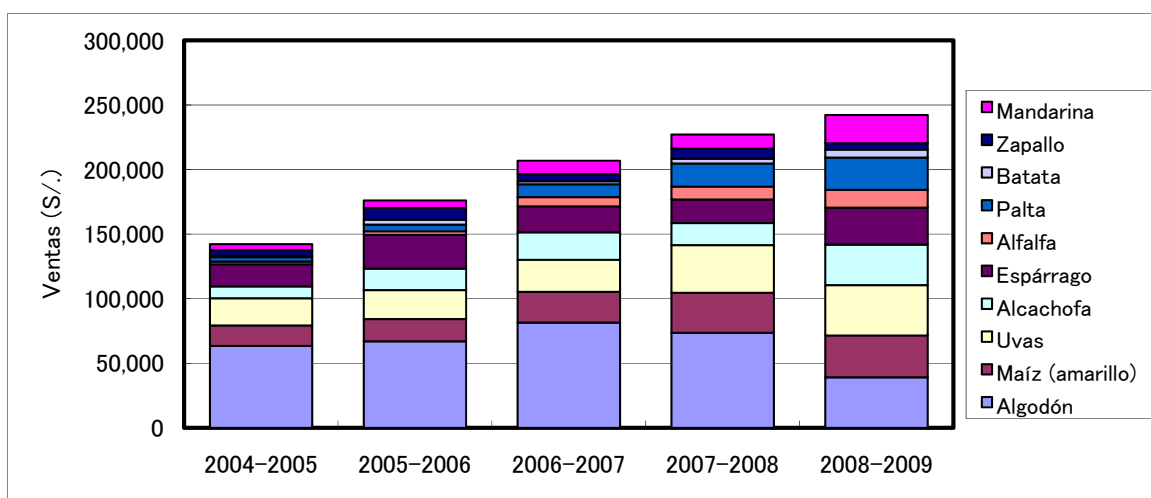


Figura 3.1.3-3 Ventas

### 3.1.4 Infraestructuras

#### (1) Infraestructuras viales

En la Tabla 3.1.4-1 se muestran las infraestructuras viales de la cuenca del Río Chíncha. En total existen 453,27km de caminos, de los cuales 81,39 km (18,0 %) son carreteras nacionales, 227,16 km (50,1 %) caminos regionales y 144,72 km (31,9 %) caminos municipales.

De las carreteras nacionales, 40,75 km están asfaltados en buen estado, y los 40,64 km restantes se encuentran en condiciones inadecuadas.

De los caminos regionales, 20,02 km están asfaltados en buen estado, y los 207,14 km restantes se encuentran en condiciones inadecuadas.

De los caminos municipales 25,42 km están asfaltados en buen estado, y los 119,3 km restantes se encuentran en condiciones inadecuadas.

**Tabla 3.1.4-1 Datos básicos de infraestructuras viales**

Caminos	Longitud total		Pavimentación			
			Asfaltado	Compactado	No	Ripios, tierra
Carretera nacional	81.39	18.0%	40.75	40.64		
Caminos regionales	227.16	50.1%	20.02		207.14	
Caminos municipales	144.72	31.9%	25.42		70.30	49.00
<b>Total</b>	<b>453.27</b>	<b>100.0%</b>	<b>86.19</b>	<b>40.64</b>	<b>277.44</b>	<b>49.00</b>

(Km)

#### 2) PERPEC

En la Tabla 3.1.4-2 se muestran los proyectos implementados por PERPEC entre 2006 y 2009.

**Tabla 3.1.4-2 Proyectos implementados por PERPEC**

Nº	AÑO	Nombre de la obra	Ubicación				Descripción			Costo Total (S/.)
			Departamento	Provincia	Distrito	Localidad				
1	2006	Defensa Riberena Río Chico Canyar	Ica	Chincha	Chincha	Canyar	Conformación de dique	0,05	km	50.000,00
2	2006	Defensa riberena río chico sector Paritidor Conta	Ica	Chincha	Alto Laran	Partidos conta	Dique enmallado con colchon	0,23	Km	187.500,00
3	2007	Defensa Riberena en la margen derecha del río Matagente, en el sector ronceros alto y en la margen izquierda del río chico en el sector Ayacucho, en el distrito de Alto Laran, provincia de chincha - Region Ica	Ica	Chincha	Chincha Baja	Chincha Baja	Dique con Gaviones y/o colchones	2,5	Km	517.979,00
4	2007	Rehabilitación del canal Principal de la Irrigación Nocco	Ica	Chincha	Alto Laran	Primeros 5km del canal,	Revestimiento de canal	0,1	Km	43.109,00
5	2007	Rehabilitación de canales Alto Laran-Parte Alta	Ica	Chincha	Alto Laran	Huachinga Condores	Rehabilitación caja canal	0,4768	Km	130.264,00
6	2007	Limpieza de los canales Pampa Bja, Belen y Chochochola	Ica	Chincha	El Carmen	Pampa Baja, Belen , Chochochola	Limpieza de Canal	12,6278	Km	91.372,00
7	2008	Defensa Riberena provisional en el río Matagente sector La Pelota, distrito del Carmen y Departamento de Ica. ( Contingencia )	Ica	Chincha	El Carmen	La Pelota	Conformación de Dique con material de arrastre	1,5	Km	107.735,00
8	2008	Defensa Riberena Margen Izquierda y Derecha del Río Chico, Sector Canyar, Distrito de Chincha Baja, Provincia de Chincha, Región Ica. ( Contingencia )	Ica	Chincha	Chincha	Canyar	Conformación de dique con revestimiento de colchon antisocavante	850	ml	695.900,00
9	2008	Defensa Riberena en el río Matagente sectores Punta La Isla - Ronceros Alto - Ganaderos Los Angeles distrito de El Carmen Provincia de Chincha, Región Ica. (Prevencción)	Ica	Chincha	El Carmen	La Isla - Ronceros Alto - Ganaderos Los Angeles	Dique enrocado	1460	ml	583.294,00
10	2009	Defensa Riberena en la margen derecha del río Chico Sector El Taro, distrito de Alto Laran, provincia de Chincha, región Ica	Ica	Chincha	Alto Larán	Chamorro, Alahuajpa	Enmallado de dique Río Chico	200	ml	290.222,00

### 3.1.5 Daños reales de las inundaciones

#### (1) Daños a nivel nacional

En la Tabla 3.1.5-1 se muestra la situación actual de los daños de inundaciones en los últimos cinco años (2003 - 2007) en todo el país. Como se puede observar, anualmente de decenas a centenas de miles de habitantes se ven perjudicados por las inundaciones.

**Tabla 3.1.5-1 Situación de los daños de inundaciones**

		Total	2003	2004	2005	2006	2007
Desastres ocurridos	Casos	1,458	470	234	134	348	272
Víctimas	personas	373,459	118,433	53,370	21,473	115,648	64,535
Victimas de pérdida de viviendas	personas	50,767	29,433	8,041	2,448	6,328	4,517
Fallecidos	personas	46	24	7	2	9	4
Viviendas destruidas parcialmente	Viviendas	50,156	17,928	8,847	2,572	12,501	8,308
Viviendas destruidas totalmente	Viviendas	7,951	3,757	1,560	471	1,315	848

Fuente : Compendio estadísticos de SINADECI

Perú ha sido azotado por grandes desastres de las lluvias torrenciales provocadas por el fenómeno de El Niño. En la Tabla 3.1.5-2 se muestran los daños sufridos en los años 1982 - 1983 y 1997 - 1998 cuyo efecto ha sido sumamente grave. El número de víctimas ha sido de aproximadamente 6.000.000 habitantes y la pérdida económica alcanzó un total de aproximadamente US\$ 1.000.000.000 en 1982 - 1983. Asimismo, el número de víctimas en 1997-1998 ha alcanzado aproximadamente 502.461 habitantes con una pérdida económica de US\$ 1.800.000.000. Cabe recalcar que los daños de 1982 - 1983 han sido tan serios que provocó una reducción del 12 % del PNB.

**Tabla 3.1.5-2 Datos de daños**

Daños	1982-1983	1997-1998
Personas que perdieron viviendas	1.267.720	—
Número de víctimas	6.000.000	502.461
Lesionados	—	1.040
Fallecidos	512	366
Desaparecidos	—	163
Viviendas destruidas parcialmente	—	93.691
Viviendas destruidas totalmente	209.000	47.409
Escuelas destruidas parcialmente	—	740
Escuelas destruidas totalmente	—	216
Hospitales y centros de salud destruidos parcialmente	—	511
Hospitales y centros de salud destruidos totalmente	—	69
Tierras agrícolas dañadas (ha)	635.448	131.000
Cabezas de ganado perdidas	2.600.000	10.540
Puentes	—	344
Caminos (km)	—	944
Pérdida económica (\$)	1.000.000.000	1.800.000.000

“—”: Sin datos

Compendio estadísticos de SINADECI

(2) Desastres en las cuencas objeto del presente Estudio

En la Tabla 3.1.5-3 se resumen los daños de desastres ocurridos en la región de Ica, a la que pertenece la zona del presente Estudio.

**Tabla 3.1.5-3 Desastres en la Región de Ica**

Años	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total	Media
ALUD																	0	
ALUVION																	0	
DERRUMBE											2						2	
DESLIZAMIENTO									2	1				1			4	
HUAYCO	2		2		5	2				2	1	1	3	1		1	20	
TOTAL DESASTRES DE SEDIMENTOS	2	0	2	0	5	2	0	0	2	3	3	1	3	2	0	1	26	2
TOTAL INUNDACIONES	4	4	0	13	14	1	2	0	0	1	1	0	4	6	1	0	51	3

### 3.1.6 Resultados de las visitas a los sitios del Estudio

El Equipo de Estudio de JICA realizó varias visitas técnicas a las cuencas seleccionadas, e identificó los desafíos para el control de inundaciones a través de estas visitas técnicas y las entrevistas a las autoridades de los gobiernos regionales y a las asociaciones de regantes sobre los daños sufridos en el pasado y los problemas que afrontan cada cuenca.

#### (1) Entrevistas

(Sobre los puntos críticos)

- El cauce solo tiene una capacidad para discurrir 100 m<sup>3</sup>/s, y cuando ocurrieron crecidas del orden de 1.200 m<sup>3</sup>/s se desbordó el río.
- Básicamente, el agua del río debe ser derivada con una relación de 1:1, y esta relación se desproporciona cuando ocurren crecidas. De poder mantener adecuadamente dicha relación en su derivación, se solucionaría el problema.
- Existen dos tramos críticos: Km15 del Río Chico y km16 del Río Matagente.
- Existe un tramo de 6 km (entre km10 y 16) del Río Matagente muy sedimentado, que puede ser causa de desbordamiento.
- El Río Chico se desborda en el tramo encorvado a km15.
- El agua desbordada inunda rápidamente hasta la cuenca baja debido a la pendiente local.
- Cuando las tres bocatomas dejan de funcionar, los productores no pueden regar sus tierras.
- Las tres compuertas fueron construidas en 1936. La obra de derivación en el extremo aguas arriba fue construida en 1954.
- El río solo mantiene su agua entre los meses de enero y marzo. El resto del año se abastece con las aguas subterráneas.
- Existen siete embalses a 180 km aguas arriba, con una capacidad total de 104 × 106 m<sup>3</sup>. El agua se almacena entre enero y julio y se descarga a partir de agosto.
- Según el presidente de la asociación de agua, el desbordamiento del Río Matagente ya era un problema hace más de 20 años desde que él vive en la zona. El lecho continúa elevándose a un ritmo de 4 y 5 metros en los últimos 50 años. se construyó el dique para controlar el desbordamiento.
- El problema se produce anualmente desde diciembre hasta finales de marzo. Ocurren aproximadamente diez inundaciones de 5 ó 6 horas (máximo 12 horas) todos los años. Cuando las inundaciones son frecuentes, la obra de derivación se obstruye en un lado, y se desborda el agua.
- Es un río de lecho elevado.
- Toda la zona de la cuenca alta está constituido por área de derrumbe.
- El agua desbordada del río regresa al río a través de los canales locales.



- Algunas veces el agua desbordada de los canales produce inundaciones en el municipio de Chíncha.
  - Los principales cultivos son algodón y uvas.
  - El caudal es medido en la obra de derivación aguas arriba.
- (Otros: Sitios visitados por el Equipo de Estudio)
- Puente Chamorro (Río Matagente)
    - Terminado de construir en 1985
  - Puente Matagente (Río Matagente)
    - Construido para permitir el paso de un caudal de 200 m<sup>3</sup>/s (proyectado inicialmente para 550m<sup>3</sup>/s)
    - Se proyecta alargar el dique hasta la zona anegable aguas abajo.
  - Bocatoma (Río Matagente)
    - La toma de agua se realiza entre enero y marzo.
    - Se toma todo el agua. Este río se agota en esta temporada. Dado que se está tomando el agua de la presa, no es necesario dejar discurrir aguas abajo.
  - Bocatoma del Río Chico (Río Chico)
    - Existe una planta de purificación pero que actualmente no está operando.

(2) Descripción de la visita a los sitios del Estudio

En la Figura 3.1.6-1 se presentan las fotografías de los principales sitios visitados.

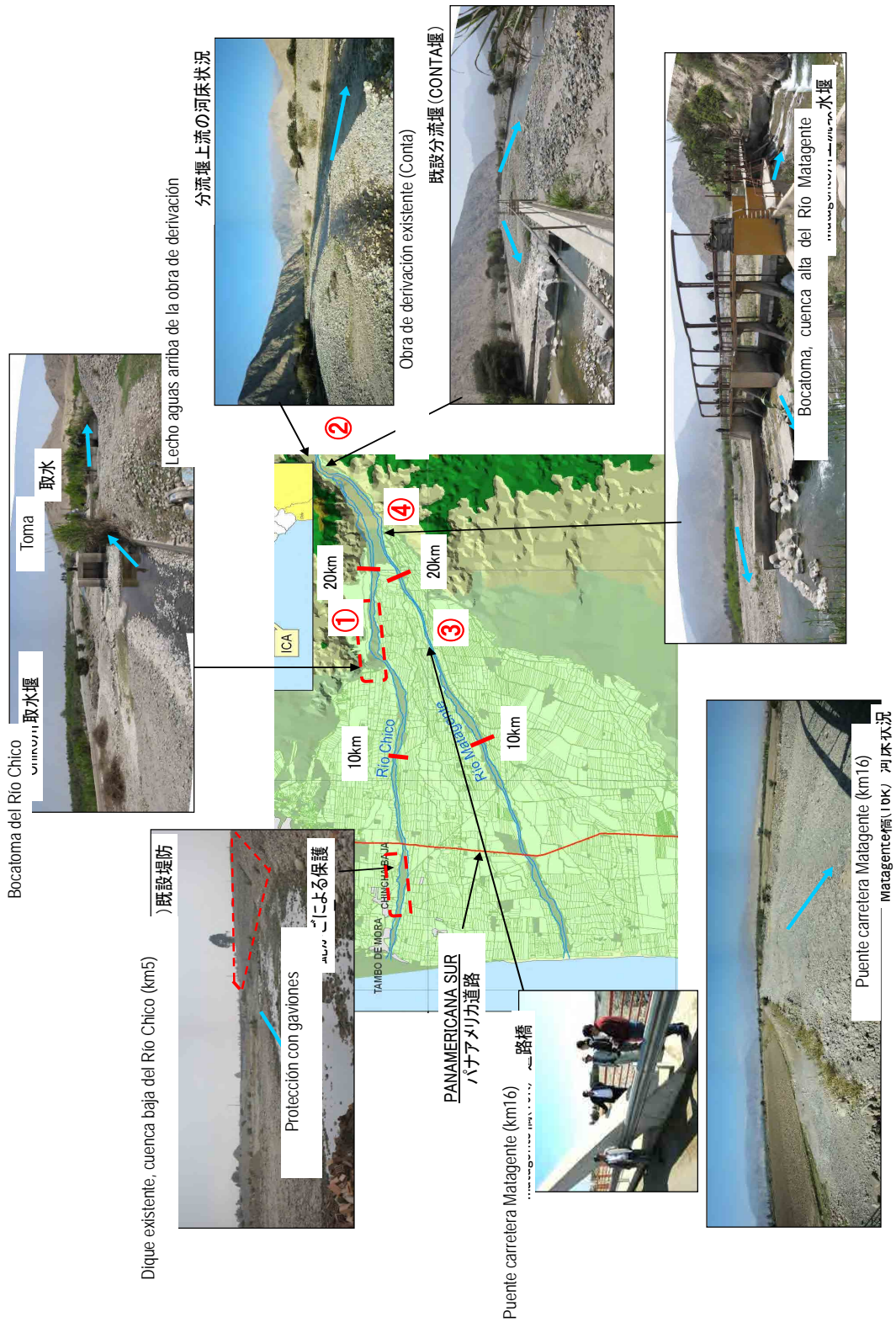


Figura 3.1.6-1 Visita al Sitio del Estudio (Río Chinchá)

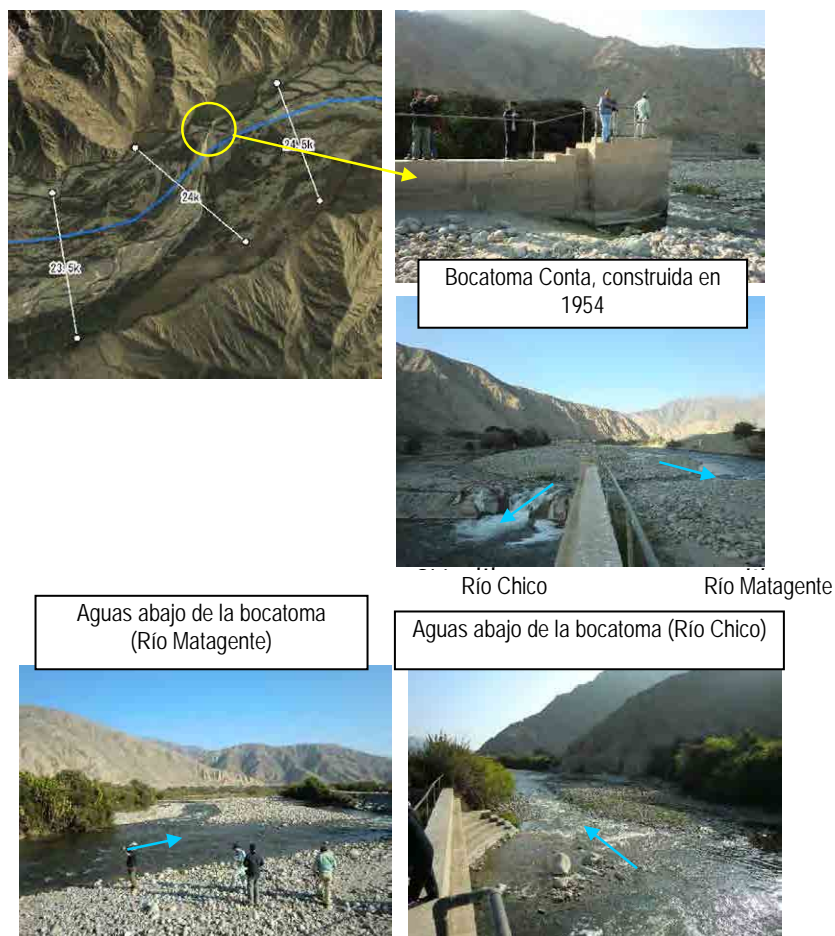
### (3) Desafíos y medidas

A continuación se plantean los desafíos y posibles medidas de solución para el control de inundaciones que se conciben en este momento, con base en los resultados de las visitas técnicas realizadas.

#### a) Desafío 1: Obras de derivación (km 24)

(Dique de Conta: Sistema de derivación natural mediante un dique longitudinal y un dique de desbordamiento libre. No hay documentos referenciales, como planos, etc.)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> <li>El problema se produce anualmente desde diciembre hasta finales de marzo. Ocurren aproximadamente diez inundaciones de 5 a 12 horas. El caudal máximo en el evento de El Niño alcanzó el orden de 1.200 m<sup>3</sup>/s.</li> <li>Según el diseño, el agua del Río debe ser derivada con una relación de 1:1, y esta relación se desproporciona cuando ocurren frecuentes crecidas provocando desbordamiento aguas abajo.</li> </ul>
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tierras de cultivo de la cuenca baja (principales cultivos: algodón y uvas)</li> <li>Área urbana de Chíncha</li> </ul>
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rehabilitar instalaciones destruidas, reforzar los diques existentes</li> <li>Extender el dique longitudinal aguas arriba de la bocatoma.</li> <li>Rehabilitación de los canales aguas arriba de la bocatoma.</li> <li>Resulta difícil adoptar la idea de controlar el caudal mediante compuertas, etc., desde el punto de vista de mantenimiento y del costo de obras.</li> </ul>



**Figura 3.1.6-2 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 1 (Río Chíncha)**

**Desafío 2: Bocatoma (km21 de Matagente)**

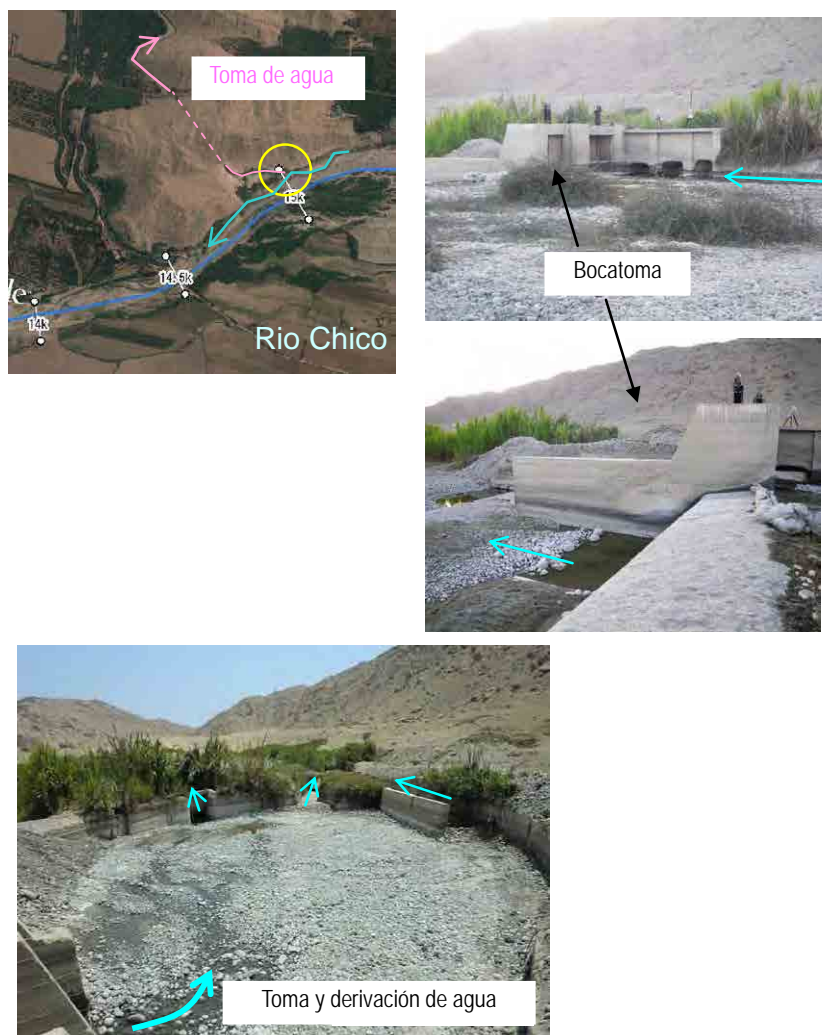
Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La toma de agua se realiza entre enero y marzo. La obra fue construida en 1936.</li> <li>• Es una de las bocatomas más importantes de la zona.</li> <li>• El delantal de la bocatoma se encuentra gravemente destruido, pudiendo destruir la misma presa de no tomarse medidas adecuadas.</li> </ul>
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierras de cultivo de la cuenca baja (principales cultivos: algodón y uvas)</li> </ul>
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactar el lecho inmediatamente aguas debajo de la bocatoma deteriorada, reparar el dique longitudinal aguas arriba y rehabilitar (reforzar) dique existente.</li> </ul>



**Figura 3.1.6-3 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 2 (Río Chíncha)**

**b) Desafío 3: Bocatoma (km 15 del Río Chico)**

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La toma de agua se realiza entre enero y marzo. La obra fue construida en 1936.</li> <li>• Se ha desbordado el agua de la margen izquierda en el pasado.</li> <li>• El ancho del canal se reduce en la cercanía de la bocatoma, concentrando las crecidas en este punto.</li> <li>• La estructura actual favorece la sedimentación dentro de las instalaciones de distribución y de los canales. De no tomarse medidas apropiadas, se dejaría de suministrar el agua.</li> </ul>
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierras de cultivo de la cuenca baja (principales cultivos: algodón y uvas)</li> </ul>
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rehabilitación del dique existente (reparación y refuerzo de las partes deterioradas de la presa)</li> <li>• Escurrimiento estable de las crecidas mediante ampliación y rehabilitación de los canales.</li> </ul>



**Figura 3.1.6-4 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 3 (Río Chíncha)**

### 3.1.7 Situación actual de la vegetación y reforestación

#### (1) Vegetación actual

La más reciente información sobre la distribución de la cobertura vegetal en el Perú es la del estudio realizado por FAO en 2005, en cooperación con INRENA. Concretamente es el Mapa Forestal 1995 elaborado por la Dirección General Forestal del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)<sup>1</sup> y sus aclaratorias. Asimismo, en la década de los setenta, la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) del Instituto Nacional de Planificación elaboró el Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa proporcionando la zonificación según las características naturales y su vegetación.

De acuerdo con el Mapa Forestal 1995 y sus aclaratorias, la Cuenca del Río Chíncha se extiende desde las costas hasta la región andina, presentando diferentes coberturas vegetales según las altitudes. Desde la costa hasta 2.500 msnm (Cu, Dc) se caracteriza por su escasa vegetación. Salvo las orillas de los ríos se extienden zonas principalmente de herbáceos y cactus o sin vegetación. En las zonas algo más altas, apenas se distribuyen en forma dispersa los matorrales. Entre 2.500 y 3.500 msnm se desarrollan los matorrales gracias a las precipitaciones que ocurren en estas zonas. Más allá, vuelven a desaparecer la vegetación debido a las bajas temperaturas y se extienden las zonas principalmente de herbáceos. Aún en los matorrales, la altura máxima de los árboles es de 4 metros aproximadamente. Sin embargo, en las orillas de los ríos se desarrollan árboles altos incluso en las zonas áridas.

**Tabla 3.1.7-1 Lista de las formaciones vegetales representativas de la Cuenca del Río Chíncha**

Clasificación	Denominación	Altitudes	Precipitaciones	Vegetación representativa
1) Cu	Áreas cultivadas de la Región Costera	Región costera	Casi nula	Áreas cultivadas a lo largo de los ríos
2) Dc	Desierto costero	Entre 0 y 1.500m	Casi nula, con algunas zonas con frecuentes neblinas	Casi nula, excepto hierbas en la zona con frecuentes neblinas
3) Ms	Matorral seco	Entre 1.500 y 3.900m	Entre 120 y 220mm	Cactus e hierbas
4) Msh	Matorral subhúmedo con desarrollo de herbáceo	Centro norte, entre 2.900 y 3.500 msnm Región andina, entre 2.000 y 3.700 msnm	Entre 220 y 1.000 mm	Especies siempreverdes con menos de 4 m de altura.
5) Mh	Matorral húmedo	Norte, entre 2.500 y 3.400 msnm Sur, entre 3.000 y 3.900 msnm	Entre 500 y 2.000 mm	Especies siempreverdes con menos de 4 m de altura.
6) Cp	Césped de puna	3.800 msnm	(Sin datos)	Hierbas gramíneas
7) Pj	Pajonal	Entre 3.200 y 3.300 m Centro sur , hasta 3.800 mm	En la zona lluviosa del sur: menos de 125 mm Vertiente este: más de 4.000 mm	Hierbas gramíneas
8) N	Nevada		—	—

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA con base en el Mapa Forestal 1995.

<sup>1</sup> Posteriormente, INRENA ha sido disuelto y sus funciones han sido asumidas actualmente por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre.

## (2) Superficie de las formaciones vegetales

En el presente Estudio se determinó el porcentaje de la superficie que ocupa cada formación vegetal frente a la superficie total de la cuenca, sobreponiendo los resultados del estudio de INRENA de 1995 al GIS (véase las Tablas 3.1.7-2 y las Figuras 3.1.7-1). Luego, se calculó la suma de las superficies de cada zona de vida ecológica, distinguiendo el desierto costero (Cu, Dc), matorral seco (Ms), matorrales (Msh, Mh), y el pajonal/césped de puna (Cp, Pj). En la Tabla 3.1.7-3 se muestra el porcentaje de cada zona de vida ecológica frente a la superficie total de cada cuenca. Se observa que el desierto ocupa un 30 % del total, el matorral seco entre 10 y 20 % y el pajonal/césped de puna entre 30 y 50 %. Los matorrales ocupan entre 10 y 20 %. Los matorrales se distribuyen en zonas de condiciones sumamente desfavorables para el desarrollo de bosques densos, razón por la que la superficie de los matorrales en sí tampoco es extensa. De esta manera se deduce que son considerablemente severas las condiciones naturales en la cuenca del Río Chíncha. En particular, las bajas precipitaciones, el suelo poco fértil y la pendiente acentuada son los factores de limitación para el crecimiento de la vegetación, sobre todo de especies arbóreas altas.

**Tabla 3.1.7-2 Superficie de las formaciones vegetales frente a la superficie de la cuenca (Cuenca del Río Chíncha)**

Cuencas	Cobertura vegetal								
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	Pj	N	Total
(Superficie de la cobertura vegetal: hectáreas)									
Cuenca Río Chíncha	169,98	1.010,29	642,53	365,18	0,00	854,74	261,17	0,00	3.303,89
(Porcentaje frente a la superficie de la cuenca: %)									
Cuenca Río Chíncha	5,1	30,6	19,4	11,1	0,0	25,9	7,9	0,0	100,0

(Fuente: Preparado por el Equipo de Estudio de JICA con base en el informe de INRENA 1995)

**Tabla 3.1.7-3 Porcentaje de las zonas de vida ecológicas frente a la superficie de la cuenca (Cuenca del Río Chíncha)**

Cuencas	Zonas de vida ecológica					Total
	Desiertos, etc. (Cu, Dc)	Matorrales secos (Ms)	Matorrales (Msh, Mh)	Césped y pajonales (Cp, Pj)	Nevada (N)	
(Porcentaje frente a la superficie de la cuenca: %)						
Chíncha	35,7	19,4	11,1	33,8	0,0	100,0

(Fuente: Preparado por el Equipo de Estudio de JICA con base en el informe de INRENA 1995)

## (3) Variación de la superficie forestal

Hasta ahora no se ha realizado un estudio detallado sobre la variación de la superficie forestal en el Perú. Sin embargo, en el Plan Nacional de Reforestación Perú 2005 – 2024 (Anexo 2) del INRENA, aparece la superficie forestal desaparecida según departamentos hasta el año 2005. En lo que respecta a las regiones incluidas en el presente Estudio (Arequipa, Ayacucho, Huancavelica, Ica, Lima, Piura), la información referida solo cubre una parte. En la Tabla 3.1.7-4 se presenta la superficie forestal desaparecida (total acumulado) de las regiones correspondientes. No existen los datos correspondientes al Departamento de Ica.

**Tabla 3.1.7-4 Superficie forestal perdida hasta 2005**

Departamentos	Superficie (ha)	Superficie forestal pérdida acumulada (ha) y porcentaje de la superficie perdida frente a la superficie departamental	Uso posterior a la corta	
			Superficie subutilizada (ha)	Superficie utilizada (ha)
Ica	2.093.457	-	-	-

(Fuente: Plan Nacional de Reforestación, INRENA, 2005)

Se analizó la variación de las formaciones vegetales según cuencas, sobreponiendo los datos del estudio del FAO realizado en 2005 (elaborados a partir de las imágenes de satélite de 2000) y los resultados del estudio de INRENA de 1995 (elaborados con base en las imágenes de satélite de 1995). (Véase la Tabla 3.1.7-5).

Al analizar la variación de la superficie de cada formación vegetal, se observa que se han reducido la vegetación de las s zonas áridas (desierto y cactus: Cu, Dc y Ms) y aumentaron los matorrales (Msh, Mh) y la Césped y Pajonal (Cp y Pj).

**Tabla 3.1.7-5 Variación de las formaciones vegetales entre 1995 y 2000**

Cuencas	Formaciones vegetales								
	Cu		Cu		Cu		Cu		Cu
(Superficie de la cobertura vegetal: hectáreas)									
Chíncha	-5,09	-19,37	-95,91	86,85	3,55	-5,54	35,51	—	3.303,89
Superficie actual (b)	169,98	1.010,29	642,53	365,18	0,00	854,74	261,17	0,00	3.303,89
Porcentaje frente a la superficie actual (a/b) %	-3,0	-1,9	-14,9	+23,78	—	-0,6	+13,6	—	

(Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA con base en los estudios realizados por INRENA (1995), y FAO (2005))

#### **(4) Situación actual de la reforestación**

Tal como se indicó anteriormente, las condiciones climáticas de la cuenca del Río Chíncha no favorecen el desarrollo de especies arbóreas altas, por lo que casi no se distribuye la vegetación natural, salvo en las orillas de los ríos donde la napa freática está a poca profundidad.

De esta manera, debido a la dificultad de encontrar áreas aptas para el desarrollo de los árboles, no se han realizado hasta ahora grandes proyectos de reforestación en estas áreas objeto del presente Estudio. Al menos, no se conoce ningún proyecto de reforestación con fines comerciales.

En las cuencas baja y media, se plantan los árboles principalmente para tres objetivos: i) reforestación a lo largo del río para la prevención de desastres; ii) para proteger las tierras agrícolas de los vientos y arena; y, iii) como cercos perimetrales de las viviendas. En todo caso, la superficie es sumamente reducida. La especie más plantada es eucalipto, y le sigue Casuarinaceae. Es muy poco común el uso de especies nativas. Por otro lado, en la zona altoandina, se realizan la reforestación para la producción de leñas, protección de las tierras agrícolas (contra el frío y la entrada del ganado), y para la protección de las áreas de recarga de acuíferos. Las especies plantadas son en su mayoría eucalipto y pino. Muchos de los proyectos de reforestación en la zona altoandina han sido ejecutados en el marco del



programa de PRNAMACHIS (actualmente, AGRORURAL). Dicho programa consiste en la entrega de plántones a la comunidad por AGRORURAL, los cuales son plantados y manejados por los productores. Existe también un programa de reforestación implementado por el gobierno regional, pero de magnitud reducida. En este caso, el programa establece que la necesidad de lograr el consenso de la comunidad para la selección de las áreas a reforestar. Sin embargo, por lo general, la mayoría de los agricultores quieren tener mayor extensión de tierra para cultivar, y se demora en lograr el consenso para emprender la reforestación. Otro factor de limitación es el clima frío en las altitudes de 3.800 msnm o más. En general, casi no se ha podido recolectar información sobre los proyectos de reforestación ejecutados hasta la fecha, ya que los archivos no estaban disponibles debido al proceso de la reforma institucional.

En el Plan Nacional de Reforestación (INRENA, 2005) aparece los datos de la reforestación realizada entre 1994 y 2003 según departamentos (antigua división administrativa). Se extrajeron los datos de los antiguos departamentos que se incluyen en el presente Estudio (Tabla 3.1.7-6). Se observa que la superficie reforestada aumentó en 1994, para luego decrecer drásticamente. Ica se ubica en la zona costera donde las precipitaciones son extremadamente reducidas y, por lo tanto, hay pocas zonas apropiadas para la reforestación, además que su demanda tampoco es alta.

**Tabla 3.1.7-6 Reforestación ejecutada entre 1994 y 2003**

(Unidad: ha)

Departamentos	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Ica	2.213	20	159	159	89	29	61	15	4	1	2.750

Fuente: Plan Nacional de Reforestación, INRENA, 2005

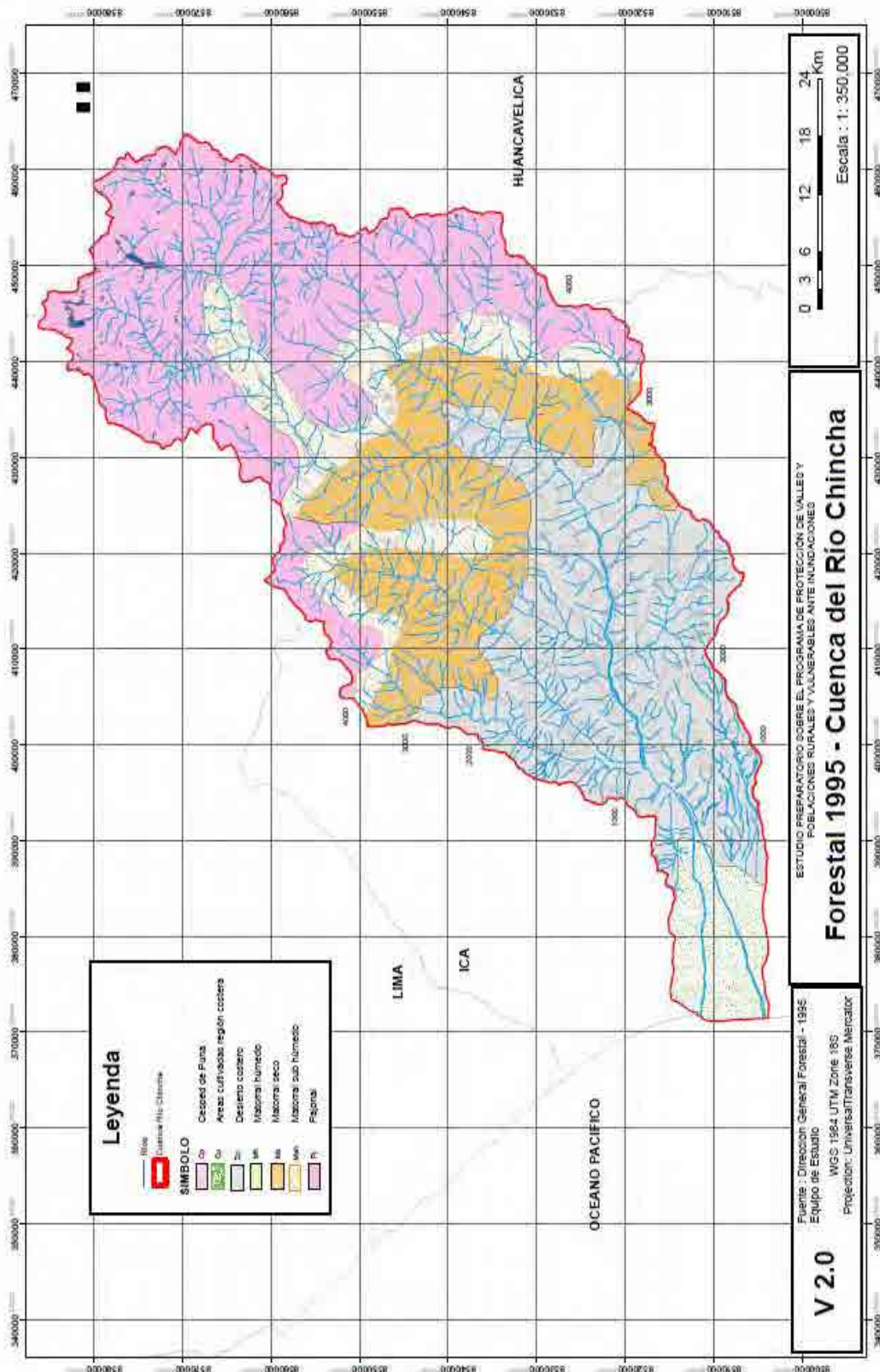


Figura 3.1.7-1 Mapa forestal de la Cuenca del Río Chincha

### 3.1.8 Situación actual de la erosión del suelo

(1) Recolección de información y elaboración de datos básicos

1) Recolección de información

En el presente Estudio se recolectaron los datos e informaciones que se indican en la siguiente Tabla 3.1.8-1 con el fin de conocer la situación actual de la producción de sedimentos dentro del Área del Estudio.

**Tabla 3.1.8-1 Lista de informaciones recolectadas**

	Formatos	Elaborado por:
Mapa topográfico (Escala 1/50.000)	Shp	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
Mapa topográfico (Escala 1/100.000)	Shp,dxf	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
Mapa geológico (Escala 1/250.000)	SHP	Geologic data systems
Mapa geológico (Escala 1/100.000)	Shock Wave	INGEMMET
Datos de malla de 30 m	Text	NASA
Datos de los ríos	SHP	ANA
Datos de las cuencas	SHP	ANA
Mapa de riesgo potencial de erosión	SHP	ANA
Mapa de suelos	SHP	INRENA
Mapa de cobertura vegetal	SHP 2000 PDF 1995	DGFFS
Datos de precipitación	Text	Senami

2) Elaboración de datos básicos

Se elaboraron los siguientes datos utilizando los materiales recolectados. Los detalles se presentan en el Anexo 6.

- Mapa de cuencas hidrográficas (zonificación por valles de tercer orden)
- Mapa de pendiente
- Mapa geológico
- Mapa de erosión y de pendientes
- Mapa de erosión y órdenes de los valles
- Mapa de suelos
- Mapa de isoyetas

(2) Análisis de las causas de la erosión del suelo

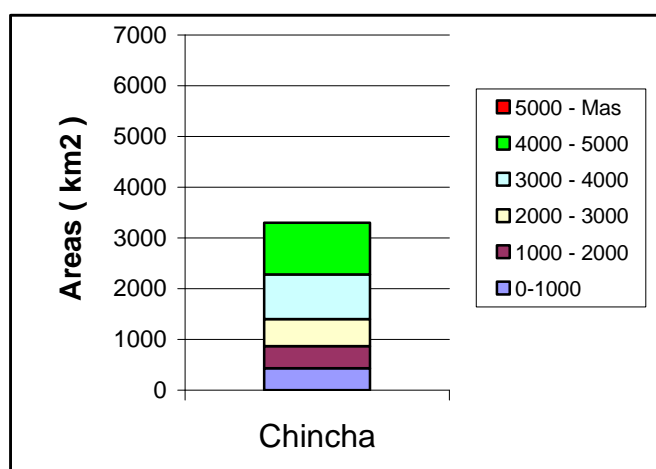
1) Características topográficas

a) Superficie según altitudes

En la Tabla 3.1.8-2 y en la Figura 3.1.8-1 se presenta la superficie según altitudes de la cuenca del Río Chincha.

**Tabla 3.1.8-2 Superficie según altitudes**

Altitud (msnm)	Área ( Km <sup>2</sup> )
	Chíncha
0 – 1000	435,6
1000 – 2000	431,33
2000 – 3000	534,28
3000 – 4000	882,39
4000 – 5000	1019,62
5000 – Más	0,67
TOTAL	3303,89
Altitud máxima	5005,00



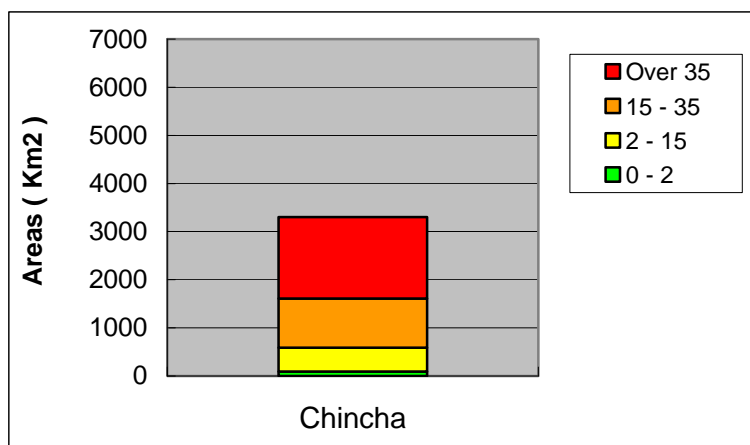
**Figura 3.1.8-1 Superficie según altitudes**

b) Zonificación según pendientes

En la Tabla 3.1.8-3 y en la Figura 3.1.8-2 se muestran las pendientes de la cuenca del Río Chíncha. En Chíncha, las pendientes de más de 35 grados representan más de 50 % de la superficie total de la respectiva cuenca. Cuanto más acentuada sea la topografía, mayor es el volumen de producción de sedimentos. Por lo tanto, se produce más sedimentos en el orden indicado anteriormente.

**Tabla 3.1.8-3 Pendientes y superficie**

Pendiente de la cuenca (%)	Chíncha	
	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje
0 - 2	90,62	3%
2 - 15	499,68	15%
15 - 35	1019,77	31%
Más de 35	1693,82	51%
TOTAL	3303,89	100%



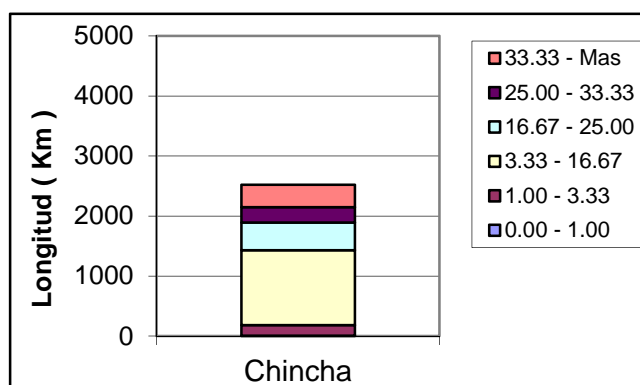
**Figura 3.1.8-2 Pendientes y superficie**

c) Pendiente del lecho

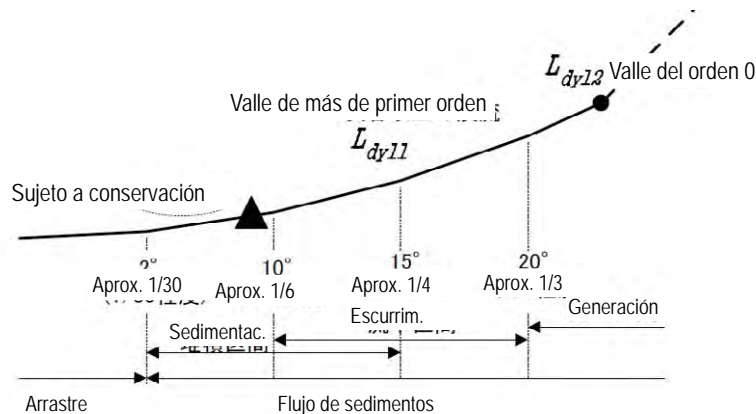
En la Tabla 3.1.8-4 y la Figura 3.1.8-3 se muestran la pendiente de cada uno de los ríos y la longitud de las quebradas incluyendo los tributarios. En la Figura 3.1.8-4 se muestra la relación general del movimiento de los sedimentos y la pendiente del lecho. Se dice que los tramos con más de 33,3 % de inclinación tienden a producir mayor cantidad de sedimentos.

**Tabla 3.1.8-4 Pendiente del lecho y longitud total de la quebrada**

Pendiente del lecho ( % )	Chíncha
0,00 - 1,00	5,08
1,00 - 3,33	177,78
3,33 - 16,67	1250,82
16,67 - 25,00	458,76
25,00 - 33,33	255,98
33,33 - Más	371,8
<b>TOTAL</b>	<b>2520,22</b>



**Figura 3.1.8-3 Pendiente del lecho y longitud total de las quebradas**



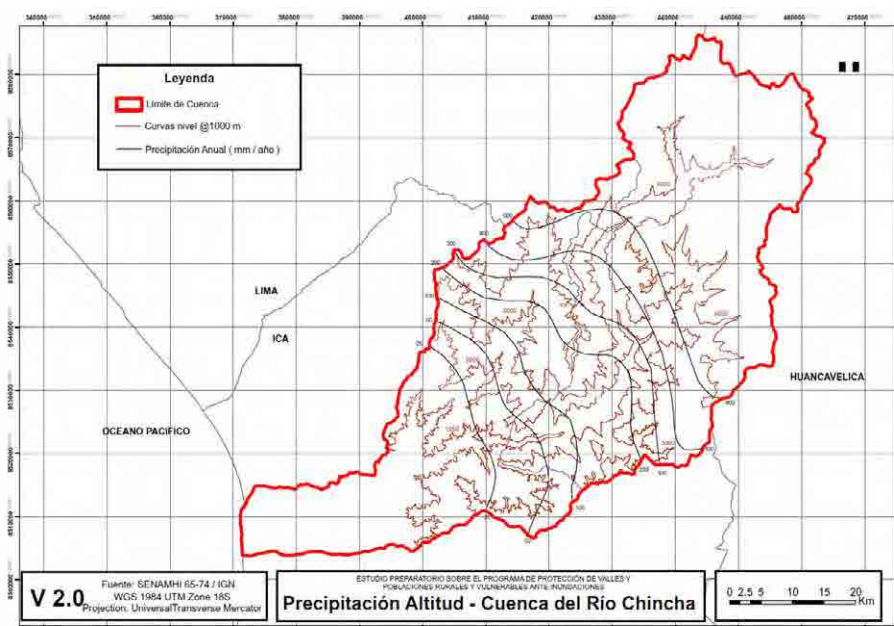
**Figura 3.1.8-4 Pendiente del lecho y patrón de movimiento de sedimentos**

2) Precipitaciones

En el litoral del Pacífico se extiende una zona árida (Costa) de entre 30 y 50 km de ancho y aprox. 3.000 km de largo. Esta región pertenece a la zona de clima Chala donde la temperatura media anual rodea los 20 °C, y casi no llueve a lo largo del año.

Las altitudes entre 2.500 y 3.000 msnm pertenece al clima Quechua, donde presentan precipitaciones anuales entre 200 y 300 mm. Más allá de esta zona, entre las altitudes de 3.500 y 4.500 msnm se extiende una región natural denominada Suni, caracterizada por su esterilidad. Las precipitaciones en esta región ocurren anualmente 700 mm de lluvias.

En la Figura 3.1.8-5 se presenta el mapa de isoyetas (precipitación anual) de la Cuenca del Río Chíncha.



Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio de JICA con base en los datos de SENAMHI

**Figura 3.1.8-5 Mapa de Isoyetas de la Cuenca del Río Chíncha**

Las precipitaciones anuales en el área sujeta al análisis de inundaciones oscilan entre 0 y 25 mm. Las precipitaciones medias anuales en la zona de 4000 msnm de la parte norte oscilan entre 500 y 750 mm.

### 3) Características de la erosión

En la Figura 3.1.8-6 se resumen las características de las cuencas. Las áreas por debajo de los 500 msnm con poca vegetación y precipitaciones reducidas corresponden al “Área A”. Aquí, ocurre poca erosión. Dichas áreas llamadas “Costa”, forman una franja de desierto que alcanza una longitud de 2,414km desde Ecuador por el norte hasta Chile por el sur y se extienden entre la costa pacífica y regiones interiores hasta a una altitud de 500 msnm. Las áreas entre los 1,000 y 4,000 msnm con pendiente acentuado, poca vegetación y baldíos corresponden al “Área B”. Aquí es donde se da mayor intensidad de erosión a pesar de que ocurren pocas lluvias. Estas áreas se llaman Sierra, zona Quechua y zona Suni. La Sierra que representa el 28 % del territorio nacional, comprende desde las áreas a más de 500 msnm de la ladera occidental de los Andes hasta las áreas a 1.500 msnm de la ladera oriental. La zona Quechua (o Quichua) corresponde a zonas templadas a una altitud entre 2.300 y 3.500 msnm. La zona Suni (o Jarca) corresponde a áreas frías a una altitud entre 3.500 y 4.000 msnm. Las áreas por encima de los 4.000 msnm presentan abundantes precipitaciones y baja temperatura. Aquí, las tierras están cubiertas por matorrales adaptados al clima frío, y la pendiente es suave, por lo que ocurre poca erosión. (Área C) El área se llama zona Puna.

En la Tabla 3.1.8-5 se presenta la relación entre el área del Río Chíncha y la altitud según cuencas.

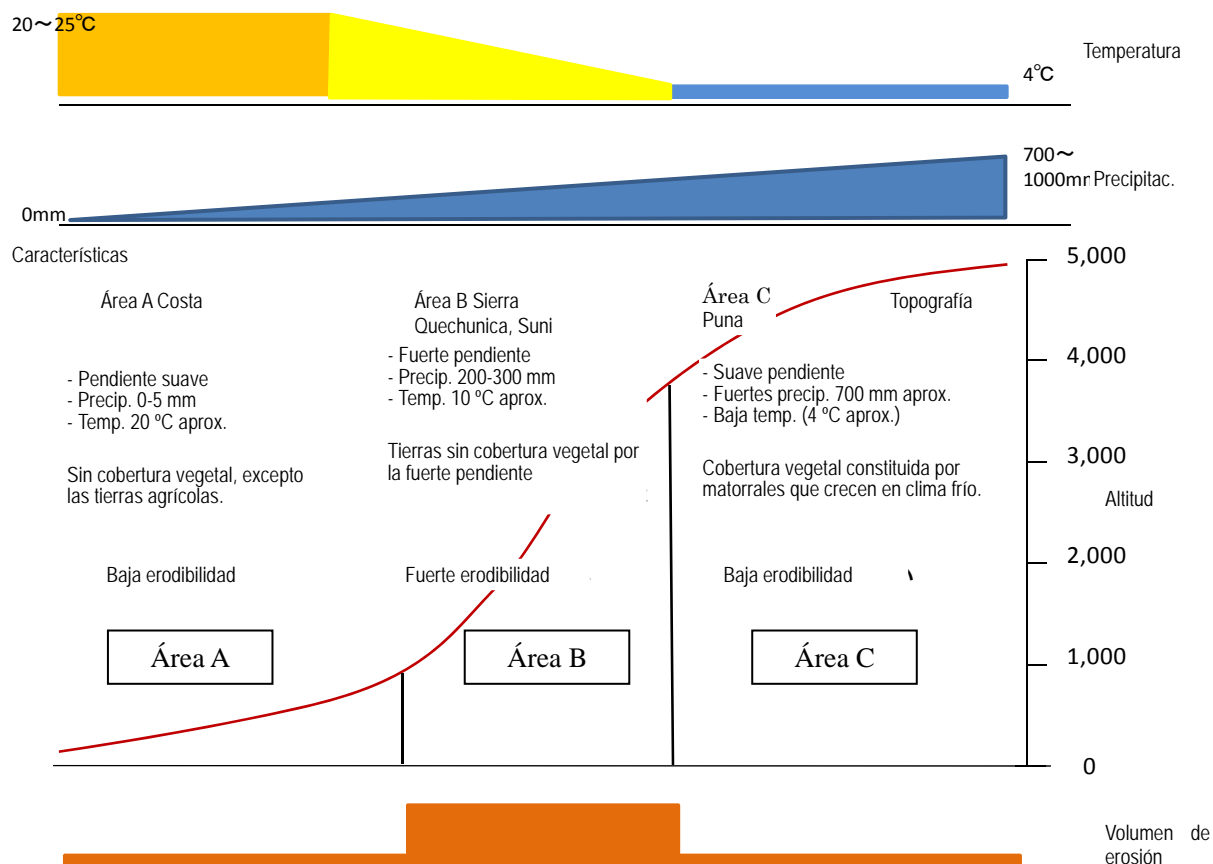


Figura 3.1.8-6 Relación entre el volumen de erosión del suelo y las diferentes causas

Tabla 3.1.8-5 Relación entre las áreas y altitud de cada cuenca

Área	Cuenca Chincha
A	0-1.000
B	1.000-3.500
C	3.500-5.000

(3) Identificación de las zonas más eludibles

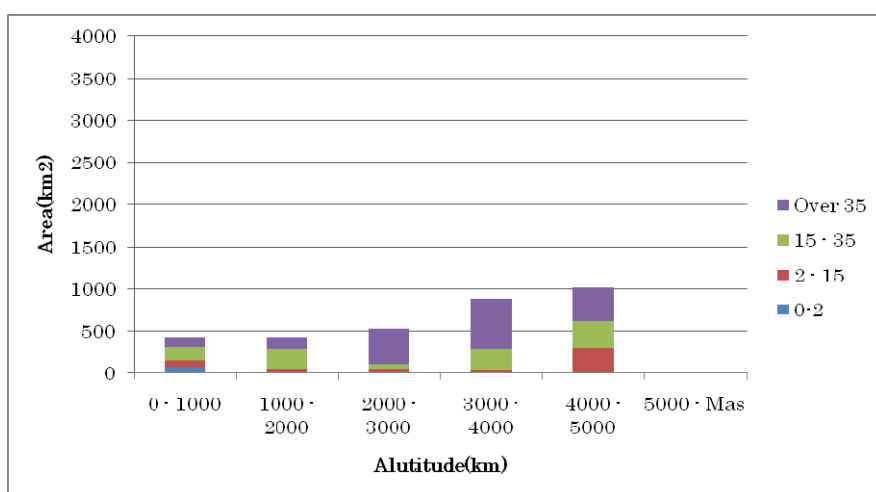
El mapa de erosión preparado por Ana toma en cuenta la geología, pendiente de laderas y precipitaciones. Se dice que la profundidad de erosión depende de la pendiente de laderas, y en este sentido el mapa de erosión y el mapa de pendientes son congruentes. Así, se deduce que las zonas eludibles según el mapa de erosión son donde se produce con mayor frecuencia la erosión dentro de la correspondiente cuenca. A continuación se describen las tendencias según cuencas.

Entre 2.000 y 5.000 msnm se encuentran numerosas laderas con más de 35 grados de inclinación. En particular entre 2.000 y 3.000 msnm, el 79 % de las laderas son de más de 35 grados, y se deduce que estas zonas son susceptibles a ser erosionadas.



**Tabla 3.1.8-6 Pendientes según altitudes del Río Chíncha**

Altitude	Slope				total
	0-2	2 - 15	15 - 35	Over 35	
0 - 1000	78.15	80.09	148.11	129.25	435.6
Ratio	18%	18%	34%	30%	100%
1000 - 2000	0	50	234.91	146.42	431.33
Ratio	0%	12%	54%	34%	100%
2000 - 3000	0	47.83	64.87	421.58	534.28
Ratio	0%	9%	12%	79%	100%
3000 - 4000	0	32.12	256.02	594.25	882.39
Ratio	0%	4%	29%	67%	100%
4000 - 5000	12.47	289.52	315.65	401.98	1019.62
Ratio	1%	28%	31%	39%	100%
5000 - Mas	0	0.12	0.21	0.34	0.67
Ratio	0%	18%	31%	51%	100%
Total	90.62	499.68	1019.77	1693.82	3303.89
Ratio	3%	15%	31%	51%	100%



**Figura 3.1.8-7 Pendientes según altitudes del Río Chíncha**

(4) Producción de sedimentos

1) Resultados del estudio geológico local

- En la ladera de las montañas se observan la formación de depósito de materiales clásticos desprendidos por el derrumbe o por la erosión eólica.
- Los patrones de producción se difieren según la geología de la roca base. Si la roca base es andesítica o basáltica, el mecanismo consiste principalmente en la caída de grandes gravas y fracturación y si es sedimentaria, en la erosión aérea y el movimiento lento de arena fina (véase la Figura 3.1.8-8 y Figura 3.1.8-9).
- No se observa vegetación enraizada (Figura 3.1.8-10) probablemente por el movimiento lento de sedimentos en tiempo ordinario. En las diaclasas de la capa de roca andesítica, etc. donde ocurre poco movimiento de sedimentos, se ha observado el desarrollo de algas y cactus.
- En casi todos los cauces se observó la formación de las terrazas bajas. En estos lugares, los sedimentos arrastrados de las laderas no entran directamente al cauce, sino que se depositan sobre la terraza. Por este motivo, la mayor parte de los sedimentos que entran al río, probablemente sean aportados por los depósitos de las terrazas erosionados o sedimentos

acumulados debido a la alteración del lecho (véase la Figura 3.1.8-11).

- En la cuenca alta se observaron menos terrazas y los sedimentos arrastrados de las laderas entran directamente al río, aunque su cantidad es sumamente reducida.



**Figura 3.1.8-8** Tierras andesíticas y basálticas derrumbadas



**Figura 3.1.8-9** Producción de sedimentos de las rocas sedimentarias



**Figura 3.1.8-10** Invasión de cactus



**Figura 3.1.8-11 Movimiento de los sedimentos en el cauce**

2) Movimiento de los sedimentos (en el cauce)

En las quebradas se desarrollan las terrazas. El pie de estas terrazas se contactan directamente con los canales y desde estos lugares los sedimentos vuelven a ser arrastrados y transportados con un caudal ordinario (incluyendo pequeñas y medianas crecidas en la época de lluvias).

3) Proyección de la producción y arrastre de sedimentos

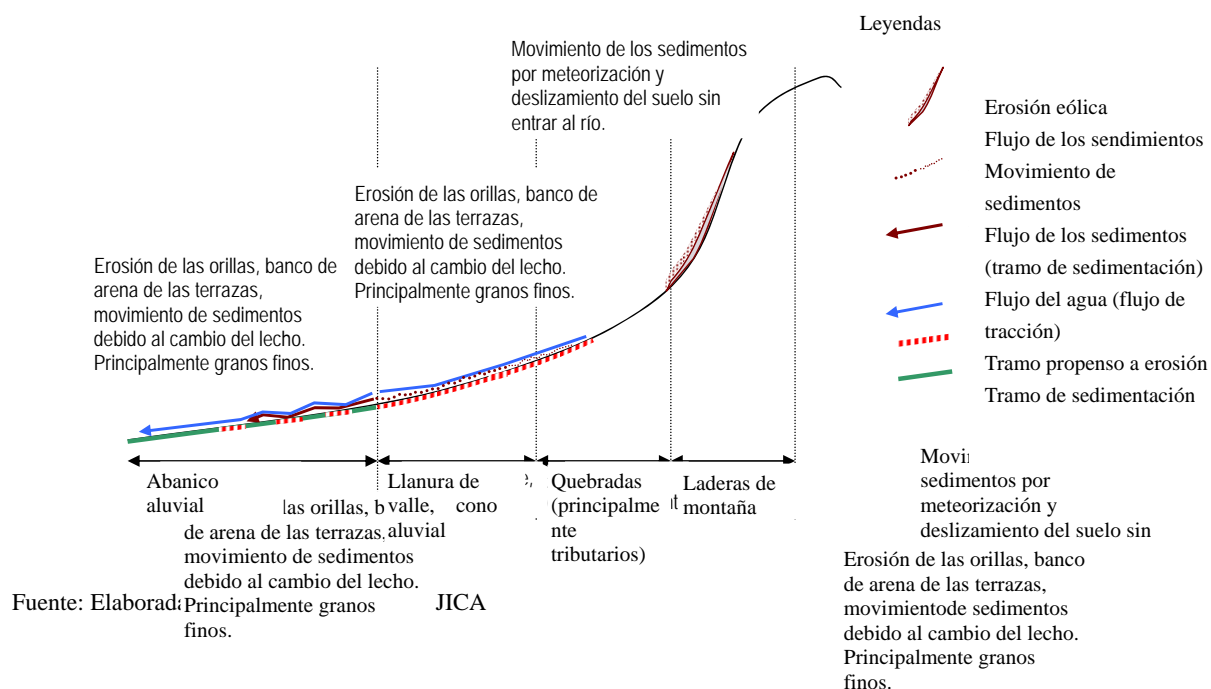
Se prevé que la cantidad de producción y arrastre de sedimentos varía dependiendo de la magnitud de los factores como las precipitaciones, caudal, etc.

Dado que no se ha realizado un levantamiento secuencial cuantitativo, ni un estudio comparativo, aquí se presentan algunas observaciones cualitativas para un año ordinario, para cuando se ocurren las precipitaciones con período de retorno de 50 años y las que producen el flujo de sedimentos desde los tributarios.

**(i) Un año ordinario**

En la Figura 3.1.8-12 se presentan los datos de producción y descarga de sedimentos en tiempo ordinario.

- Casi no se producen los sedimentos desde las laderas.
- Los sedimentos se producen por el choque de la corriente de agua contra el depósito de sedimentos desprendidos de las laderas y depositados al pie de las terrazas.
- Se considera que el arrastre de sedimentos se produce por el siguiente mecanismo: los sedimentos acumulados en los bancos de arena dentro del cauce son empujados y transportados aguas abajo por el cambio del cauce durante las crecidas pequeñas (véase la Figura 3.1.8-12).

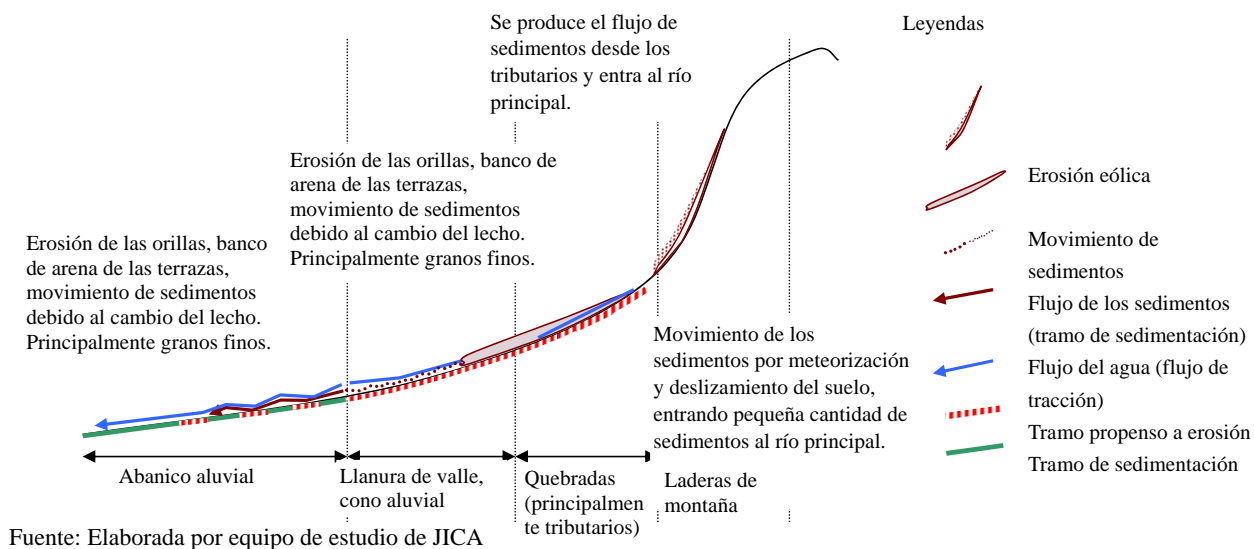


**Figura 3.1.8-12 Producción y arrastre de sedimentos en un año ordinario**

**(ii) Cuando ocurren lluvias torrenciales de similar magnitud a El Niño (período de retorno de 50 años)**

De acuerdo con las entrevistas realizadas en la localidad, cada vez que ocurre el fenómeno de El Niño se produce el flujo de sedimentos en los tributarios. Sin embargo, dado que el cauce tiene suficiente capacidad para regular los sedimentos, la influencia en la cuenca baja es reducida.

- El flujo de sedimentos desde los tributarios llega a entrar al río principal.
- Dado que el cauce tiene suficiente capacidad para regular los sedimentos, la influencia en la cuenca baja es reducida.



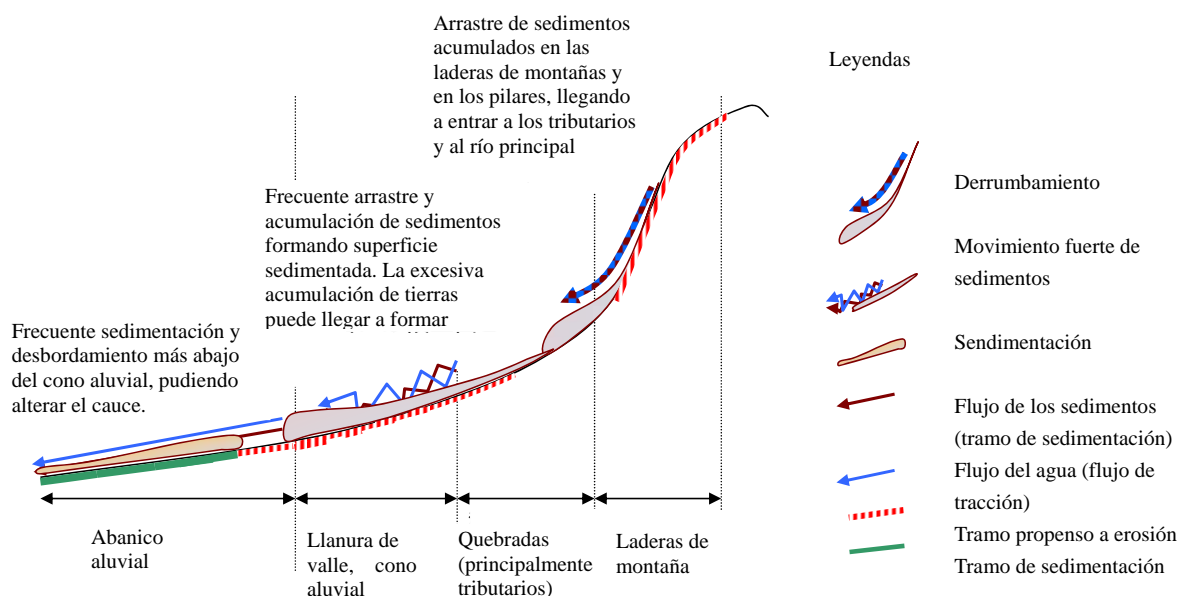
**Figura 3.1.8-13 Producción y arrastre de sedimentos durante las lluvias torrenciales con un período de retorno de 50 años**

**(iii) Crecidas de enorme magnitud (que puedan dar lugar a la formación de terrazas similares a las existentes actualmente), con un período de retorno de varios miles de años.**

En la región de Costa, las precipitaciones diarias con un periodo de retorno de más de 100 años son de aproximadamente 50 mm, por lo que actualmente muy raras veces se producen el movimiento de tierras arrastras por el agua. Sin embargo, precisamente por tener pocas lluvias, ordinariamente, una vez ocurridas las lluvias torrenciales, existe un alto potencial de arrastre de sedimentos por las aguas.

Si suponemos que ocurren lluvias con un periodo de retorno de más de varios miles de años, se estima que se generaría la siguiente situación (véase la Figura 3.1.8-14). La frecuencia de grandes crecidas se estimó en miles de años suponiendo que se coincide con el ciclo de calentamiento-enfriamiento a nivel global

- Arrastre de sedimentos de las laderas, por la cantidad congruente con la cantidad de agua.
- Arrastre de sedimentos excedentes desde el talud y pie de las laderas por la cantidad congruente con la cantidad de agua, provocando movimiento de tierras que puedan bloquear las quebradas o cauces.
- Destrucción de las presas naturales de los cauces bloqueados por los sedimentos, flujo de sedimentos por la destrucción de bancos de arena.
- Formación de terrazas y aumento de sedimentos en los cauces en la cuenca baja debido a la entrada de gran cantidad de sedimentos.
- Desbordamiento de agua en el tramo entre el cono aluvial y las secciones críticas, que puede alterar el cauce.

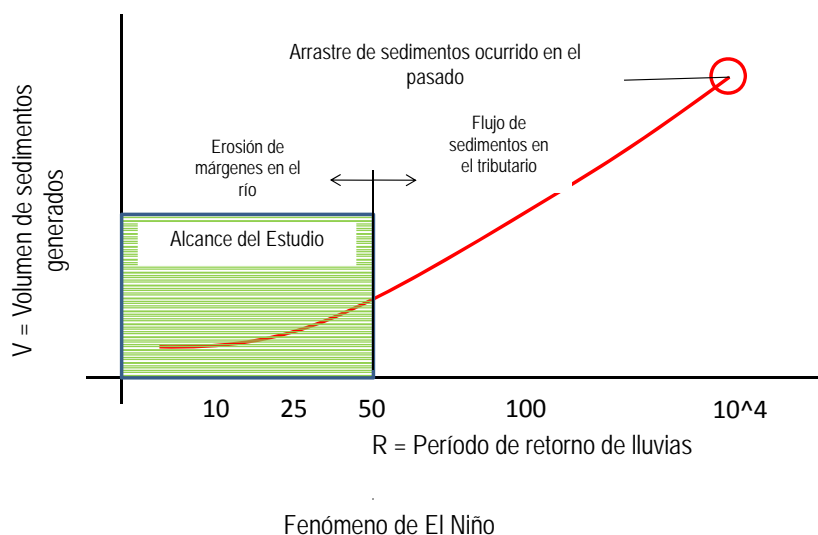


**Figura 3.1.8-14 Producción de sedimentos en grandes crecidas (escala geológica)**

Fuente: Elaborada por equipo de estudio de JICA

### (5) Alcance del presente Estudio

El alcance del presente Estudio está enfocado a las precipitaciones con un período de retorno de 50 años, tal como se indica en la siguiente Figura, lo cual equivale a precipitaciones que producen el flujo de sedimentos desde los tributarios.



**Figura 3.1.8-15 Relación entre Producción de sedimentos de sedimentos y Período de retorno de lluvias, y Alcance del presente Estudio**

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio

### 3.1.9 Precipitaciones

A continuación se describe el análisis de descarga en las áreas objeto del estudio. Para los detalles del análisis meteorológico/hidrológico y de descarga véase el Anexo-1: Análisis meteorológico/hidrológico y de descarga.

#### 3.1.9.1 Datos de precipitaciones

Tuvimos conocimiento de la situación del monitoreo pluvial que son datos a utilizar en el análisis de descarga en el área objeto del estudio y recopilamos y pusimos en orden los datos de precipitaciones necesarios para dicho análisis. Los datos de precipitaciones fueron obtenidos principalmente de SENAMHI. Casi todas las estaciones de monitoreo pertenecen a SENAMHI. Las estaciones objeto no cuentan con el monitoreo automático, sino con un monitoreo periódico manual. Por consiguiente, no existen datos pluviales horarios y todos los datos son de precipitaciones diarias (de 24 horas).

#### 1) Situación del monitoreo pluvial

Las Tablas 3.1.9.1-1 y 3.1.9.1-2 y la Figura 3.1.9.1-1 presentan la ubicación de las estaciones de monitoreo pluvial y el periodo de tomad e datos pluviales. En la cuenca del río Cañete, hasta la fecha se lleva el monitoreo de precipitaciones en 14 estaciones de monitoreo (incluyendo

las inoperativas actualmente), y el periodo más largo de monitoreo es 31 años desde 1980 hasta 2010.

**Tabla 3.1.9.1-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del Río Chíncha)**

NOMBRE DE ESTACION	CODIGO ESTACION	Cuenca	Tipo Estac.	Inicio Func.	Años de Observ.	UBICACION POLITICA			UBIC. GEOGRAFICA			Instituc. Responsable	OBSERVACION
						Dpto	Prov	Dist	Lat	Long	Alt		
CONTA	203501	San Juan	H-Lm	1922	80	Ica	Chíncha	Chíncha Alta	13°27'	75°58'	320	JUNTA USUARIOS	OPERATIVA
FONAGRO	130791	San Juan	MAP	1966	17	Ica	Chíncha	Chíncha Baja	13°28'	76°08'	50	SENAMHI	OPERATIVA
SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA	156114	San Juan	PLU	1966	37	Huancavelica	Castrovirreyna	San Juan	13°12'	75°38'	2150	SENAMHI	OPERATIVA
SAN JUAN DE YANAC	156113	San Juan	PLU	1964	37	Ica	Chíncha	Chavín	13°13'	75°47'	2400	SENAMHI	OPERATIVA
HUACHOS	151503	San Juan	PLU	1960	23	Huancavelica	Castrovirreyna	Huachos	13°14'	75°32'	2680	SENAMHI	OPERATIVA
VILLA DE ARMAS	110641	San Juan	CO	1964	27	Huancavelica	Castrovirreyna	Arma	13°08'	75°32'	3500	SENAMHI	OPERATIVA
SAN PEDRO DE HUACARPANA	156115	San Juan	CO	1964	34	Ica	Chíncha	S.P.Huacarpana	13°03'	75°39'	3680	SENAMHI	OPERATIVA
LAGUNA HUICHINGA	110632	San Juan	PLU	1960	18	Huancavelica	Castrovirreyna	Aurahua	13°02'	75°34"	3480	SENAMHI	PARALIZADA
TANTARA	110633	San Juan	PLU	1960	18	Huancavelica	Castrovirreyna	Tantará	13°14"	75°37"	2890	SENAMHI	PARALIZADA
CHUNCHO	110631	Mantaro	PLU	1945	23	Lima	Yauyos	Tupe	12°45'	75°31'	4695	IRRIG-SAN JNUIAN	PARALIZADA
BERNALES	110650	Pisco	CO	1964	39	Ica	Pisco	Humay	13°45'	75°57'	250	SENAMHI	OPERATIVA
HUANCANO	110639	Pisco	CO	1964	39	Ica	Pisco	Huancano	13°36'	75°37'	1006	SENAMHI	OPERATIVA
TICRAPO	110643	Pisco	PLU	1964	39	Huancavelica	Castrovirreyna	Ticrapo	13°23'	75°26'	2174	SENAMHI	PARALIZADA
TOTORA	110644	Pisco	PLU	1964	39	Huancavelica	Castrovirreyna	Castrovirreyna	13°08'	75°19'	3900	SENAMHI	PARALIZADA

H-lm: Aforo automático MAP: Monitoreo meteorológico para la agricultura

PLU: Monitoreo pluviométrico CO: Monitoreo meteorológico

**Tabla 3.1.9.1-2 Período de toma de datos pluviales (cuenca del Río Chíncha)**

CHINCHA	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
HUACHOS																																
VILLA DE ARMAS																																
CONTA																																
FONAGRO (CHINCHA)																																
SAN JUAN DE YANAC																																
SAN PEDRO DE HUACARPANA																																
SAN PEDRO DE HUACARPANA 2																																
TOTORA																																
TICRAPO																																
COCAS																																

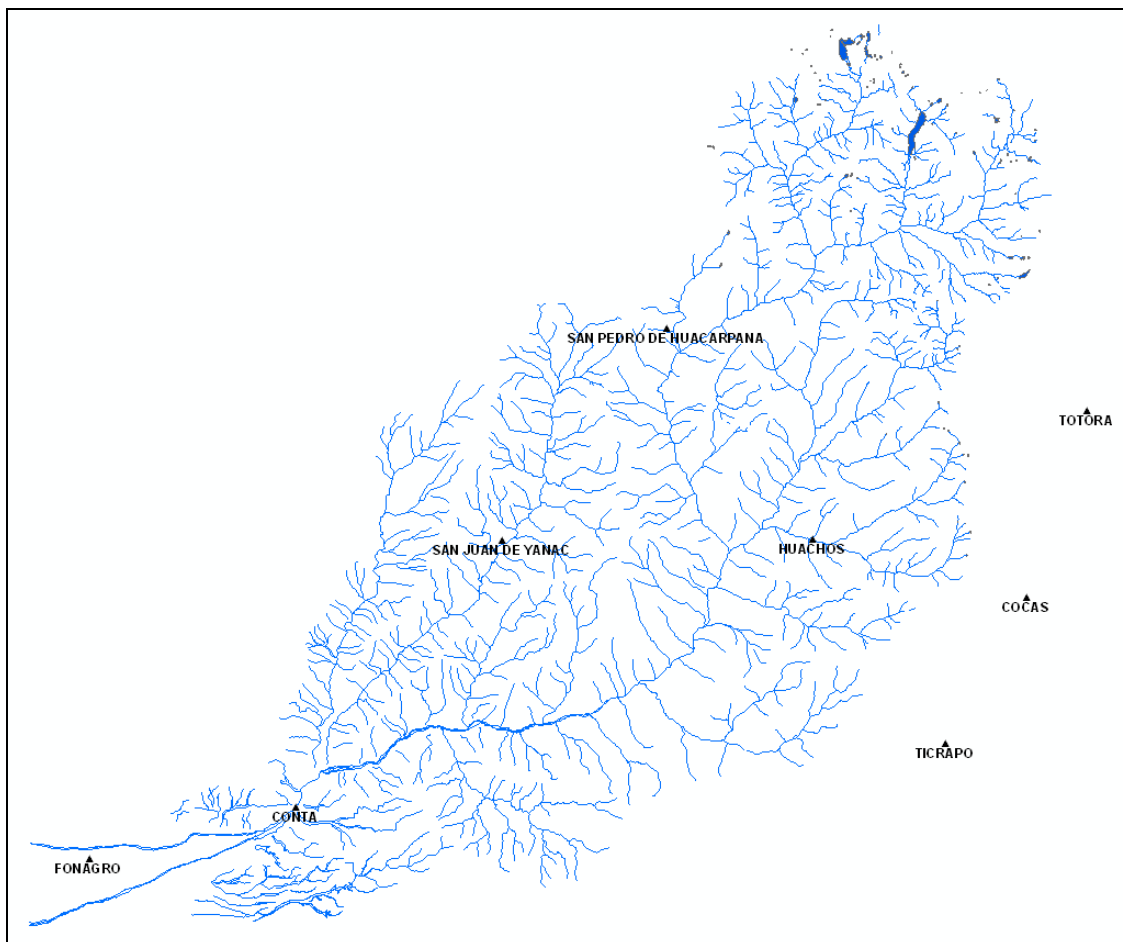


Figura 3.1.9.1-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del Río Chíncha)

(2) Precipitaciones mensuales

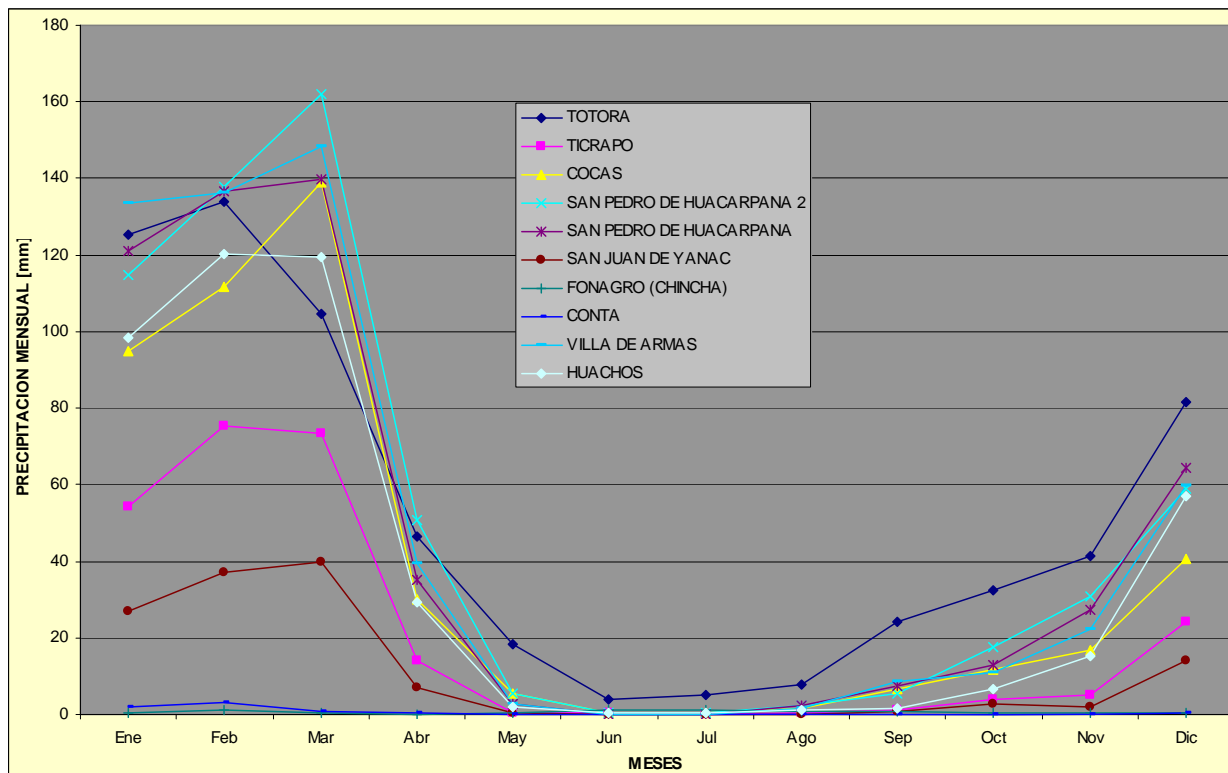
La tabla 3.1.9.1-3 y la Figura 3.1.9.1-2 presentan las precipitaciones medias mensuales de las estaciones de monitoreo pluvial en la cuenca del Río Chíncha y su distribución.

Según la tabla y la figura, las precipitaciones aumentan entre octubre y abril y disminuyen bastante de mayo a septiembre. Las precipitaciones anuales varían de 6.95mm en la estación Conta a 625,95mm en la estación Totora

Tabla 3.1.9.1-3 Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del Río Chíncha y las cuencas cercanas

ESTACION	Mes												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
TOTORA	125,39	133,76	104,56	46,33	18,20	4,07	4,90	7,76	24,24	32,59	41,47	81,67	624,95
TICRAPO	54,24	75,45	73,35	14,10	0,44	0,20	0,03	0,45	0,98	3,99	5,05	24,32	252,60
COCAS	94,93	111,50	138,93	29,87	5,31	0,26	0,36	1,54	6,70	11,83	16,61	40,73	458,57
SAN PEDRO DE HUACARPANA 2	114,93	137,80	161,96	50,64	5,30	0,38	0,23	2,25	5,51	17,68	30,93	58,94	586,56
SAN PEDRO DE HUACARPANA	121,19	136,68	139,80	34,99	2,64	0,00	0,04	2,53	7,24	12,94	27,45	64,52	550,02
CHINCHA DE YANAC	27,03	37,28	39,98	6,97	0,27	0,00	0,10	0,02	0,76	2,81	2,11	14,08	131,41
FONAGRO (CHINCHA)	0,42	1,08	0,34	0,07	0,48	1,23	1,34	0,83	0,68	0,38	0,21	0,56	7,60
CONTA	1,84	3,24	0,81	0,31	0,01	0,03	0,06	0,04	0,05	0,18	0,14	0,24	6,95
VILLA DE ARMAS	133,69	136,26	148,26	39,55	2,82	0,00	0,01	1,57	8,52	10,84	22,17	59,92	563,61
HUACHOS	98,45	120,27	119,57	29,42	1,90	0,23	0,25	1,01	1,73	6,74	15,33	57,08	451,98





**Figura 3.1.9.1-2 Distribución de Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Cañete y las cuencas cercanas**

(3) Precipitaciones de 24 horas máximas/año

La Tabla 3.1.9.1-4 presenta las precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del Río Chíncha

Tabla 3.1.9.1-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del Río Chíncha

Year	TOTORA	TICRAPO	COCAS	SAN PEDRO DE HUACARPANA 2	SAN PEDRO DE HUACARPANA	SAN JUAN DE YANAC	FONAGRO (CHINCHA)	CONTA	VILLA DE ARMAS	HUACHOS
1964		21.5	19.8							
1965	24.0	20.7	21.6	15.0						
1966	15.0	12.6	20.2	5.2						
1967	24.0	24.4	36.0	31.0					59.6	
1968	20.0	10.0		16.0						
1969	22.0	35.8		24.5						
1970	23.0	40.2	22.1	24.5					24.9	
1971	21.0	28.4	29.4	20.0					31.0	
1972	27.0	32.0	30.8	26.0		12.8			29.6	
1973	25.0	44.3	36.8	21.1					42.4	
1974	22.0	14.0	20.6	14.5		8.2			36.0	
1975	19.0	19.5	22.4	22.5		10.3			35.8	
1976	20.0	25.5	21.4	17.0					38.0	
1977	25.0	24.0	20.6	15.0					36.2	
1978	20.0	5.4	14.4	26.0					61.8	
1979	25.0	18.0	27.4	32.0					27.4	
1980	35.0	24.1		19.5					43.0	33.2
1981	29.0	33.0	0.0	32.0					35.2	20.8
1982	29.0	10.9		18.0					30.0	25.8
1983	24.0	30.0							11.8	19.9
1984	37.0	20.8							11.8	29.2
1985	30.0	18.0							20.8	25.5
1986	27.0	26.8		24.0			0.3		20.0	28.5
1987	13.0						0.2		19.0	20.1
1988	25.0			32.0			0.7		20.0	33.5
1989				27.0		6.8	3.0		10.8	19.8
1990				24.0		5.5	2.0		20.0	23.2
1991				33.0					28.0	24.3
1992										
1993				23.0					26.0	
1994				30.0					21.4	26.1
1995				25.0		10.3	2.3		28.4	23.1
1996						0.4	0.9		48.6	25.4
1997					23.6	2.5	0.8		30.4	16.2
1998					25.0	11.3	1.5			38.5
1999					28.0	15.9	6.0			41.6
2000					24.2	14.0	1.5			20.5
2001					24.2	9.7	1.1			23.8
2002					30.0	14.6	1.1			37.0
2003					20.6	9.5	0.5	0.6		15.2
2004					28.7	7.2	1.2	0.4		44.2
2005					16.0	16.5	0.9	1.0		28.6
2006					27.8	37.4	3.2	6.0		25.6
2007					16.0	14.2	1.0	4.0		20.5
2008					22.6	14.7	1.9	0.8		23.8
2009					16.4	15.9	2.2	0.3		
2010						23.8				

(4) Mapa de isoyetas

En la Figura 3.1.9.1-3 se presenta un mapa de isoyetas de la cuenca del Río Chíncha.

En la cuenca del Río Chíncha, las precipitaciones anuales varían considerablemente según la zona, con un mínimo de 25 mm y máximo de 900 mm aproximadamente. Las precipitaciones son menores a medida que se acerca a la cuenca baja y son mayores a medida que se va aumentando las altitudes hacia la cuenca alta.

Las precipitaciones anuales en la cuenca baja donde se tomarán medidas contra inundaciones son de 25mm, que no son grandes.

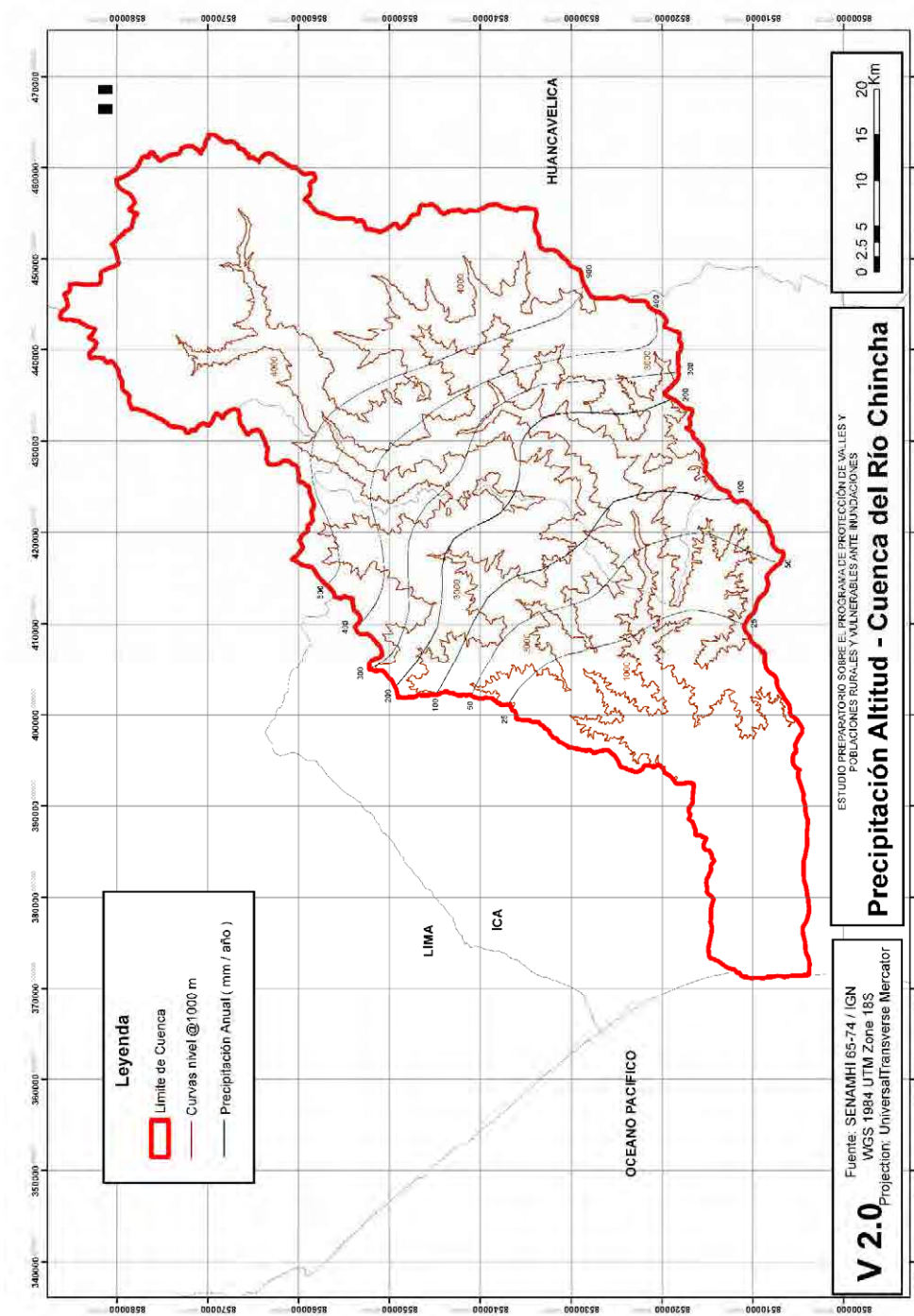


Figura 3.1.9.1-3 Mapa de isoyetas (cuenca del Río Chincha)

### 3.1.9.2 Caudal

Las estaciones de monitoreo de caudal ubicadas en las áreas objeto del estudio no cuentan con el monitoreo automático, sino con un monitoreo periódico manual una vez diaria (7:00 a.m.) o 2 veces diarias (7:00 a.m. y 7:00 p.m.). Por consiguiente, no existen datos pluviales horarios y todos los datos son de precipitaciones diarias (de 24 horas). Tratándose de un monitoreo a las horas fijas, es muy

probable que no se hayan registrado caudales instantáneos máximos como los caudales picos de inundaciones.

El monitoreo de nivel de agua se hace con un indicador del nivel de agua y el valor medido se convierte en el caudal según una fórmula elaborada previamente a partir de los datos del levantamiento transversal fluvial y del aforo.

Los ríos nacen en altiplanos comunicados a los Andes y recorren por abanicos aluviales desembocando en la costa. Las estaciones de monitoreo están ubicadas en la cuenca media y la baja de abanicos aluviales en la costa (véase el mapa de ubicación de estaciones de monitoreo pluvial). Puesto que en la zona costera casi no llueve, se supone que casi no hay entrada del agua desde los afluentes de curso bajo y los datos monitoreados indican precisamente el volumen de descarga de las áreas objeto. Por tanto, es recomendable considerar las estaciones de monitores de caudal ubicadas curso más bajo como puntos de referencia para el análisis de descarga.

(1) Estaciones de monitoreo de caudal

La Tabla 3.1.9.2-1 presenta la ubicación de la estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Cañete. El monitoreo se hace a cargo de SENAMI y la junta de regantes.

**Tabla 3.1.9.2-1 Estación de monitoreo de caudal en la cuenca del Río Chíncha**

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (s.n.m.)
CONTA	13° 27'	75° 58'	320

(2) Caudal diario máximo/año

La Tabla 3.1.9.2-2 presenta el caudal máximo anual en la estación arriba mencionada. El Río Chíncha está dividido en el río Chico y el río Matagente, por lo que el caudal del Río Chíncha es la suma del caudal de ambos ríos.

**Tabla 3.1.9.2-2 Caudal diario máximo/año en la estación CONTA de la cuenca del Río Chíncha**

Años	SENAMHI	Junta de regantes			Caudal adoptado (m³/sec)
	Total	Río Chico	Río Matagente	Total	
1950	155,43	-	-	-	155,43
1951	395,75	-	-	-	395,75
1952	354,00	-	-	-	354,00
1953	1,268,80	-	-	-	1,268,80
1954	664,40	-	-	-	664,40
1955	241,45	-	-	-	241,45
1956	227,83	-	-	-	227,83
1957	226,53	-	-	-	226,53
1958	88,36	35,34	53,02	88,36	88,36
1959	301,42	120,57	180,85	301,42	301,42
1960	245,17	98,07	147,10	245,17	245,17
1961	492,83	197,13	295,69	492,82	492,82
1962	395,06	158,02	237,03	395,05	395,05
1963	337,84	135,14	202,70	337,84	337,84
1964	66,95	26,78	40,17	66,95	66,95
1965	154,12	61,65	92,47	154,12	154,12

1966	139,13	55,65	83,48	139,13	139,13
1967	1,202,58	481,03	721,55	1,202,58	1,202,58
1968	43,92	17,57	26,35	43,92	43,92
1969	72,14	28,86	43,28	72,14	72,14
1970	271,57	108,63	162,94	271,57	271,57
1971	497,84	199,13	298,71	497,84	497,84
1972	784,16	313,66	470,50	784,16	784,16
1973	137,53	55,01	82,52	137,53	137,53
1974	215,66	86,26	129,40	215,66	215,66
1975	246,87	98,75	148,12	246,87	246,87
1976	311,13	124,45	186,68	311,13	311,13
1977	97,10	38,84	58,26	97,10	97,10
1978	33,00	13,20	19,80	33,00	33,00
1979	51,90	20,76	31,14	51,90	51,90
1980	33,70	13,48	20,22	33,70	33,70
1981	83,95	33,58	50,37	83,95	83,95
1982	183,60	73,44	110,16	183,60	183,60
1983	81,20	32,48	48,72	81,20	81,20
1984	292,87	117,15	175,72	292,87	292,87
1985	71,42	51,88	77,82	129,70	129,70
1986	106,26	46,00	69,00	115,00	115,00
1987	-	42,00	63,00	105,00	105,00
1988	-	28,51	42,76	71,27	71,27
1989	-	71,38	107,07	178,45	178,45
1990	24,34	9,74	14,60	24,34	24,34
1991	-	41,00	61,49	102,49	102,49
1992	-	5,95	8,92	14,87	14,87
1993	-	51,73	77,59	129,32	129,32
1994	-	75,61	113,41	189,02	189,02
1995	-	121,47	182,21	303,68	303,68
1996	-	49,85	74,77	124,62	124,62
1997	-	10,60	15,89	26,49	26,49
1998	-	112,00	168,00	280,00	280,00
1999	-	165,74	248,61	414,35	414,35
2000	-	114,93	172,39	287,32	287,32
2001	-	81,72	122,59	204,31	204,31
2002	-	47,65	71,48	119,13	119,13
2003	-	52,38	78,57	130,95	130,95
2004	-	63,73	95,60	159,33	159,33
2005	-	14,24	21,36	35,60	35,60
2006	-	62,48	93,72	156,20	156,20

### **3.1.9.3 Caudal de inundaciones según periodo de retorno basado en el aforo**

Establecidos los puntos de referencia para el análisis de descarga del Río Chíncha en las estaciones de monitoreo de caudal ubicadas cerca de la desembocadura del abanico aluvial, fueron procesados estadísticamente los datos del monitoreo de caudal máximo diario/año y se calculó el caudal de inundaciones con periodos de retorno de 2 a 100 años. Los resultados del cálculo vienen en la Tabla 3.1.9.3-1.

Para el cálculo estadístico hidrológico se empleó los siguientes modelos de distribución de probabilidades y fueron adoptados los valores del modelo de mejor adaptabilidad. Para más detalles

véase el Apéndice del Anexo-1 Análisis Meteorológico, Hidrológico y de Descarga.

- Distribución Normal o Gaussiana
- Log - Normal con 3 parámetros
- Log - Normal con 2 parámetros
- Gamma con 2 ó 3 parámetros
- the log - Pearson III
- Gumbel
- Valores extremos generalizados

**Tabla 3.1.9.3-1 Caudal de inundaciones según el periodo de retorno en los puntos de referencia (m<sup>3</sup>/s)**

Nombre del río/punto de referencia	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Río Chincha Conta	179	378	536	763	951	1.156

#### **3.1.9.4 Análisis de descarga basado en precipitaciones (Sistema HEC-HMS)**

El monitoreo de caudal en las áreas objeto del estudio comprende solamente el caudal diario y los caudales según el periodo de retorno calculados en la cláusula anterior son caudales pico. Para llevar a cabo un análisis de descarga que se mencionará más tarde, se hará necesaria una distribución horaria de inundaciones (hidrograma de crecida). En esta cláusula se hará un análisis de descarga basado en datos del monitoreo pluvial.

Para el análisis de descarga se empleará el sistema HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) desarrollado por el Cuerpo de ingenieros del Ejército de EE.UU. Este sistema es un programa universal de análisis de descarga, utilizado en América del Norte y otros países del mundo, y es uno de los programas más populares en Perú.

##### **(1) Resumen del sistema HEC-HMS**

El sistema HEC-HMS está diseñado de manera que permita simular la relación entre las precipitaciones y la descarga en un sistema de cuenca compuesta de numerosas sub-cuencas. Un modelo de cuenca puede componerse de numerosas sub-cuencas, canal fluvial, confluencias, puntos de afluencia, reservorios, etc.

Respecto a las pérdidas de infiltración se pueden aplicar los métodos de SCS curve number, Initial Constant, Exponential, Green Ampt, etc.

En cuanto al método de conversión de precipitaciones efectivas en el volumen de descarga, se puede aplicar el método de hidrograma unitario que incluye Clark, Snyder y SCS. Para la descarga del canal fluvial, se pueden adoptar varios métodos que incluyen el método Muskingum y el método Kinematic Wave. Además, al cálculo del caudal del fondo son aplicables varios métodos.

El análisis de precipitaciones comprende 6 métodos de análisis de datos pluviales y de composición de datos pluviales. Asimismo son aplicables a un sinnúmero de estaciones de monitores 4 métodos de

distribución de precipitaciones incluyendo el método Thiessen.

Con el método de frecuencia de crecidas se pueden calcular inundaciones con un determinado periodo de retorno de excedencia. También es posible calcular una distribución horaria de precipitaciones con el uso de criterios de NRCS (Natural Resources Conservation Service Criteria) según el método de *SCS hypothetical storm*. Casi todos los parámetros incluidos en las sub-cuencas y el canal fluvial se pueden suponer automáticamente utilizando un triángulo de optimización. Están disponibles 6 funciones con distintas finalidades para optimizar el caudal calculado con relación al valor de aforo.

El procedimiento de la aplicación de dicho sistema al presente estudio se menciona a continuación. Siguiendo dicho procedimiento se describe el resumen del análisis de descarga. Para más detalles véase el Apéndice del Anexo-1 Análisis Meteorológico, Hidrológico y de Descarga.

- (1) Elaboración de un modelo de cuenca
- (2) Análisis de precipitaciones
  - 1) Cálculo de precipitaciones de 24 horas según el periodo de retorno en cada estación de monitoreo pluvial
  - 2) Cálculo de precipitaciones de 24 horas en cada cuenca componente del área objeto
  - 3) Determinación de curva de precipitaciones de 24 horas
- (3) Cálculo de pérdidas de infiltración según el método SSC
  - 1) Determinación de valores iniciales del número de curva de cada cuenca
  - 2) Determinación de los números definitivos de curvas
  - 3) Verificación del modelo
- (4) Cálculo de caudal de inundaciones según el periodo de retorno e hidrograma de crecidas

(2) Elaboración de un modelo de cuenca

1) División de la cuenca

La cuenca del Río Chincha ha sido dividida en sub-cuencas de acuerdo con la similitud hidrológica. Como características de la cuenca, se han tenido en cuenta la topografía, distribución y topografía de los afluentes, vegetación, condiciones del suelo, entre otros. La Figura .3.1.9.4-1 presenta la división de la cuenca.

2) Elaboración de un modelo de cuenca

Según el sistema HEC-HMS, se expresan las sub-cuencas, canal fluvial y puntos de confluencia en forma de maqueta, tal como se indica en la Figura 3.1.9.4-2. Un modelo de toda la cuenca elaborado en base a dicha maqueta.

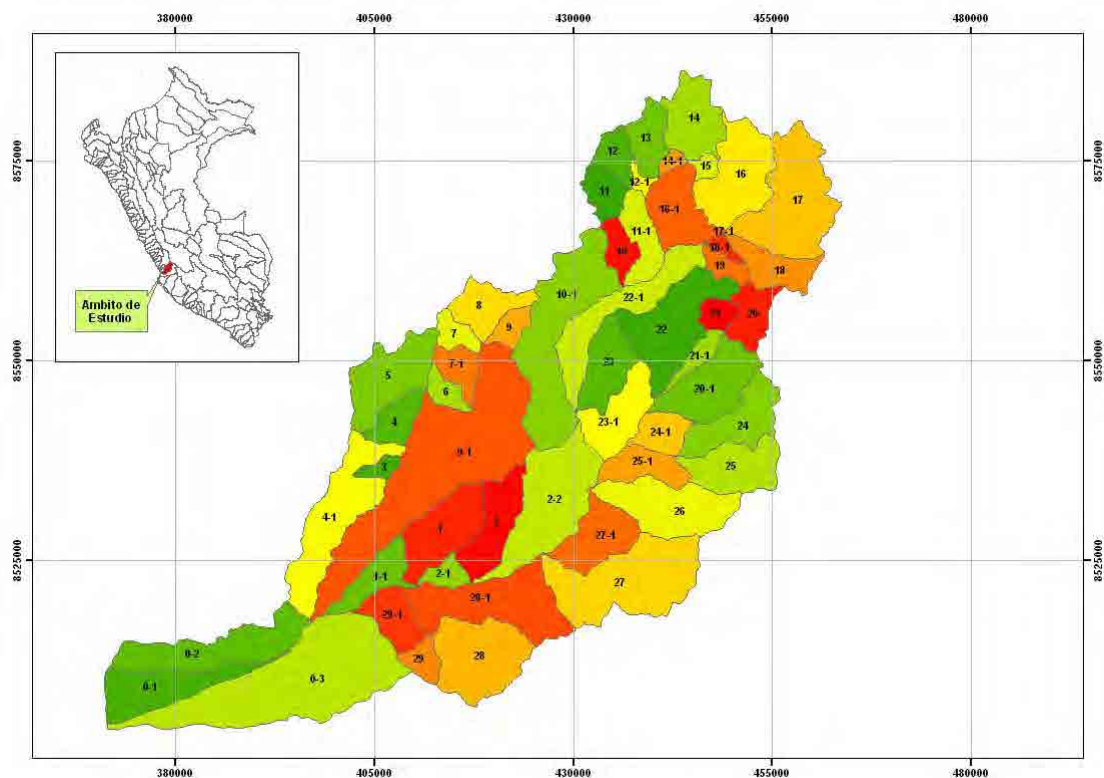


Figura 3.1.9.4-1 División de la cuenca del Río Chíncha



Figura 3.1.9.4-2 Maqueta de una cuenca con canales fluviales y puntos de confluencia según HEC-HMS

(3) Análisis de precipitaciones

De entre los datos de precipitaciones horarias de la estación de monitoreo Chivay, situada en la parte media alta de la cuenca, se han conseguido los datos de febrero de 2011 y 2012, para realizar análisis



de profundidad-duración de las 3 inundaciones. Según el resultado de este análisis, el tiempo de duración de lluvia de febrero de 2012 ( $Q_p=1.400 \text{ m}^3/\text{s}$ ), que fue el más largo en las 3 inundaciones principales, ha sido de 17 horas. Por lo tanto, el tiempo para el análisis de descarga se ha establecido en 24 horas.

Por otra parte, según el resultado de entrevistas a las personas relacionadas con SENAMHI y diferentes universidades, dicho tiempo en las zonas costeras de Perú es de entre 6 y 12 horas, por lo que, para el análisis de descarga<sup>2</sup> de otros Ríos que desembocan en dichas zonas, se realiza el cálculo en base a 24 horas.

1) Cálculo de precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas en cada estación de monitoreo pluvial

La Tabla 3.1.9.4-1 presenta las precipitaciones un periodo de retorno de 24 horas en cada estación de monitoreo pluvial, calculadas de los valores medidos de precipitaciones de 24 horas máximas/año, luego de procesados de forma estadística.

De acuerdo con la Tabla, las isoyetas de las precipitaciones de 24 horas con un periodo de retorno de 50 años se presentan en la Figura 3.1.9.4-3.

2) Cálculo de precipitaciones de 24 horas en cada cuenca componente

La Tabla 3.1.9.4-2 presenta las precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas calculadas según el método Inverse Distance Weighted para las sub-cuencas componentes del Río Cañete, a partir de las precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas en cada estación de monitoreo pluvial. Dicha Tabla muestra sólo parte de las sub-cuencas que componen la cuenca.

Normalmente, se necesitan calcular las precipitaciones con período de retorno, después haber obtenido el valor máximo en cada año a partir de las precipitaciones medias de cada cuenca componente. Sin embargo, ha sido difícil calcular estas precipitaciones, debido a la falta de datos de las cuencas objeto de estudio, razón por la cual se ha visto obligado a estimar las precipitaciones con período de retorno de cada cuenca componente a partir de las mismas registradas en cada estación de monitoreo.

El método Inverse Distance Weighted es un método incorporado en HEC-HMS para calcular precipitaciones medias de una cuenca y permite obtenerlas según las siguientes fórmulas a partir de los datos de las estaciones de monitoreo pluvial en los alrededores de sub-cuencas. (Véase p.23, Manual de referencia técnica de HEC-HMS.)

$$w_c = (1/d_c^2)/(1/d_a^2) + (1/d_b^2) + (1/d_c^2)$$

---

<sup>2</sup> Estudio de Máximas Avenidas en las Cuencas de la Zona Centro de la Vertiente del Pacífico, Ministerio de Agricultura, Autoridad Nacional del Agua, Ing. Mg Sc. Ricardo Apaella Nalvarte, 2010.

$$P = w_a P_a + w_b P_b + w_c P_c$$

Donde,  $W_c = c$  Peso de la estación de monitoreo,  $d$ : Distancia entre el centro de una sub-cuenca precipitaciones de cada estación de monitoreo

### 3) Determinación de curva de precipitaciones de 24 horas

Dado que las estaciones de monitoreo pluvial en la cuenca no cuentan con catos de precipitaciones horarias, nos vemos obligados a suponer curvas de precipitaciones horarias a partir de precipitaciones de 24 horas.

A las curvas de precipitaciones de 24 horas se aplica SCS (Soil Conservation Service) Hypothetical storm, de uso común en HEC-HMS. Este método fue conducido según los resultados del análisis de precipitaciones en EE.UU. y representa las precipitaciones de 24 horas en forma adimensional en 4 tipos de curvas de precipitaciones horarias, indicadas en la Tabla 3.1.9.4-3 y la Figura 3.1.9.4-4. Distribución de las precipitaciones de 24 horas se presenta en la Figura 3.1.9.4-5 con un intervalo del tiempo establecido según las curvas de precipitaciones acumuladas de cada tipo. La Figura 3.1.9.4-6 indica el alcance de la aplicación de cada tipo de precipitaciones en EE.UU. y se recomienda aplicar el tipo II en mayor parte de EE.UU. En HEC-HMS, se establece que son suficientes las 24 horas como tiempo continuo en casi todas las cuencas.

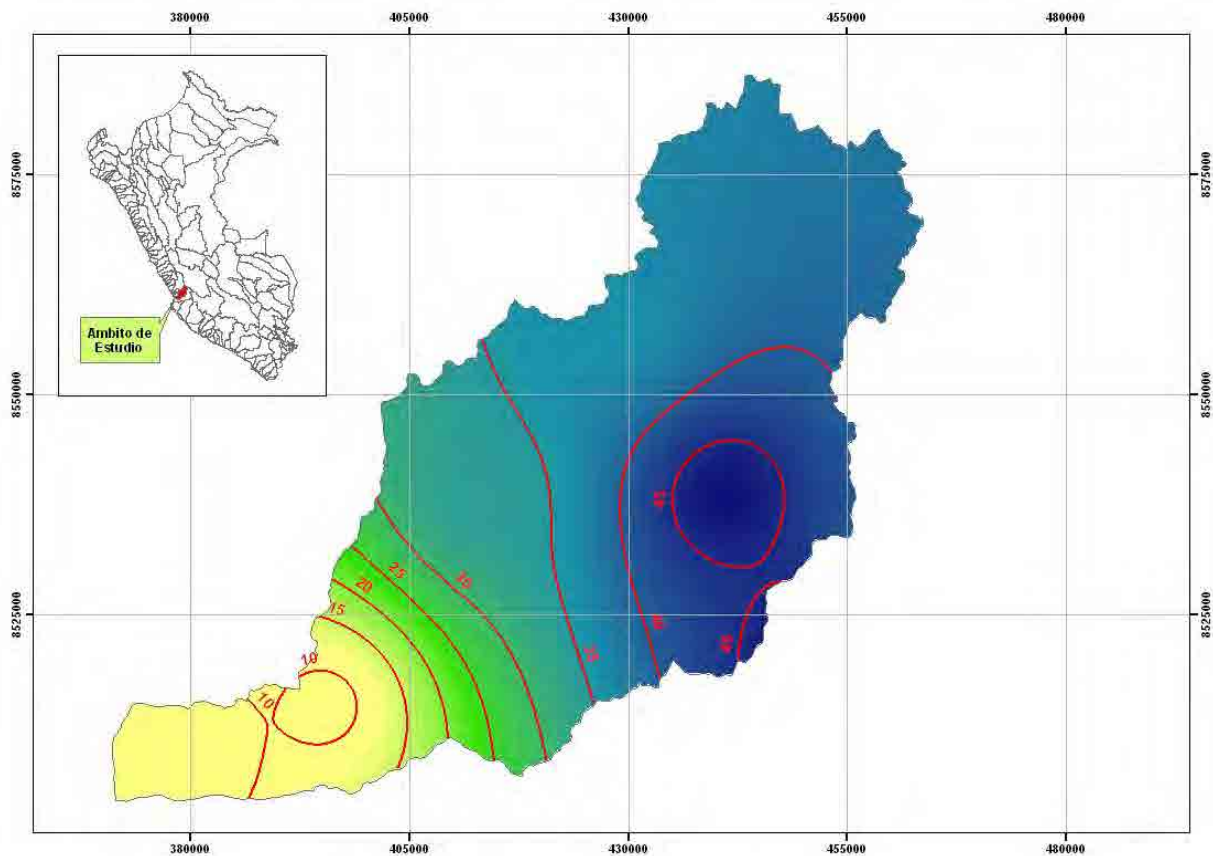
En las áreas objeto del estudio, debido a la falta de datos de precipitaciones horarias, es difícil determinar el tipo de la curva de precipitaciones de 24 horas, pero en la práctica en Perú se determinan los tipos basándose en los datos de escasos estudios existentes.

La empresa minera Miplo, luego de analizados los datos de la estación de monitoreo Chavin ubicada en la ladera occidental (cuenca del Río Cañete y altiplano de Chíncha de la cuenca del río Pisco) de Perú, determinó que la distribución de las precipitaciones de 24 horas en dichas zonas se asimila a la del tipo II. El patrón de precipitaciones de dicho tipo representa el patrón de precipitaciones de la zona costera y la zona sur de Perú. Asimismo, analizando las precipitaciones en el momento de la ocurrencia del fenómeno de El Niño, registradas en la estación El Tigre ubicada en el norte, determinó que la distribución de precipitaciones en esta zona parece al tipo II. Sobre la base de estos resultados, el presente estudio adoptó el tipo II para la cuenca del Río Cañete.

La duración de lluvias en el Río Chíncha se ha establecido en 10 horas conforme al “Estudio de hidrología en Perú (Convención II LA-SENAMHI-UNI) desarrollado en 1982”, y para la distribución de las precipitaciones horarias también se ha tomado como referencia el mismo documento.

**Tabla 3.1.9.4-1 Precipitaciones con un período de retorno de 24 horas (cuenca del Río Chíncha)**

NOMBRE DE ESTACION	PERIODO DE RETORNO T [AÑOS]						
	PT_2	PT_5	PT_10	PT_25	PT_50	PT_100	PT_200
COCAS	22,0	30,0	34,0	38,0	40,0	42,0	43,0
CONTA	1,0	2,0	4,0	6,0	9,0	13,0	18,0
FONAGRO	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,0	8,0
HUACHOS	24,0	31,0	36,0	42,0	48,0	53,0	59,0
SAN JUAN DE YANAC	11,0	18,0	23,0	30,0	34,0	39,0	44,0
SAN PEDRO DE HUACARPANA	23,0	29,0	32,0	35,0	36,0	37,0	38,0
TICRAPO	20,0	31,0	37,0	45,0	50,0	55,0	60,0
TOTORA	24,0	29,0	32,0	36,0	38,0	40,0	42,0



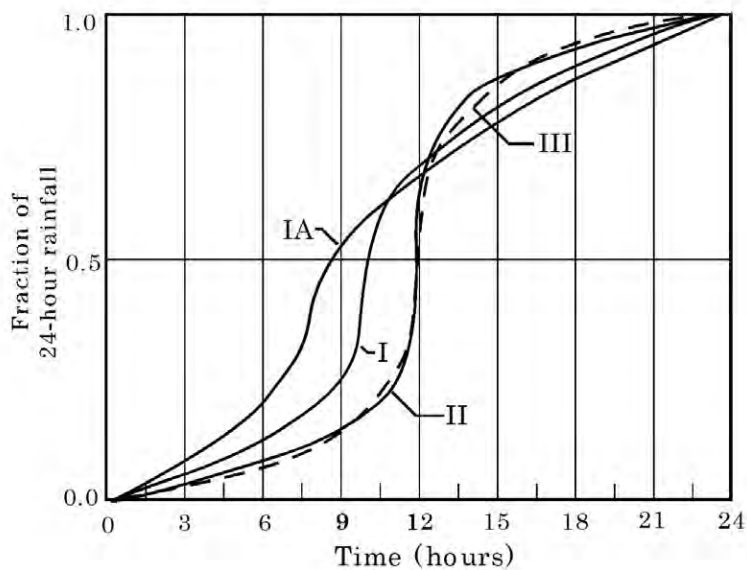
**Figura 3.1.9.4-3 Mapa de isoyetas de precipitaciones con un período de retorno de 50 años (cuenca del Río Chíncha)**

**Tabla 3.1.9.4-2 Ejemplos de precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas en las sub-cuencas que componen la cuenca del Río Chíncha**

Subcuenca	Área [m <sup>2</sup> ]	PERIODO DE RETORNO T [AÑOS]				
		PT_5	PT_10	PT_25	PT_50	PT_100
0-1	72.853.800	2,6	3,9	5,1	6,5	8,8
0-2	95.339.100	2,8	4,4	6,1	8,1	11,1
0-3	241.533.000	4,4	6,4	8,6	11,2	14,7
1	73.531.600	17,8	22,1	27,8	31,5	35,9
10	22.517.800	27,9	31,3	35,1	37,1	39,0
10-1	158.721.000	27,3	30,9	34,8	36,8	38,9
11	26.871.500	27,2	30,7	34,7	36,9	39,1
1-1	39.902.900	10,8	13,9	17,7	20,9	24,8
11-1	38.959.800	27,7	31,2	35,2	37,5	39,7
12	24.616.300	26,8	30,4	34,6	37,0	39,4
12-1	6.292.700	27,1	30,7	34,9	37,3	39,7
13	35.532.500	26,7	30,4	34,7	37,2	39,8
14	61.041.700	26,7	30,4	34,8	37,5	40,2
14-1	6.477.230	27,0	30,7	35,0	37,6	40,1
15	8.361.510	27,1	30,8	35,2	37,9	40,6
16	89.357.900	27,3	31,0	35,5	38,2	40,9
16-1	61.093.700	27,4	31,1	35,4	37,9	40,5
17	129.350.000	27,7	31,4	35,9	38,6	41,3
17-1	19.473	27,7	31,4	35,9	38,6	41,3
18	41.751.000	28,2	31,8	36,3	39,0	41,6
18-1	7.304.390	27,8	31,6	36,0	38,8	41,5
19	16.081.300	28,0	31,7	36,2	39,0	41,7
2	60.158.900	20,2	24,6	30,3	34,1	38,4
20	34.374.300	28,4	32,2	36,8	39,7	42,5
20-1	78.404.600	29,2	33,6	38,7	42,8	46,4
21	16.100.800	28,3	32,2	36,8	39,9	42,8
2-1	16.088.800	17,1	21,0	25,9	29,4	33,5
21-1	16.247.300	28,7	32,9	37,9	41,6	45,0
22	102.595.000	28,3	32,2	36,8	39,9	42,8
2-2	127.871.000	24,3	28,7	34,3	38,3	42,4
22-1	86.095.700	28,0	31,5	35,5	37,6	39,8
23	53.727.200	28,1	31,9	36,4	39,3	42,1
23-1	58.386.900	28,9	33,4	38,8	43,3	47,4
24	61.672.300	29,6	33,9	39,1	43,1	46,7
24-1	30.060.500	30,6	35,5	41,3	47,0	51,8

Tabla 3.1.9.4-3 Curvas de precipitaciones acumuladas de 24 horas según SCS  
Hypothetical Storm

Time (hr)	t/24	24 hr precipitation temporal distribution			
		Type I	Type IA	Type II	Type III
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.00	0.083	0.035	0.050	0.022	0.020
4.00	0.167	0.076	0.116	0.048	0.043
6.00	0.250	0.125	0.206	0.080	0.072
7.00	0.292	0.156	0.268	0.098	0.089
8.00	0.333	0.194	0.425	0.120	0.115
8.50	0.354	0.219	0.480	0.133	0.130
9.00	0.375	0.254	0.520	0.147	0.148
9.50	0.396	0.303	0.550	0.163	0.167
9.75	0.406	0.362	0.564	0.172	0.178
10.00	0.417	0.515	0.577	0.181	0.189
10.50	0.438	0.583	0.601	0.204	0.216
11.00	0.458	0.624	0.624	0.235	0.250
11.50	0.479	0.654	0.645	0.283	0.298
11.75	0.490	0.669	0.655	0.357	0.339
12.00	0.500	0.682	0.664	0.663	0.500
12.50	0.521	0.706	0.683	0.735	0.702
13.00	0.542	0.727	0.701	0.772	0.751
13.50	0.563	0.748	0.719	0.799	0.785
14.00	0.583	0.767	0.736	0.820	0.811
16.00	0.667	0.830	0.800	0.880	0.886
20.00	0.833	0.926	0.906	0.952	0.957
24.00	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



Fuente: Urban water hydrology for small watersheds (TR-55) Appendix B  
Figura 3.1.9.4-4 Distribución de curvas de precipitaciones de 24 horas

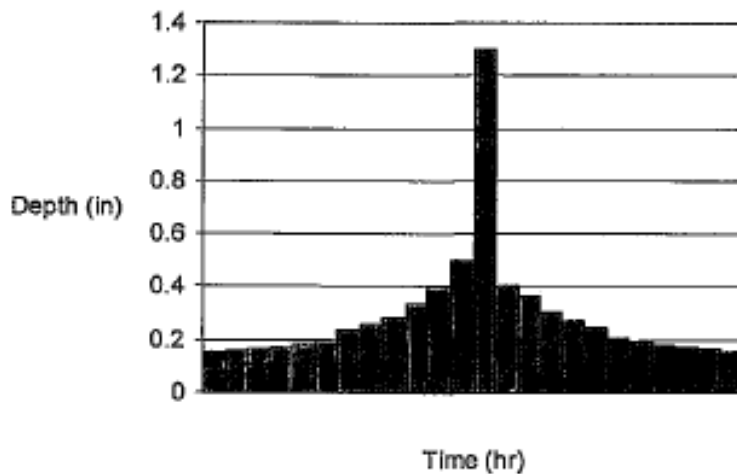
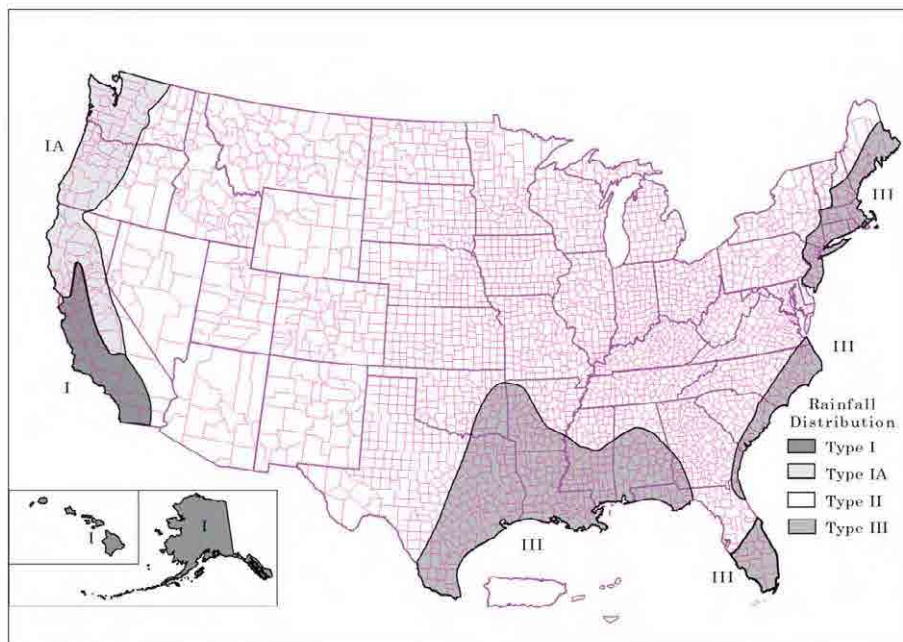


Figura .3.1.9.4-5 Distribución de precipitaciones de 24 horas



Fuente: Urban water hydrology for small watersheds (TR-55) Appendix B

Figura .3.1.9.4-6 Tipo de curvas de precipitaciones de 24 horas y las áreas de aplicación

(4) Cálculo de precipitaciones efectivas según el método SSC

1) Fórmula básica

SSC Curve Number (CN) Loss Model es un método para suponer precipitaciones efectivas como función de las precipitaciones acumuladas, características del suelo de la cuenca, uso del suelo, pérdidas iniciales, etc. según la siguiente fórmula.

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Donde,  $P_e$ : precipitaciones efectivas a la hora  $t$ ,  
 $P$ : precipitaciones acumuladas a la hora  $t$ ,  
 $I_a$ : Pérdidas iniciales  
 $S$ : Máximo depósito acumulable

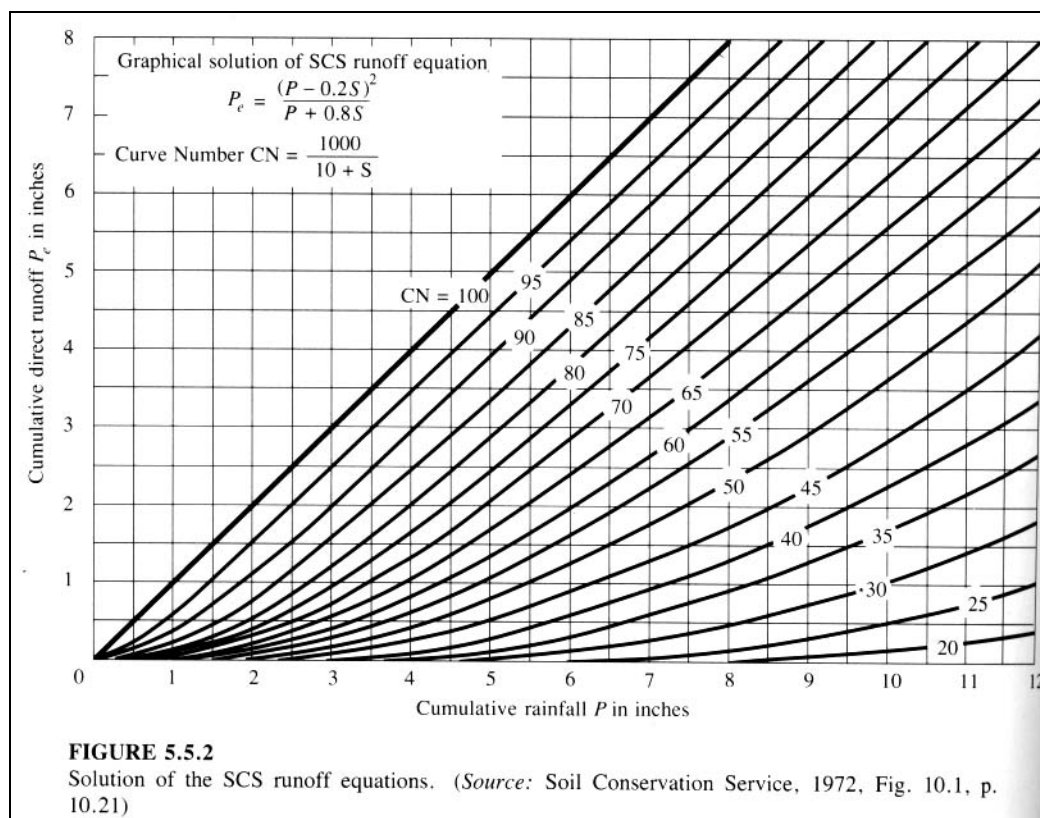
Suponiendo  $I_a = 0,2S$ , se da

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

La relación de CN que indica las características de  $S$  y la cuenca es la siguiente;

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Al calcular la relación entre  $P_e$  y  $P$  suponiendo CN, se da lo indicado en la Figura .3.1.9.4-7.



**Figura 3.1.9.4-7 Relación entre los números de cuenca (Curve Number: CN), precipitaciones acumuladas  $P$  y precipitaciones efectivas  $P_e$**

(2) Determinación de los números de curva de cada cuenca componente

De acuerdo con el uso y las condiciones del suelo de cada cuenca componente, se establecen los CN tomando como referencia la tabla 3.1.9.4-4.

Los valores iniciales de CN en la Cuenca del Río Chíncha han sido establecidos en entre 75 y 78 teniendo en cuenta las características de la cuenca, experiencia histórica, marco teórico, así como el estado de cobertura vegetal y la pendiente.

Se hizo un análisis de descarga basándose en los valores iniciales de CN y cambiándolos fueron

calculados un el caudal pico y un hidrograma de crecidas según el periodo de retorno. De acuerdo con los resultados del análisis de descarga los valores definitivos de CN fueron 89. Debido a que las áreas objeto del estudio no cuentan con los datos de caudal diario, sino sólo con los datos de caudal diario, es difícil llevar a cabo una verificación de alta precisión, pero se hizo una verificación según la forma descrita en la 3.1.9.5.

**Tabla 3.1.9.4-4 CN conforme al uso y las condiciones del suelo (1/3)**

Land Use Description		Hydrologic Soil Group			
		A	B	C	D
Cultivated land <sup>1</sup> : without conservation treatment		72	81	88	91
with conservation treatment		62	71	78	81
Pasture or range land: poor condition		68	79	86	89
good condition		39	61	74	80
Meadow: good condition		30	58	71	78
Wood or forest land: thin stand, poor cover, no mulch		45	66	77	83
good cover <sup>2</sup>		25	55	70	77
Open Spaces, lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.					
good condition: grass cover on 75% or more of the area		39	61	74	80
fair condition: grass cover on 50% to 75% of the area		49	69	79	84
Commercial and business areas (85% impervious)		89	92	94	95
Industrial districts (72% impervious)		81	88	91	93
Residential <sup>3</sup> :					
Average lot size	Average % impervious <sup>4</sup>				
1/8 acre or less	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Paved parking lots, roofs, driveways, etc. <sup>5</sup>		98	98	98	98
Streets and roads:					
paved with curbs and storm sewers <sup>5</sup>		98	98	98	98
gravel		76	85	89	91
dirt		72	82	87	89

<sup>1</sup>For a more detailed description of agricultural land use curve numbers, refer to Soil Conservation Service, 1972, Chap. 9

<sup>2</sup>Good cover is protected from grazing and litter and brush cover soil.

<sup>3</sup>Curve numbers are computed assuming the runoff from the house and driveway is directed towards the street with a minimum of roof water directed to lawns where additional infiltration could occur.

<sup>4</sup>The remaining pervious areas (lawn) are considered to be in good pasture condition for these curve numbers.

<sup>5</sup>In some warmer climates of the country a curve number of 95 may be used.



**Tabla 3.1.9.4-4 CN conforme al uso y las condiciones del suelo (2/3)**

TABLE 5.5.1 SCS Runoff Curve Numbers (Continued)					
c. Other agricultural areas					
Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic condition	A	B	C	D
Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing*	Poor	68	79	86	89
	Fair	49	69	79	84
	Good	39	61	74	80
Meadow—continuous grass, protected from grazing and generally mowed for hay	—	30	58	71	78
Brush—brush-weed-grass mixture with brush the major element†	Poor	48	67	77	83
	Fair	35	56	70	77
	Good	30	48	65	73
Woods-grass combination (orchard or tree farm)‡	Poor	57	73	82	86
	Fair	43	65	76	82
	Good	32	58	72	79
Woods§	Poor	45	66	77	83
	Fair	36	60	73	79
	Good	30	55	70	77
Farmsteads—buildings, lanes, driveways, and surrounding lots	—	59	74	82	86
<p>* Poor: &lt; 50% ground cover or heavily grazed with no mulch.            Fair: 50 to 75% ground cover and not heavily grazed.            Good: &gt; 75% ground cover and lightly or only occasionally grazed.            † Poor: &lt; 50% ground cover.            Fair: 50 to 75% ground cover.            Good: &gt; 75% ground cover.            ‡ CNs shown were computed for areas with 50% woods and 50% grass (pasture) cover. Other combinations of conditions may be computed from the CNs for woods and pasture.            § Poor: Forest litter, small trees, and brush are destroyed by heavy grazing or regular burning.            Fair: Woods are grazed but not burned, and some forest litter covers the soil.            Good: Woods are protected from grazing, and litter and brush adequately cover the soil.            Source: Ref. 105.</p>					
d. Arid and semiarid range areas					
Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic condition*	A†	B	C	D
Herbaceous—mixture of grass, weeds, and low-growing brush, with brush the minor element	Poor	80	87	93	
	Fair	71	81	89	
	Good	62	74	85	
Oak-aspen—mountain brush mixture of oak brush, aspen, mountain mahogany, bitter brush, maple, and other brush	Poor	66	74	79	
	Fair	48	57	63	
	Good	30	41	48	
Piñon-juniper—piñon, juniper, or both: grass understory	Poor	75	85	89	
	Fair	58	73	80	
	Good	41	61	71	
Sagebrush with grass understory	Poor	67	80	85	
	Fair	51	63	70	
	Good	35	47	55	

**Tabla 3.1.9.4-4 CN conforme al uso y las condiciones del suelo (3/3)**

TABLE 5.5.1 SCS Runoff Curve Numbers (Continued)					
d. Arid and semiarid range areas					
Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic condition*	A†	B	C	D
Desert shrub—major plants include saltbush, greasewood, creosotebush, blackbrush, bursage, palo verde, mesquite, and cactus	Poor	63	77	85	88
	Fair	55	72	81	86
	Good	49	68	79	84

\* *Poor*: < 30% ground cover (litter, grass, and brush overstory).  
*Fair*: 30 to 70% ground cover.  
*Good*: > 70% ground cover.  
† Curve numbers for group A have been developed only for desert shrub.  
**Source:** Ref. 105.

Fuente: Maidment (1993)

Nota: Grupo de suelo hidrológico

**El suelo del grupo A** tiene un bajo potencial de escorrentía y una alta tasa de infiltración aun cuando esté completamente húmedo. Está compuesto principalmente de profundidad arena o grava bien drenada y tiene alta tasa de transmisión de agua (más de 0,30 in/h).

**El suelo del grupo B** tiene una tasa moderada de infiltración cuando esté completamente húmedo y está compuesto principalmente de profunda o medianamente profunda arena bien drenada con una textura moderadamente fina o gruesa. Este suelo tiene una tasa moderada de transmisión de agua (entre 0,15 y 0,30 in/h).

**El suelo del grupo C** tiene una tasa baja de infiltración cuando esté completamente húmedo y está compuesto principalmente de una capa de tierra que impide el movimiento de agua y tierra hacia abajo con una textura fina o moderadamente fina. Este suelo tiene una tasa baja de transmisión de agua (entre 0,05 y 0,15 in/h).

**El suelo del grupo D** tiene un alto potencial de escorrentía y muy baja tasa de infiltración cuando esté completamente húmedo. Está compuesto principalmente de tierra arcillosa con un alto potencial de inflamación, tierra con una capa freática permanentemente alta, tierra con una capa de arcilla compacta o una capa de arcilla cerca o en la superficie y tierra poco profunda sobre materiales impermeables cercanos. Este suelo tiene muy baja tasa de transmisión de agua (entre 0 y 0,05 in/h).

(5) Cálculo de caudal de inundaciones e hidrograma de crecidas según el periodo de retorno

Conforme a los resultados del análisis antes mencionado, fueron calculados los caudales de inundaciones e hidrograma de crecidas según el periodo de retorno con HEC-HMS. La hora del inicio de precipitaciones y la hora cero del hidrograma de crecidas se coinciden. Para la descarga de canal fluvial se adoptó el método Kinematic Wave.

Los resultados del cálculo vienen en las Tablas 3.1.9.4-5 y 3.1.9.4-6 y la Figura 3.1.9.4-8.

Dichos resultados del cálculo serán empleados para analizar la capacidad de descarga, crecidas y obras de medidas contra inundaciones en el presente estudio.

**Tabla 3.1.9.4-5 Caudal de inundaciones según el periodo de retorno**

Ríos	Períodos de retorno					
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Río Chincha Conta	203	472	580	807	917	1.171

(m<sup>3</sup>/s)

**Tabla 3.1.9.4-6 Caudal específico de inundaciones según el periodo de retorno**

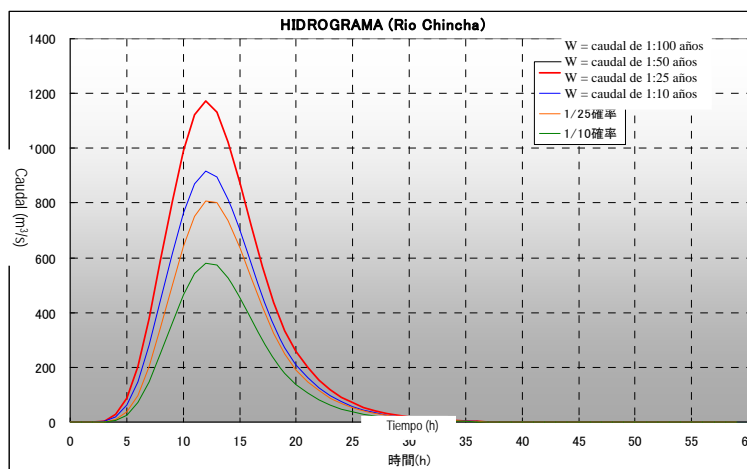
Río	Períodos de retorno						Área Km <sup>2</sup>
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	
Río Chincha Conta	0,068	0,158	0,195	0,271	0,308	0,393	2.981

(m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>)

\*El Área corresponde a la superficie de la cuenca alta del punto de referencia.

**Tabla 3.1.9.4-7 Comparación entre el caudal máximo registrado hasta ahora y el caudal con período de retorno de 50 años**

Río/Punto de referencia	Caudal máximo hasta ahora	Período de monitoreo	Caudal con período de retorno de 50 años según el análisis de descarga
Río Chincha Conta	1.269	57	917



**Figura- 3.1.9.4-8 Hidrograma de inundaciones en el Río Chincha**

### 3.1.9.5 Observaciones de los resultados del análisis

#### (1) Verificación del caudal pico

En las Figuras de 3.1.9.5-1 a 3.1.9.5-4 se muestran punteados los caudales específicos con período de retorno en los diferentes Ríos que desembocan en la costa peruana y los resultados de descargas calculadas en este estudio. (Fuente: "Estudio Hidrológico - Meteorológico en la Vertiente del Pacífico del Perú con Fines de Evaluación y Pronóstico del Fenómeno, El Niño para Prevención y Mitigación de Desastres", Ministerio de Economía y Finanzas, Asociación BCEOM - Sofi Consult S.A. ORSTOM, Nov. 1999)

Se considera que los caudales con diferentes períodos de retorno revisados y calculados a partir de las

gráficas de caudales específicos, según cada área y conforme a las curvas de Creager, están dentro de un rango casi razonable.

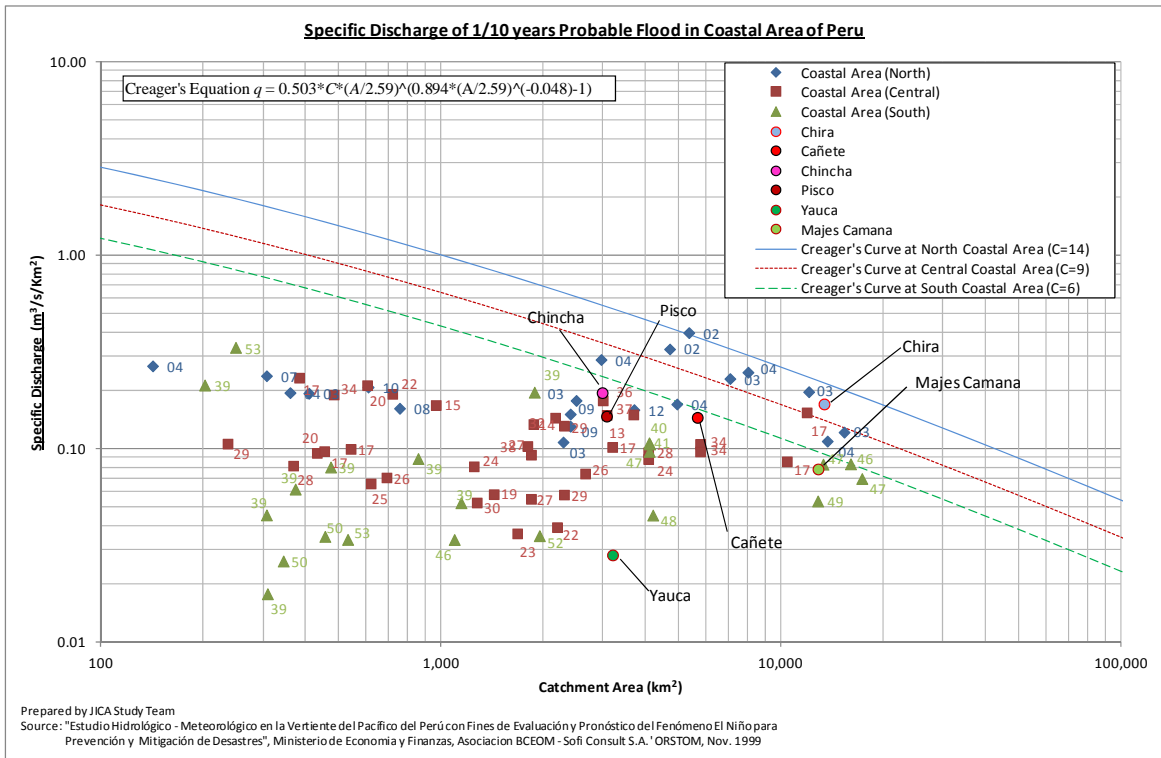


Figura 3.1.9.5-1 Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/10 años)

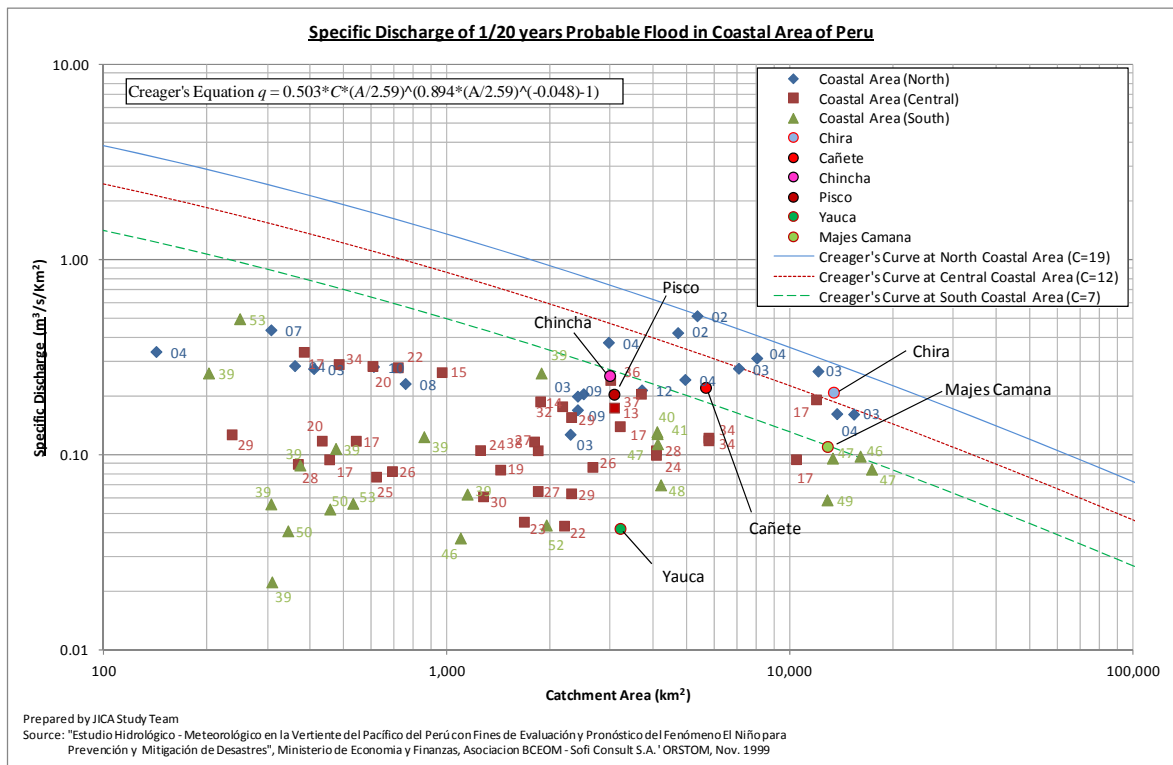


Figura 3.1.9.5-2 Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/20 años)

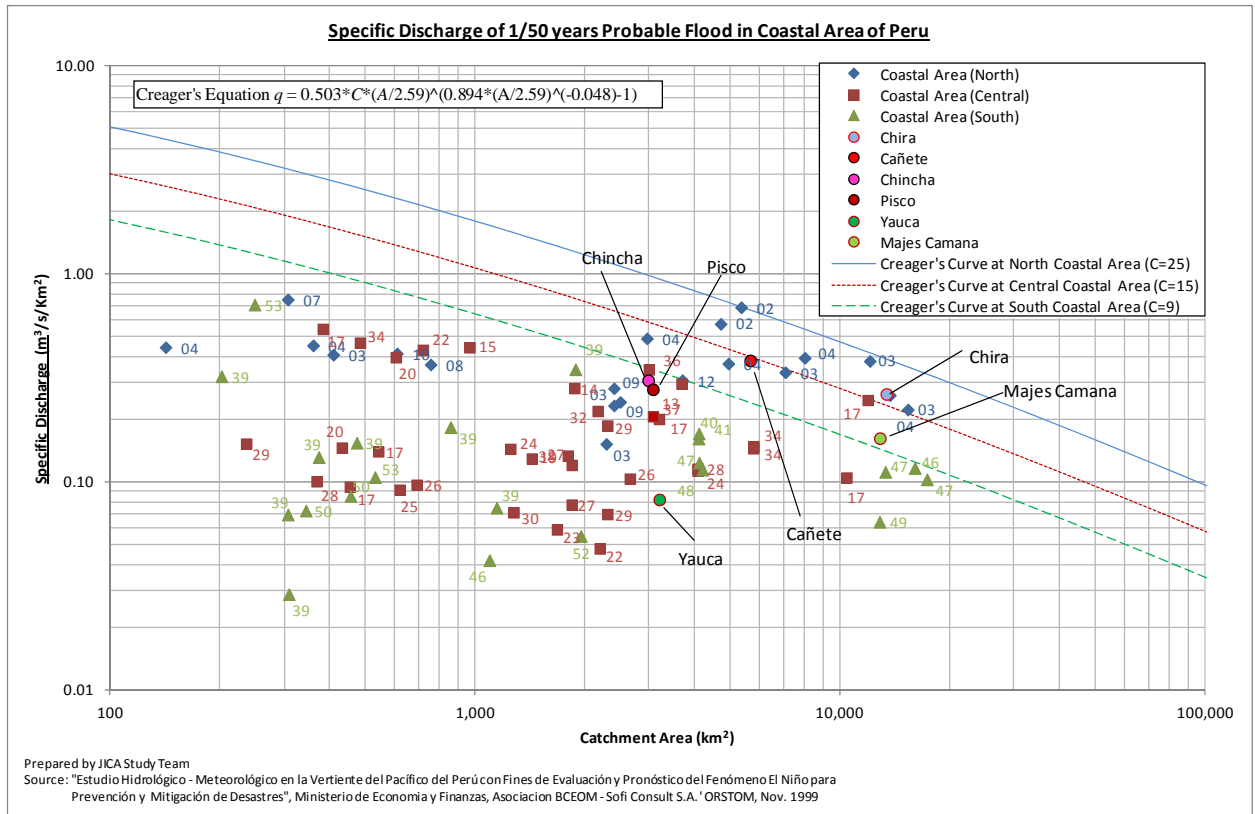


Figura 3.1.9.5-3 Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/50 años)

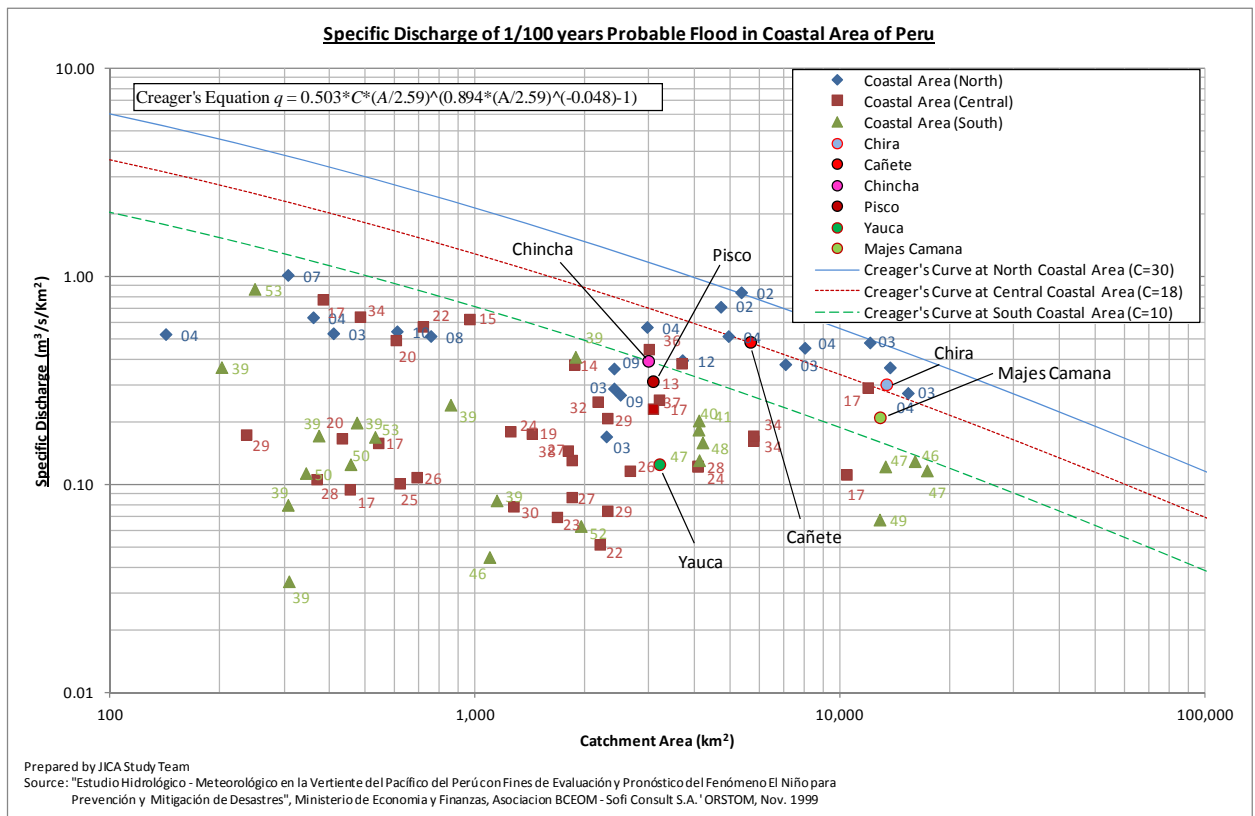


Figura 3.1.9.5-4 Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/100 años)

### 3.1.10 Análisis de inundaciones

#### (1) Levantamiento del río

Previo al análisis de inundaciones, se llevó a cabo el levantamiento transversal del Río Chíncha y el levantamiento longitudinal de los diques. En la Tabla 3.1.10-1 se presentan los resultados del levantamiento del Río Chíncha.

Con el fin de obtener los datos topográficos para el análisis de las zonas de inundación, se utilizaron complementariamente los resultados de la medición real indicados en la Tabla 3.1.10-1 utilizando los datos de imágenes satelitales.

**Tabla 3.1.10-1 Datos básicos del levantamiento del río**

Levantamiento	Unidad	Cantidad	Notas
1. Levantamiento de puntos de control			
Río Chíncha	No.	6	
2. Levantamiento transversal de diques			
Río Chíncha	km	50	Intervalo de 250 m, solo una margen 2 ríos x 25 km
3. Levantamiento transversal de los ríos			
Río Chíncha	km	38.0	Intervalo 500 m 95 líneas x 0.4 km
4. Mojones			
Tipo A	No.	6	Cada uno de los puntos de control
Tipo B	No.	50	25km x un punto/km
Subtotal		56	

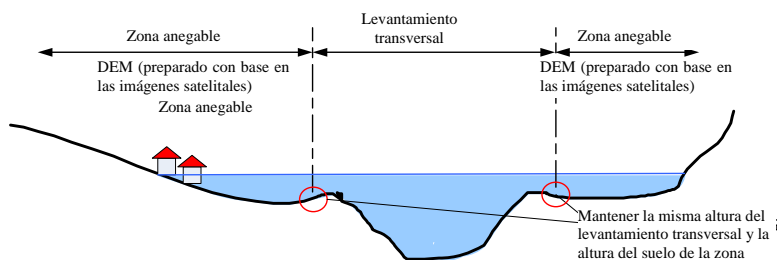
#### (2) Métodos de análisis de inundaciones

Dado que la DGIH realizó el análisis de inundación del estudio de perfil a nivel de programa utilizando el modelo HEC-RAS, se decidió para el presente Estudio, revisar y modificar, si es necesario, y utilizar este método.

##### 1) Bases de análisis

Normalmente, para el análisis de desbordamiento se utilizan tres métodos siguientes.

- (1) Modelo unidimensional de flujo variado
- (2) Modelo de tanques
- (3) Modelo bidimensional horizontal de flujo variado





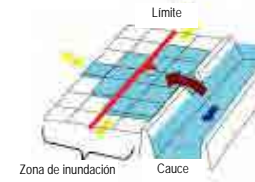
**Figura 3.1.10-1 Idea del modelo unidimensional**

El tiempo y el costo requerido por cada método varían considerablemente, por lo que se seleccionará el método más eficiente que garantice el grado de precisión requerido para la elaboración del mapa de

zonas anegables.

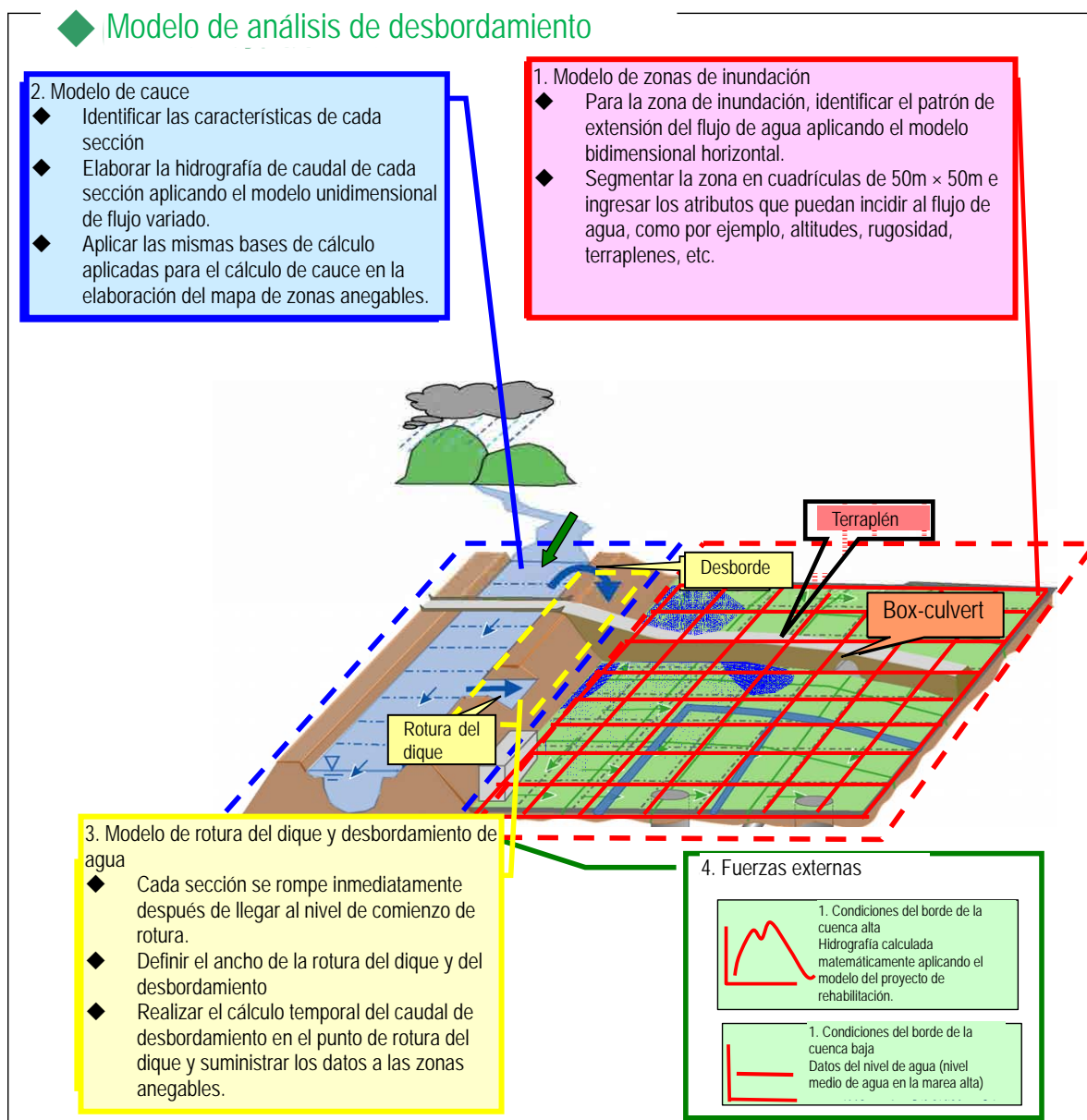
En la Tabla 3.1.10-2 se muestran las características de cada método de análisis. De los resultados de simulación realizada por DGIH, se sabe que los ríos tienen una pendiente entre 1/100 y 1/300, por lo que inicialmente se había seleccionado el modelo unidimensional de flujo variado suponiendo que las inundaciones son del tipo gravedad. Sin embargo, se consideró la posibilidad de que el agua desbordada se extienda dentro de la cuenca en la cuenca baja, por lo que para este estudio se decidió utilizar el modelo bidimensional horizontal de régimen variable para obtener resultados más precisos.

**Tabla 3.1.10-2 Metodología análisis de desbordamiento**

Métodos de análisis	Modelo unidimensional de flujo variado	Modelo de tanques	Modelo bidimensional horizontal de flujo variado
Concepto básico de la definición de la zona de inundación	En este método se considera que la zona de inundación forma parte del cauce del río, y se determina la zona de inundación calculando el nivel de agua del cauce en función del caudal máximo de inundación.	En este método se manejan la zona de inundación y el cauce separadamente, y se considera la zona de inundación como un cuerpo cerrado. A este cuerpo de agua cerrado se le denomina “taque” ( <i>pond</i> ) en el que el nivel de agua es uniforme. Se determina la zona de inundación en función de la relación entre el caudal desbordado del río y entrado a la zona de inundación, y las características topográficas de dicha zona (nivel de agua – capacidad – superficie).	En este método se manejan la zona de inundación y el cauce separadamente, y se determina la zona de inundación analizando el flujo bidimensional del comportamiento del agua desbordada que entró a la zona de inundación.
Planteamiento			
Características	Es aplicable a las inundaciones en el que el agua desbordada discurre por la zona de inundación por gravedad; es decir, a las inundaciones tipo corriente. En este método se debe manejar el área de análisis como un área desprotegida (sin diques).	Aplicable a las inundaciones tipo estancadas en las que el agua desbordada no se extienden por la presencia de montañas, colinas, terraplenes, etc. El nivel de agua dentro de este cuerpo cerrado se mantiene uniforme, sin pendiente ni velocidad de flujo. En el caso de existir varios terraplenes continuos dentro de la misma zona de inundación, puede ser necesario aplicar el modelo de tanques en serie distinguiendo la región interna.	Básicamente, es aplicable a cualquier tipo de inundaciones. Además del área máxima de inundación y el nivel de agua, este método permite reproducir la velocidad de flujo y su variación temporal. Es considerado como un método preciso en comparación con otros métodos, y como tal, es aplicado frecuentemente en la elaboración de los mapas de riesgo de inundaciones. Sin embargo, por su naturaleza, la precisión de análisis está sujeta al tamaño de las cuadrículas del modelo de análisis.

## 2) Método de análisis de desbordamiento

En la Figura 3.1.10-2 se muestra el esquema conceptual del modelo bidimensional horizontal del régimen variable. Para los detalles del análisis de desbordamiento véase el Anexo-2: Análisis de descarga.



**Figura 3.1.10-2 Esquema conceptual del modelo de análisis de desbordamiento**

**(3) Análisis de capacidad hidráulica actual**

Se estimó la capacidad hidráulica actual de los cauces con base en los resultados del levantamiento del río y aplicando el método HEC-RAS, cuyos resultados se muestran en la Figura 3.1.10-3. En esta figura se presenta también los caudales de inundaciones de diferentes períodos de retorno que se ha obtenido con el análisis de las precipitaciones, lo que permite evaluar en qué lugares de la cuenca de Río Cañete puede ocurrir desbordamiento y con qué magnitud de caudal de inundaciones.



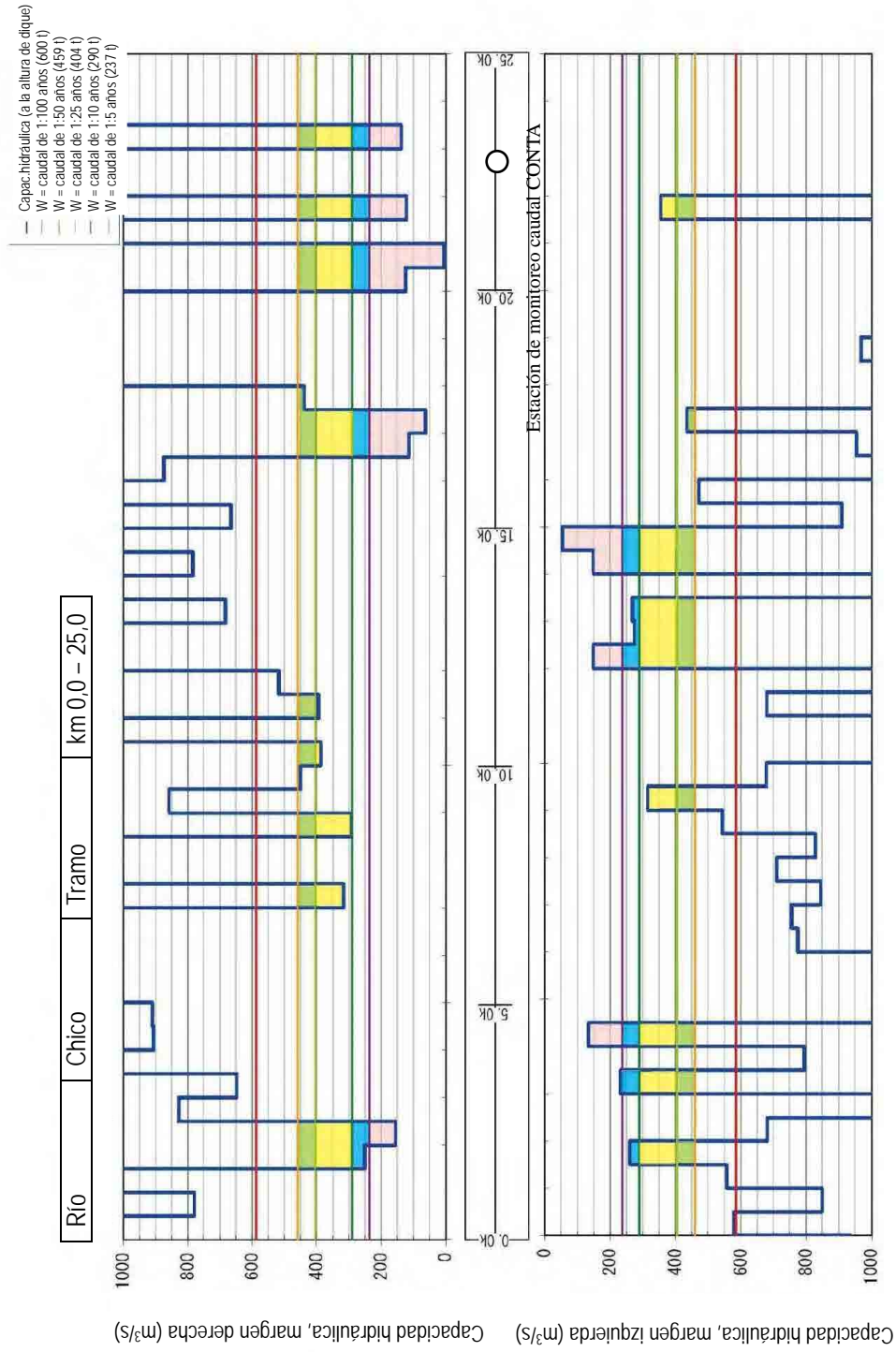


Figura 3.1.10-3 Capacidad hidráulica actual del Río Chico de la cuenca del Río Chinchta

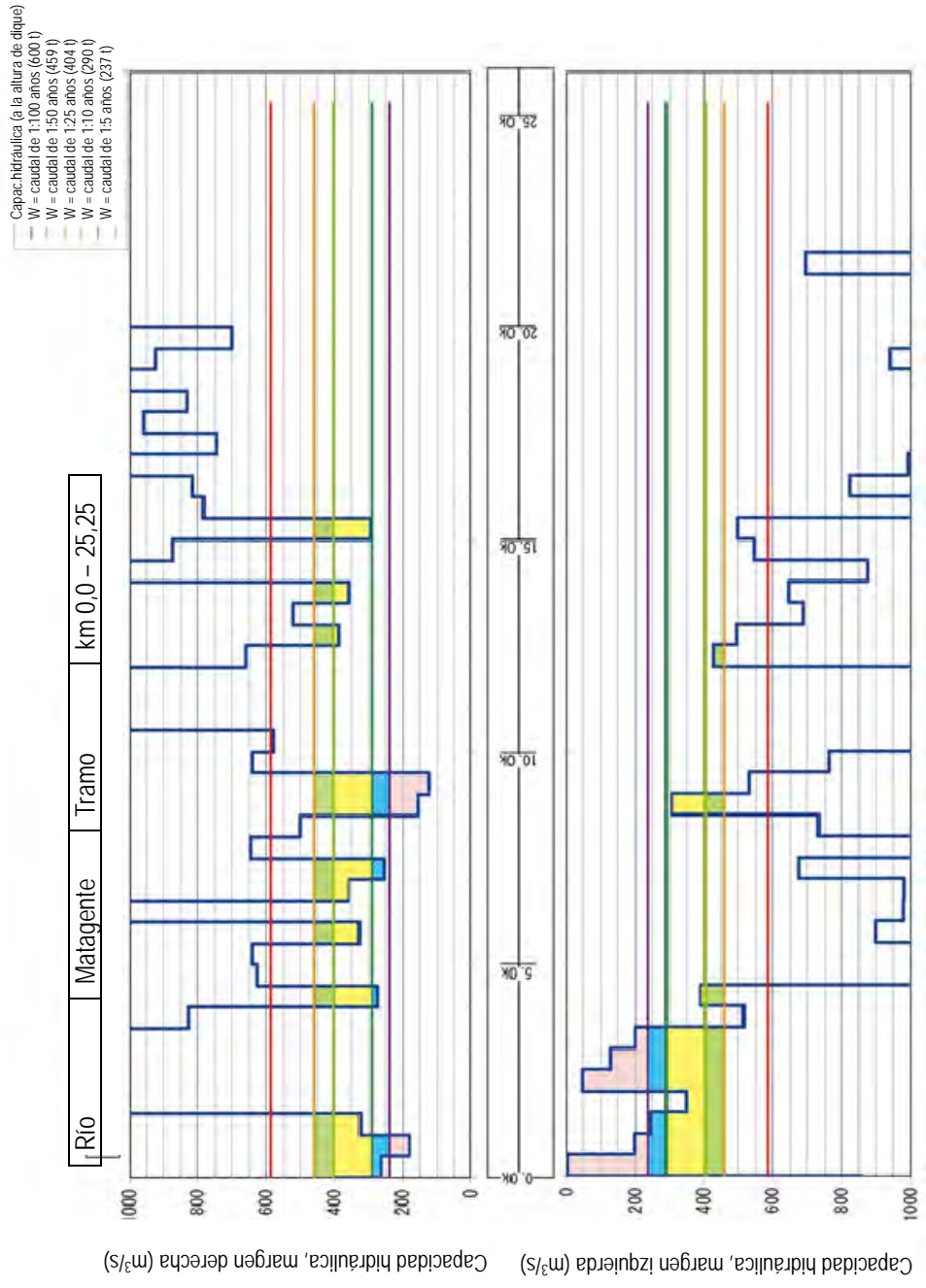
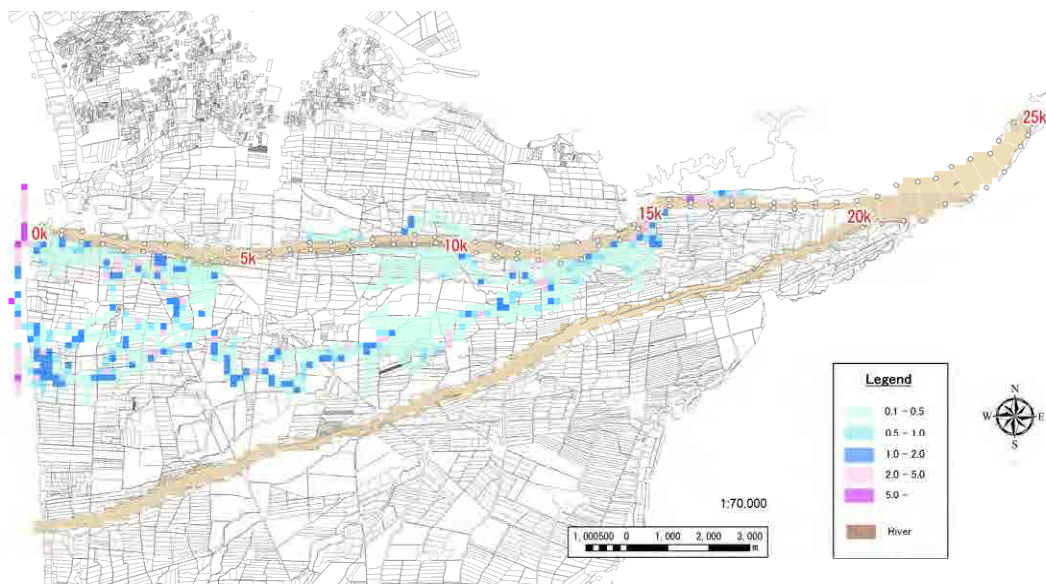


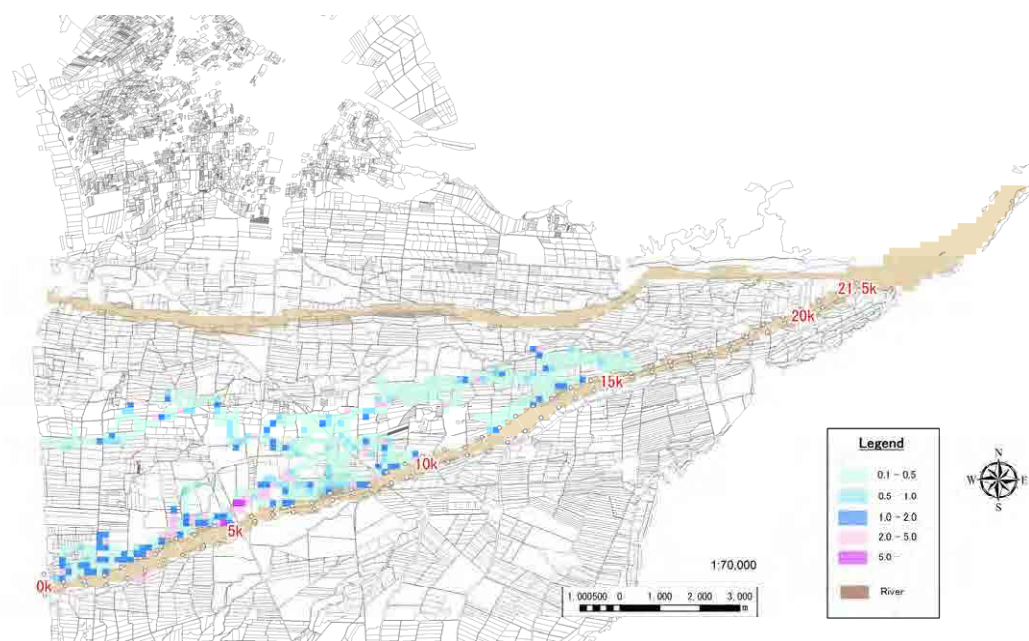
Figura 3.1.10-5 Capacidad hidráulica actual del Río Matagente de la cuenca del Río Chinchta

(4) Alcance del desbordamiento

A modo de referencia, en las 3.1.10-5 y -6 se muestran los resultados del cálculo de alcance de desbordamiento en cada cuenca frente al caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años.



**Figura 3.1.10-10 Alcance de desbordamiento del Río Chíncha –Chico (inundaciones con un período de 50 años)**



**Figura 3.1.10-11 Alcance de desbordamiento del Río Chíncha –Matagente (inundaciones con un período de 50 años)**

### 3.2 Definición de Problema y Causas

#### 3.2.1 Problemas de las medidas de control de inundaciones en el Área del Estudio

Con base en los resultados del estudio en el Río Chíncha, se identificaron el problema principal sobre el control de inundaciones, así como las estructuras a ser protegidas, cuyos resultados se resumen en la Tabla 3.2.1-1.

**Tabla 3.2.1-1 Problemas y medidas de conservación de las obras de control de inundaciones**

Problemas		Desbordamiento			Erosión del dique	Erosión de márgenes	Bocatoma inoperativa	Obra de derivación inoperativa
		Sin diques	Sedimentación en el lecho	Falta de ancho				
Estructuras a ser protegidas	Tierras agrícolas	○	○	○	○	○	○	○
	Canales de riego					○	○	
	Área urbana	○		○				○
	Carreteras					○		
	Puentes		○					

#### 3.2.2 Causas de los problemas

A continuación se indican el problema principal, así como sus causas directas e indirectas para el control de inundaciones en el Área del Estudio.

##### (1) Problema principal

Valles y comunidades locales altamente vulnerables ante inundaciones

##### (2) Causas directas e indirectas

En la Tabla 3.2.2-1 se muestran las causas directas e indirectas del problema principal.

**Tabla 3.2.2-1 Causas directas e indirectas del problema principal**

Causa directa	1. Caudal excesivo de inundaciones	2. Desbordamiento	3. Mantenimiento insuficiente de las obras de control	4. Insuficientes actividades comunitarias para el control de inundaciones
Causas indirectas	1.1 Frecuente ocurrencia de clima extraordinaria (El Niño, etc.)	2.1 Falta de obras de control de inundaciones	3.1 Falta de conocimientos y técnicas de mantenimiento	4.1 Falta de conocimientos y técnicas de prevención de inundaciones
	1.2 Precipitaciones extraordinarias en las cuencas alta y media	2.2 Falta de recursos para la construcción de las obras	3.2 Falta de capacitación en mantenimiento	4.2 Falta de capacitación en prevención de inundaciones
	1.3 Cobertura vegetal casi nula en las cuencas alta y media	2.3 Falta de planes de control de inundaciones en las cuencas	3.3 Falta de reparación de los diques y márgenes	4.3 Falta del sistema de alerta temprana
	1.4 Excesivo arrastre de sedimentos desde las cuencas alta y media	2.4 Falta de diques	3.4 Falta de reparación de obras de toma y de derivación	4.4 Falta de monitoreo y recolección de datos hidrológicos
	1.5 Reducción de la capacidad hidráulica de los ríos por alteración de pendientes, etc.	2.5 Falta del ancho del cauce	3.5 Uso ilegal del lecho para fines agrícolas	
		2.6 Acumulación de sedimentos en los lechos	3.6 Falta de presupuesto de mantenimiento	
		2.7 Falta de ancho en el punto de construcción del puente		
		2.8 Elevación del lecho en el punto de construcción del puente		
		2.9 Erosión de los diques y márgenes		
		2.10 Falta de capacidad para el diseño de las obras		

### 3.2.3 Efectos de los problemas

#### (1) Problema principal

Valles y comunidades locales altamente vulnerables ante inundaciones.

#### (2) Efectos directos e indirectos

En la Tabla 3.2.3-1 se muestran los efectos directos e indirectos del problema principal.

**Tabla 3.2.3-1 Efectos directos e indirectos del problema principal**

Efectos directos	1. Daños agrícolas	2. Daños directos a la comunidad	3. Daños de las infraestructuras sociales	4. Otros daños económicos
Efectos indirectos	1.1 Daños de cultivos y ganado	2.1 Pérdida de viviendas y propiedades privadas	3.1 Destrucción de caminos	4.1 Interrupción de tráfico
	1.2 Pérdida de las tierras agrícolas	2.2 Pérdida de establecimientos industriales y existencias	3.2 Pérdida de puentes	4.2 Costos de prevención de inundaciones y evacuación
	1.3 Destrucción de los canales de riego	2.3 Accidentes y pérdida de la vida humana	3.3 Daños en las infraestructuras de agua potable, electricidad, gas y comunicación	4.3 Costos de reconstrucción y medidas de emergencia
	1.4 Destrucción de las obras de toma y derivación	2.4 Pérdida comercial		4.4 Pérdida de trabajo por los habitantes locales
	1.5 Erosión de diques y márgenes			4.5 Reducción de ingresos de la comunidad
				4.6 Degradación de la calidad de vida
				4.7 Pérdida del dinamismo económico

### (3) Efecto final

El efecto final del problema principal es el Impedimento del desarrollo socioeconómico comunitario de la zona afectada.

#### 3.2.4 Árbol de causas y efectos

En la Figura 3.2.4-1 se presenta el árbol de causas y efectos elaborado con base en los resultados del análisis mencionado.

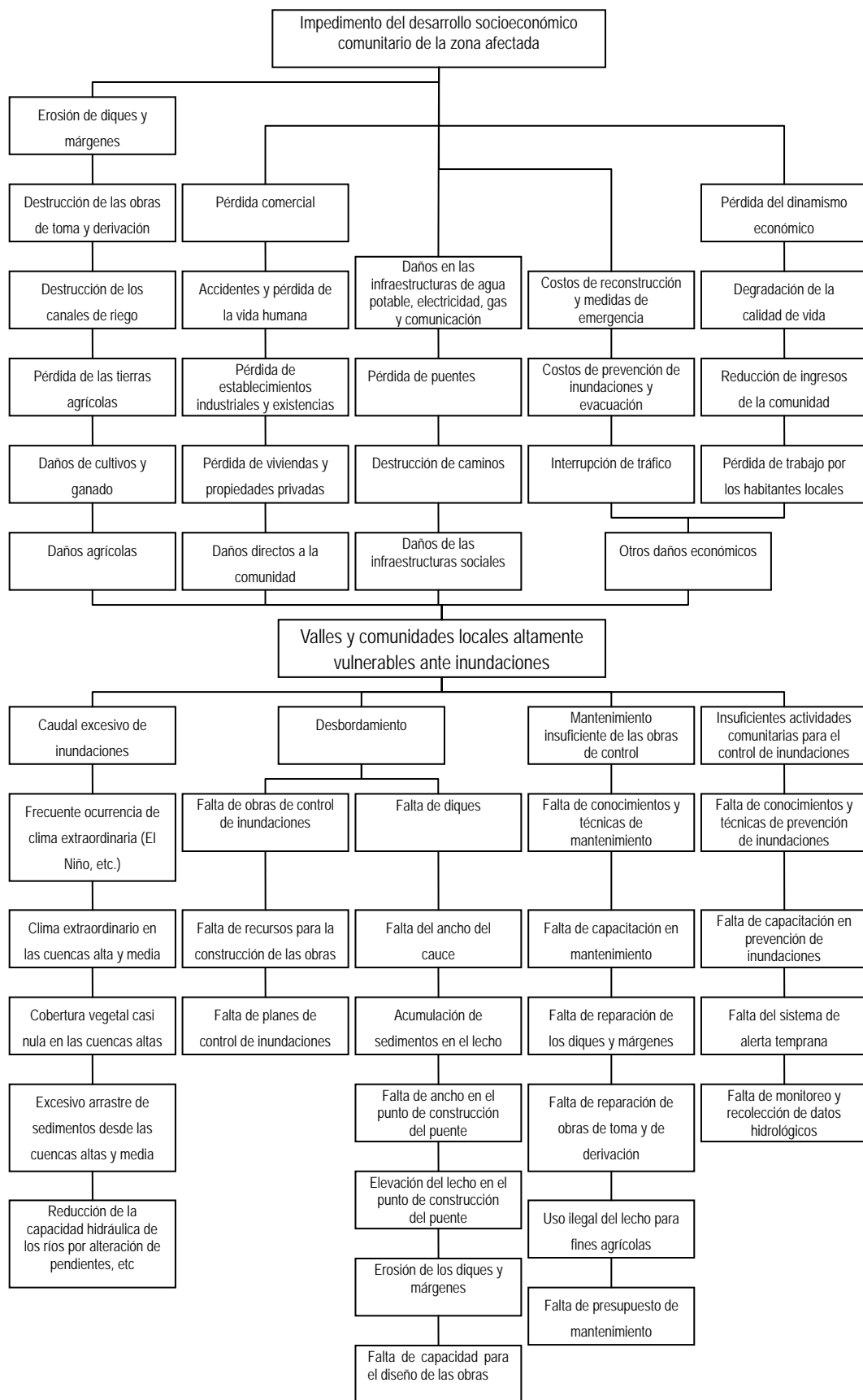


Figura 3.2.4-1 Árbol de causas y efectos

### 3.2.5 Medidas de solución al problema principal

#### (1) Objetivo principal

Aliviar la vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones.

#### (2) Medidas directas e indirectas

En la Tabla 3.3.1-1 se plantean las medidas de solución directa e indirecta al problema.

**Tabla 3.2.5-1 Medidas de solución directa e indirecta al problema**

Medida directa	1. Analizar y aliviar el caudal excesivo de inundaciones	2. Prevenir desbordamiento	3. Cumplimiento cabal de mantenimiento de las obras de control de inundaciones	4. Incentivar la prevención de inundaciones comunitaria
Medidas indirectas	1.1 Analizar el clima extraordinario (El Niño, etc.)	2.1 Construir obras de control de inundaciones	3.1 Reforzar conocimientos y técnicas de mantenimiento	4.1 Reforzar conocimientos y técnicas de prevención de inundaciones
	1.2 Analizar precipitaciones extraordinarias en las cuencas alta y media	2.2 Proporcionar recursos para la construcción de las obras	3.2 Reforzar capacitación en mantenimiento	4.2 Ejecutar capacitación en prevención de inundaciones
	1.3 Plantar vegetación en las cuencas alta y media	2.3 Elaborar planes de control de inundaciones en las cuencas	3.3 Mantener y reparar los diques y márgenes	4.3 Construir el sistema de alerta temprana
	1.4 Aliviar el excesivo arrastre de sedimentos desde las cuencas alta y media	2.4 Construir diques	3.4 Reparar las obras de toma y de derivación	4.4 Reforzar el monitoreo y recolección de datos hidrológicos
	1.5 Tomar medidas para aliviar la reducción de la capacidad hidráulica de los ríos por alteración de pendientes, etc.	2.5 Ampliar el ancho del cauce	3.5 Controlar el uso ilegal del lecho para fines agrícolas	
		2.6 Excavación del lecho	3.6 Aumentar el presupuesto de mantenimiento	
		2.7 Ampliar el río en el punto de construcción del puente		
		2.8 Dragado en el punto de construcción del puente		
		2.9 Controlar la erosión de los diques y márgenes		
		2.10 Reforzar la capacidad para el diseño de las obras		



### 3.2.6 Impactos esperados por el cumplimiento del objetivo principal

#### (1) Impacto final

El impacto final que el Proyecto contempla alcanzar es aliviar la vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones y fomentar el desarrollo socioeconómico local.

#### (2) Impactos directos e indirectos

En la Tabla 3.3.2-1 se plantean los impactos directos e indirectos esperados al cumplir el objetivo principal para el logro del impacto final.

**Tabla 3.2.6-1 Impactos directos e indirectos**

Impactos directos	1. Alivio de los daños agrícolas	2. Alivio de los daños directos a la comunidad	3. Alivio de los daños infraestructuras sociales	4. Alivio de otros daños económicos
Impactos indirectos	1.1 Alivio de los daños de cultivos y ganado	2.1 Prevención de la pérdida de viviendas y propiedades privadas	3.1 Prevención de la destrucción de caminos	4.1 Prevención de la interrupción de tráfico
	1.2 Alivio de la pérdida de tierras agrícolas	2.2 Prevención de la pérdida de establecimientos industriales y existencias	3.2 Prevención de la pérdida de puentes	4.2 Reducción de costos de prevención de inundaciones y evacuación
	1.3 Prevención de la destrucción de los canales de riego	2.3 Prevención de accidentes y de la pérdida de la vida humana	3.3 Alivio de los daños en las infraestructuras de agua potable, electricidad, gas y comunicación	4.3 Reducción de los costos de reconstrucción y medidas de emergencia
	1.4 Prevención de la destrucción de las obras de toma y derivación	2.4 Alivio de la pérdida comercial		4.4 Aumento del empleo de la comunidad local
	1.5 Alivio de la erosión de diques y márgenes			4.5 Aumento ingresos de la comunidad
				4.6 Mejoría de la calidad de vida
				4.7 Desarrollo de las actividades económicas

#### 3.2.7 Árbol de medidas – objetivos – impactos

En la Figura 3.2.7-1 se presenta el árbol de medidas – objetivos – impactos.

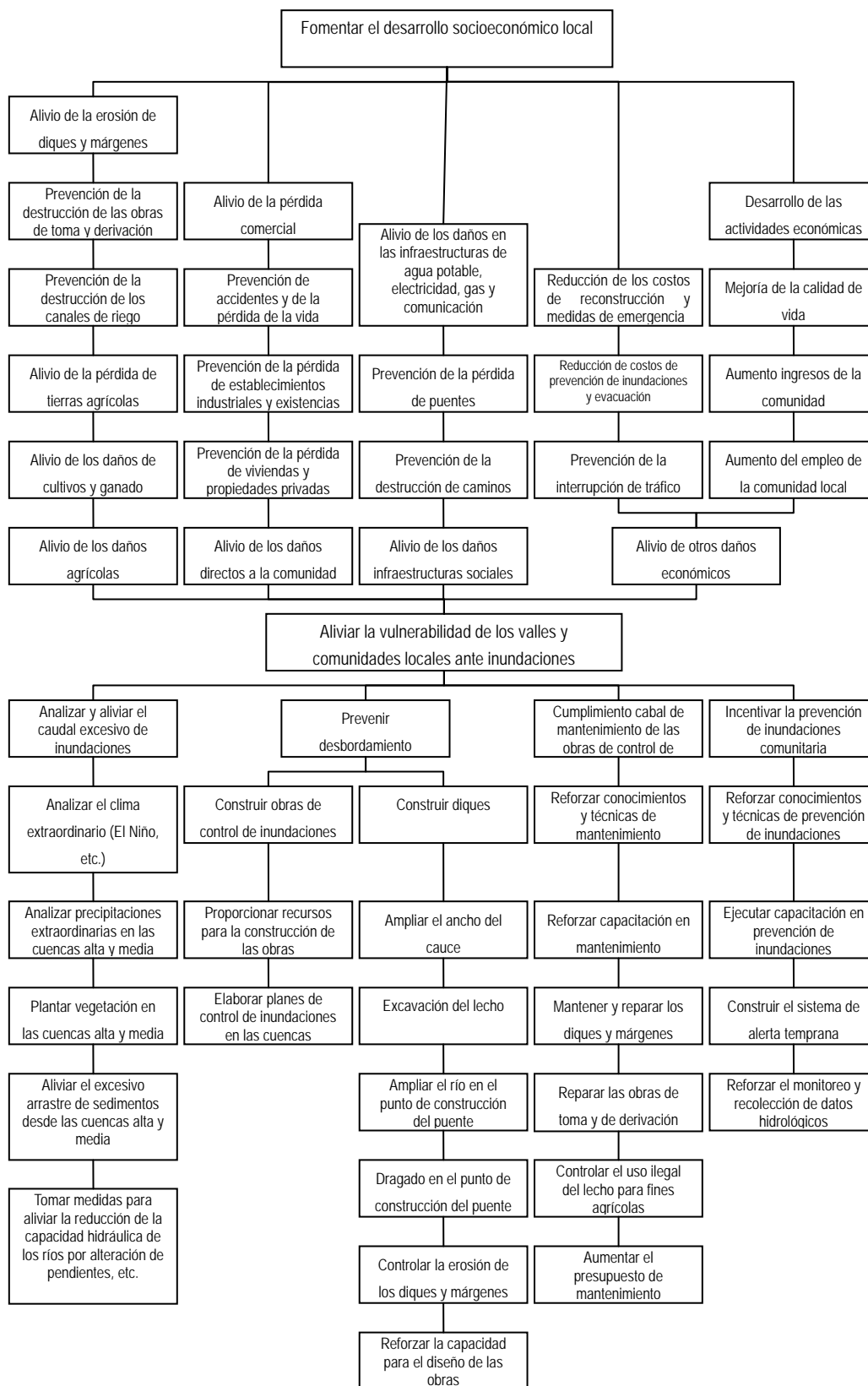


Figura 3.2.7-1 Árbol de medidas – objetivos – impactos

## **4. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN**

### **4.1 Definición del Horizonte de Evaluación del Proyecto**

El período objeto de la evaluación del Proyecto será de 15 años al igual que el período adoptado en el Informe de Perfil del Programa. Si bien es cierto que el período objeto de la evaluación establecido por el SNIP en su Anexo 10 de los Reglamentos, es de 10 años, también se establece que este período puede ser modificado cuando la unidad formuladora del proyecto (en este caso DGIH) lo considere necesario. La DGIH adopta un período de 15 años en su Informe de Perfil del Programa, con la aprobación de la OPI y DGPM (19 de marzo de 2010). Por otro lado, dado que JICA establece un período de 50 años para el Estudio de Desarrollo, consultó con DGIH y OPI y recibió la instrucción de adoptar 15 años. Cabe recordar que en el Anexo 14 “Plan de Implementación del Proyecto de Cooperación Financiera Reembolsable” se describe la evaluación socioeconómica en el caso de adoptar un período objeto de la evaluación de 50 años.

### **4.2 Análisis de Demanda y oferta**

Se calculó el nivel de agua teórico en el caso de discurrir el caudal de inundaciones de diseño basándose en los datos del levantamiento transversal del río ejecutado con un intervalo de 500m, en la cuenca del río Chincha, suponiendo un caudal de inundaciones de diseño igual al caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años. Luego, se determinó la altura del dique como la suma del nivel de agua de diseño más el libre bordo del dique.

Ésta es la altura requerida del dique para controlar los daños provocados por las inundaciones de diseño y constituye el indicador de la demanda de la comunidad local.

La altura del dique existente o la altura del terreno actual es la altura requerida para controlar los daños de las inundaciones actuales, y constituye el indicador de la oferta actual.

La diferencia entre la altura del dique de diseño (demanda) y la altura del dique o terreno actual constituye, la diferencia o brecha que hay entre la demanda y la oferta.

En la Tabla 4.2-1 se presentan los promedios del nivel de agua de inundaciones calculado en “3.1.9 Análisis de descarga” con un período de retorno de 50 años; de la altura requerida del dique (demanda) para controlar el caudal sumando el nivel de agua de diseño más el libre bordo del dique; de la altura del dique o del terreno actual (oferta), y la diferencia entre estas dos últimas (diferencia entre demanda-oferta) del río. Asimismo, en las Tablas 4.2-2 y 4.2-3 se presentan, a modo de ejemplo, estos valores en cada punto. La altura del dique o del terreno actual es mayor que la altura requerida del dique, en determinados puntos. En estos, la diferencia entre la oferta y demanda se consideró nula.

**Tabla 4.2-1 Análisis de la demanda y oferta**

Cuenca	Altura dique / terreno actual (oferta)		Nivel de agua teórico con período de retorno de 50 años	Borodo libre dique	Altura requerida dique (demanda)	Dif. Demanda/oferta	
	M. izquierda	M. derecha				M. izquierda	M. derecha
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
Río Chincha							
Río Chico	144.81	145.29	144.00	0.80	114.8	0.4	0.45
Río Matagente	133.72	133.12	132.21	0.80	133.01	0.29	0.36

**Tabla 4.2-2 Demanda y oferta según puntos (Río Chico)**

Marca de Kilometraje  (km)	Altura dique / terreno actual (oferta)		Nivel de agua teórico con período de retorno de 50 años	Borodo libre dique	Altura requerida dique  (demanda)	Dif. Demanda/oferta	
	M. izquierda	M. derecha				M. izquierda	M. derecha
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
0.0	3.71	4.12	2.94	0.80	3.74	0.03	0.00
0.5	6.72	8.25	6.38	0.80	7.18	0.47	0.00
1.0	10.89	10.80	10.30	0.80	11.10	0.21	0.30
1.5	15.17	20.55	14.98	0.80	15.78	0.61	0.00
2.0	19.56	19.55	19.83	0.80	20.63	1.06	1.08
2.5	24.95	24.12	24.62	0.80	25.42	0.46	1.29
3.0	30.48	30.30	29.93	0.80	30.73	0.25	0.43
3.5	34.82	35.29	35.11	0.80	35.91	1.09	0.62
4.0	40.27	42.10	39.92	0.80	40.72	0.45	0.00
4.5	46.38	48.59	47.57	0.80	48.37	1.99	0.00
5.0	53.20	51.85	50.96	0.80	51.76	0.00	0.00
5.5	58.00	58.31	55.93	0.80	56.73	0.00	0.00
6.0	62.36	62.11	60.00	0.80	60.80	0.00	0.00
6.5	65.97	67.28	65.23	0.80	66.03	0.07	0.00
7.0	70.68	71.22	70.31	0.80	71.11	0.43	0.00
7.5	76.17	75.60	75.78	0.80	76.58	0.41	0.98
8.0	81.79	82.51	81.44	0.80	82.24	0.45	0.00
8.5	87.91	88.23	87.25	0.80	88.05	0.14	0.00
9.0	92.69	92.27	92.44	0.80	93.24	0.56	0.97
9.5	98.27	99.23	98.58	0.80	99.38	1.10	0.14
10.0	104.25	103.92	103.88	0.80	104.68	0.43	0.75
10.5	110.34	109.64	109.72	0.80	110.52	0.18	0.89
11.0	117.19	116.83	115.78	0.80	116.58	0.00	0.00
11.5	122.77	122.32	122.43	0.80	123.23	0.46	0.91
12.0	130.13	128.13	128.06	0.80	128.86	0.00	0.73
12.5	134.47	135.27	134.81	0.80	135.61	1.14	0.33
13.0	141.10	143.66	141.36	0.80	142.16	1.06	0.00
13.5	147.52	148.33	147.93	0.80	148.73	1.21	0.40
14.0	155.34	154.91	153.81	0.80	154.61	0.00	0.00
14.5	159.29	160.51	159.98	0.80	160.78	1.49	0.28
15.0	166.80	173.71	168.06	0.80	168.86	2.06	0.00
15.5	174.12	173.81	173.49	0.80	174.29	0.17	0.48
16.0	180.87	182.06	180.83	0.80	181.63	0.76	0.00
16.5	188.22	187.95	187.27	0.80	188.07	0.00	0.12
17.0	194.87	193.23	194.08	0.80	194.88	0.01	1.66
17.5	202.01	200.70	202.04	0.80	202.84	0.83	2.13
18.0	209.54	208.18	208.22	0.80	209.02	0.00	0.83
18.5	217.27	217.43	216.16	0.80	216.96	0.00	0.00
19.0	224.75	225.09	224.00	0.80	224.80	0.05	0.00
19.5	232.65	233.30	231.65	0.80	232.45	0.00	0.00
20.0	240.35	254.51	238.42	0.80	239.22	0.00	0.00
20.5	250.05	246.58	247.29	0.80	248.09	0.00	1.51
21.0	256.42	254.14	255.38	0.80	256.18	0.00	2.04
21.5	263.72	263.40	261.89	0.80	262.69	0.00	0.00
22.0	271.34	270.77	271.53	0.80	272.33	0.99	1.57
22.5	280.04	284.63	279.11	0.80	279.91	0.00	0.00
23.0	289.05	290.36	287.73	0.80	288.53	0.00	0.00
23.5	295.99	294.21	294.76	0.80	295.56	0.00	1.35
24.0	304.42	306.21	303.34	0.80	304.14	0.00	0.00
24.5	315.48	314.46	312.07	0.80	312.87	0.00	0.00
25.0	324.92	319.10	319.40	0.80	320.20	0.00	1.11
Promedio	144.81	145.29	144.00	0.80	144.80	0.40	0.45

**Tabla 4.2-3 Demanda y oferta según puntos (Río Matagente)**

Marca de Kilometraje	Altura dique / terreno actual (oferta)		Nivel de agua teórico con período de retorno de 50 años	Borodo libre dique	Altura requerida dique  (demanda)	Dif. Demanda/oferta	
	M. izquierda	M. derecha				M. izquierda	M. derecha
(km)	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
0.0	2.58	2.16	2.22	0.80	3.02	0.44	0.85
0.5	3.40	4.85	5.26	0.80	6.06	2.66	1.21
1.0	6.55	6.50	7.22	0.80	8.02	1.47	1.52
1.5	10.00	10.11	10.17	0.80	10.97	0.97	0.85
2.0	13.43	15.09	13.71	0.80	14.51	1.08	0.00
2.5	17.07	20.06	17.69	0.80	18.49	1.43	0.00
3.0	22.03	24.12	21.63	0.80	22.43	0.39	0.00
3.5	27.56	27.50	26.13	0.80	26.93	0.00	0.00
4.0	31.51	31.24	30.47	0.80	31.27	0.00	0.04
4.5	35.58	35.32	34.51	0.80	35.31	0.00	0.00
5.0	41.98	40.32	40.01	0.80	40.81	0.00	0.49
5.5	45.86	45.19	44.84	0.80	45.64	0.00	0.45
6.0	50.08	48.81	49.14	0.80	49.94	0.00	1.13
6.5	54.35	55.04	53.40	0.80	54.20	0.00	0.00
7.0	59.08	57.82	58.08	0.80	58.88	0.00	1.06
7.5	63.40	62.51	62.98	0.80	63.78	0.38	1.27
8.0	68.88	67.69	67.28	0.80	68.08	0.00	0.39
8.5	73.29	72.83	72.72	0.80	73.52	0.23	0.69
9.0	78.20	77.68	78.60	0.80	79.40	1.20	1.72
9.5	83.40	82.77	83.25	0.80	84.05	0.66	1.28
10.0	89.48	89.30	88.98	0.80	89.78	0.29	0.48
10.5	96.85	95.26	95.01	0.80	95.81	0.00	0.55
11.0	101.96	101.83	100.37	0.80	101.17	0.00	0.00
11.5	107.51	106.67	106.03	0.80	106.83	0.00	0.16
12.0	115.71	113.02	112.27	0.80	113.07	0.00	0.05
12.5	120.34	120.84	120.40	0.80	121.20	0.86	0.36
13.0	126.80	126.53	126.68	0.80	127.48	0.69	0.95
13.5	133.51	133.18	133.00	0.80	133.80	0.29	0.62
14.0	139.51	138.84	139.07	0.80	139.87	0.36	1.03
14.5	146.29	146.59	145.46	0.80	146.26	0.00	0.00
15.0	152.42	153.14	152.17	0.80	152.97	0.55	0.00
15.5	158.48	157.91	158.34	0.80	159.14	0.67	1.24
16.0	166.41	165.40	164.64	0.80	165.44	0.00	0.04
16.5	171.68	171.66	170.82	0.80	171.62	0.00	0.00
17.0	178.50	178.55	177.38	0.80	178.18	0.00	0.00
17.5	185.97	184.93	184.22	0.80	185.02	0.00	0.09
18.0	193.35	191.73	190.81	0.80	191.61	0.00	0.00
18.5	199.11	198.68	197.79	0.80	198.59	0.00	0.00
19.0	206.87	205.53	204.36	0.80	205.16	0.00	0.00
19.5	214.30	214.28	213.56	0.80	214.36	0.06	0.09
20.0	222.43	221.28	220.84	0.80	221.64	0.00	0.36
20.5	229.93	230.02	228.96	0.80	229.76	0.00	0.00
21.0	237.01	236.42	234.90	0.80	235.70	0.00	0.00
21.3	238.88	240.30	238.30	0.80	239.10	0.22	0.00
21.8	246.95	250.05	245.04	0.80	245.84	0.00	0.00
22.3	255.59	256.42	253.48	0.80	254.28	0.00	0.00
22.8	267.12	263.72	261.25	0.80	262.05	0.00	0.00
23.3	275.04	271.34	270.12	0.80	270.92	0.00	0.00
23.8	279.22	280.04	278.31	0.80	279.11	0.00	0.00
24.3	299.88	289.05	285.93	0.80	286.73	0.00	0.00
24.8	303.56	295.99	293.62	0.80	294.42	0.00	0.00
25.3	304.42	306.21	303.29	0.80	304.09	0.00	0.00
Promedio	133.72	133.12	132.21	0.80	133.01	0.29	0.36

## 4.3 Planeamiento Técnico

### 4.3.1 Medidas estructurales

Como medidas estructurales, ha sido necesario elaborar un plan de control de inundaciones para toda la cuenca. En la sección posterior 4.14 “Plan de mediano y largo plazo”, 4.14.1 “Plan General de Control de Inundaciones” se detallan los resultados del análisis. Dicho plan propone construir diques para el control de inundaciones de toda la cuenca. Sin embargo, esto requiere de un costo sumamente alto, mucho más allá del presupuesto del presente Proyecto, lo que hace que sea poco viable adoptar esta propuesta. Por lo tanto, suponiendo que los diques para controlar las inundaciones de toda la cuenca serán construidos progresivamente dentro de un plan de mediano y largo plazo, aquí se enfocó el estudio en las obras más urgentes y prioritarias para el control de inundaciones.

#### (1) Caudal de inundaciones de diseño

##### 1) Guía de Protección y Control de Inundaciones en el Perú

La Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas elaborada por la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) (al presente DGPI) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), en su apartado 3.1.1 "Horizonte de Proyectos", recomienda realizar el análisis comparativo de diferentes períodos de retorno: 25 años, 50 años y 100 años para el área urbana, y 10 años, 25 años y 50 años para el área rural y las tierras agrícolas. Teniendo en cuenta que el presente Proyecto se orienta a la protección del área rural y de las tierras agrícolas, se considera que el análisis debe hacerse para las inundaciones de diseño con períodos de retorno de 10, 25 y 50 años.

##### 2) Caudal máximo histórico y caudal de inundaciones de diseño

En la Figura de 4.3.1-1 se muestran los valores observados de caudal máximo anual de la cuenca del Río Chincha. Asimismo en la Tabla 4.3.1-1 se presenta el caudal máximo histórico de la cuenca del Río Cañete, según los datos antes mencionados, así como el caudal probable de inundaciones con diferentes períodos de retorno.

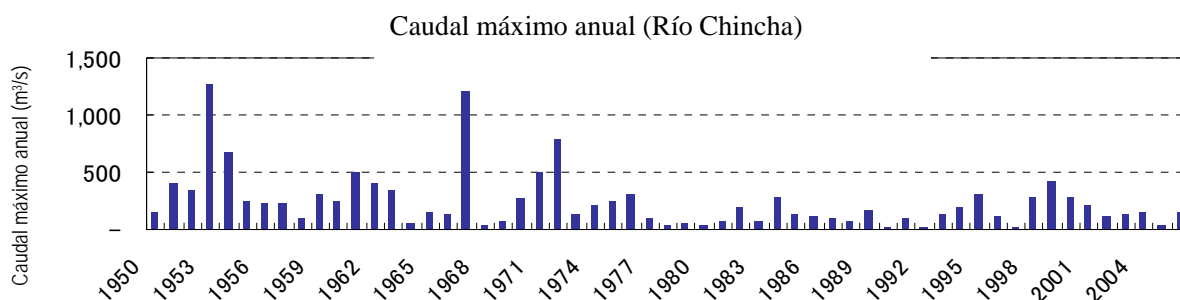
El caudal máximo histórico del Río Chincha es de  $1.269 \text{ m}^3/\text{seg}$ , que es mucho mayor que el caudal con un período de retorno de 50 años de  $917 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Sin embargo, tal como se indica en la Figura 4.3.1-1 estas inundaciones ocurrieron antes de los años sesenta, y el caudal máximo anual de estos últimos 40 años es entre  $500$  y  $750 \text{ m}^3/\text{seg}$ , mucho menor que el caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años.

Dado que los ríos del Perú, en su gran mayoría, están desprotegidos, se considera que no es necesario construir parcialmente las obras de protección contra las inundaciones de una magnitud mayor al

caudal máximo de inundaciones históricas. Sin embargo, también hay que considerar que las inundaciones ocurridas han provocado grandes daños en el pasado. Así, se considera necesario, como el primer paso, construir las obras que garanticen la seguridad ante las inundaciones de esta magnitud. Por lo tanto, se definió como meta, la protección contra los daños de las inundaciones con un período de retorno de 50 años, que es el caudal máximo de inundaciones históricas. No obstante, la adopción del caudal de inundaciones con un periodo de retorno de 50 años no tiene un significado absoluto, sino que pretende comparar y analizar relativamente las cuencas objeto del Estudio.

**Tabla 4.3.1-1 Caudal de inundaciones con diferentes períodos de retorno y caudal histórico (m<sup>3</sup>/s)**

Ríos	Período de retorno de 10 años	Período de retorno de 25 años	Período de retorno de 50 años	Período de retorno de 100 años	Caudal máximo histórico
Chíncha	580	807	917	1,171	1,269



**Figura 4.3.1-1 Caudal máximo anual (Datos reales: Río Chíncha)**

### 3) Caudal probable de inundaciones, monto de pérdidas y superficie inundada

En la Figura 4.3.1-2 se presenta la relación entre el caudal probable de inundaciones, monto de pérdidas y superficie inundada de cada cuenca.

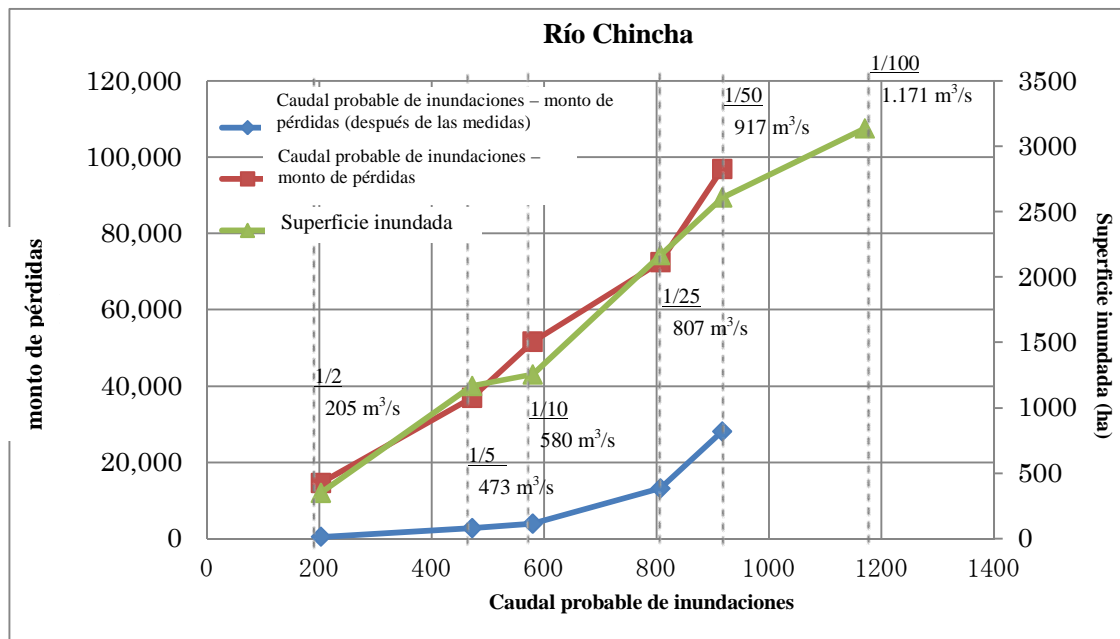
De estas figuras se puede afirmar lo siguiente.

- (1) Cuanto mayor sea el caudal probable de inundaciones, mayor es la superficie inundada (líneas verdes en las figuras).
- (2) Cuanto mayor sea el caudal probable de inundaciones, mayor es el monto de pérdidas (líneas rojas en las figuras).
- (3) Al aumentar el caudal probable de inundaciones, aumenta también progresivamente el monto de pérdidas después de implementados los proyectos (líneas azules en las figuras).
- (4) Al aumentar el caudal probable de inundaciones, aumenta constantemente el monto de pérdidas reducidas (diferencia entre las líneas rojas y azules), y la máxima diferencia se



produce en el caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años.

Tal como se indicó anteriormente, el caudal con un período de retorno de 50 años es casi similar al caudal máximo histórico. Y el monto absoluto de pérdidas reducidas por los proyectos llega a su máximo en este período de retorno que otros. Asimismo, la evaluación social arrojó resultados positivos del impacto económico. La magnitud prevista es para 1/50 años, sin embargo, en cuanto a la superficie a inundarse, se ha indicado también para el período de retorno de 100 años para la referencia.



**Figura 4.3.1-2 Caudal probable de inundaciones, monto de pérdidas y superficie inundada (Río Chinchá)**

**(2) Levantamiento topográfico**

Se llevó a cabo el levantamiento topográfico en los lugares seleccionados para la ejecución de las medidas estructurales (Tabla 4.3.1-2). El diseño preliminar de las obras de control se basó en estos resultados de levantamiento topográfico.

**Tabla 4.3.1-2 Perfil del levantamiento topográfico**

Ríos	Ubicación (No.)	Instalaciones	Lv. Topo (S=1/2500)	Levantamiento transversal (S=1/200)		
			(ha)	No. de línea	Long. media (m)	Long. total (m)
Chincha	Chico-1	Dique	15.0	32	50.0	1,600
	Chico-2	Reservorio	21.0	8	300.0	2,400
	Chico-3	Reservorio	5.0	4	200.0	800
	Ma-1	Dique	15.0	32	50.0	1,600
	Ma-2	Dique & excavación	24.0	13	200.0	2,600
Sub Total			80.0	89		9,000

### (3) Selección de las obras de control de inundaciones prioritarias

#### 1) Lineamientos básicos

Para la selección de las obras prioritarias de control de inundaciones, se basaron en los siguientes elementos.

- Demanda de la comunidad local (basada en los daños históricos de inundaciones)
- Falta de capacidad hidráulica (incluyendo los tramos afectados por la socavación)
- Condiciones de la zona adyacente (condiciones del área urbana, tierras de cultivo, etc.)
- Condiciones de inundación (extensión de del agua desbordada conforme los resultados del análisis de inundaciones)
- Condiciones sociales y ambientales (importantes instalaciones locales, etc.)

Se realizó una evaluación integral de los cinco elementos antes mencionados tomando en cuenta los resultados del levantamiento del río, estudio en campo, evaluación de la capacidad hidráulica, análisis de desbordamiento, entrevistas (a las comisiones de regantes, autoridades locales, datos históricos de los daños de inundación, etc.) y se seleccionaron cinco sitios donde se deben ejecutar las obras prioritarias de control de inundación (sitios que han tenido mayor puntaje en la evaluación integral).

Concretamente, dado que el levantamiento del río, la evaluación de la capacidad hidráulica y el análisis de desbordamiento han sido realizados a cada 500 metros de intervalo (sección), la evaluación integral se realizó también para tramos de 500 metros. Estos tramos fueron evaluados en escalas de 1 a 3 (0 punto, 1 punto y 2 puntos), y los tramos cuya suma superaron 6 puntos, han sido seleccionados como sitios prioritarios. El límite inferior (6 puntos) ha sido determinado tomando en cuenta también el presupuesto disponible del Proyecto en general.

En la Tabla 4.3.1-3 se presentan los aspectos evaluados y los criterios de evaluación.

**Tabla 4.3.1-3 Aspectos y criterios de evaluación**

Aspectos de evaluación	Descripción	Criterios de evaluación
Demanda de los habitantes locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Daños de inundaciones en el pasado</li> <li>● Demanda de los habitantes y productores locales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramos que han tenido grandes inundaciones en el pasado y que hay una gran demanda por parte de la comunidad local (2 puntos)</li> <li>• Demanda de los habitantes locales (1 punto)</li> </ul>
Falta de capacidad hidráulica del río (tramos socavados)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Posibilidad de desbordarse el río por falta de la capacidad hidráulica</li> <li>● Posibilidad de derrumbarse el dique por socavación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramos de capacidad hidráulica particularmente reducida (que se desborda con crecidas con un período de retorno de 10 años o menos) (2 puntos)</li> <li>• Tramos de reducida capacidad hidráulica (período de retorno de menos de 25 años) (1 punto)</li> </ul>
Condiciones de las áreas circundantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tierras de cultivo grande, etc.</li> <li>● Zona urbana, etc.</li> <li>● Evaluación de las tierras e infraestructuras cercanas al río.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramos donde se extienden grandes tierras de cultivo (2 puntos)</li> <li>• Tramos donde existen tierras de cultivo con poblados mezclados, o gran área urbana (2 puntos)</li> <li>• La misma configuración que lo anterior, pero con menor escala (1 punto)</li> </ul>
Condiciones de desbordamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Magnitud de desbordamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Donde el desbordamiento se extiende en superficie extensa (2 puntos)</li> <li>• Donde el desbordamiento se limita en una determinada área (1 punto)</li> </ul>
Condiciones socio-ambientales (estructuras importantes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bocatomas del sistema de riego, agua potable, etc.</li> <li>● Puentes y caminos principales (Carretera Panamericana, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Donde existen infraestructuras importantes para la zona (2 puntos)</li> <li>• Donde existen infraestructuras importantes (pero menos que las primeras) para la zona (caminos regionales, pequeñas bocatomas, etc.) (1 punto)</li> </ul>

## 2) Resultados de la selección

En la Figura 4.3.1-3 y la Figura 4.3.1-4 se muestran los resultados de la evaluación en cada tramo del río, así como los resultados de la selección de las obras prioritarias de control de inundación.



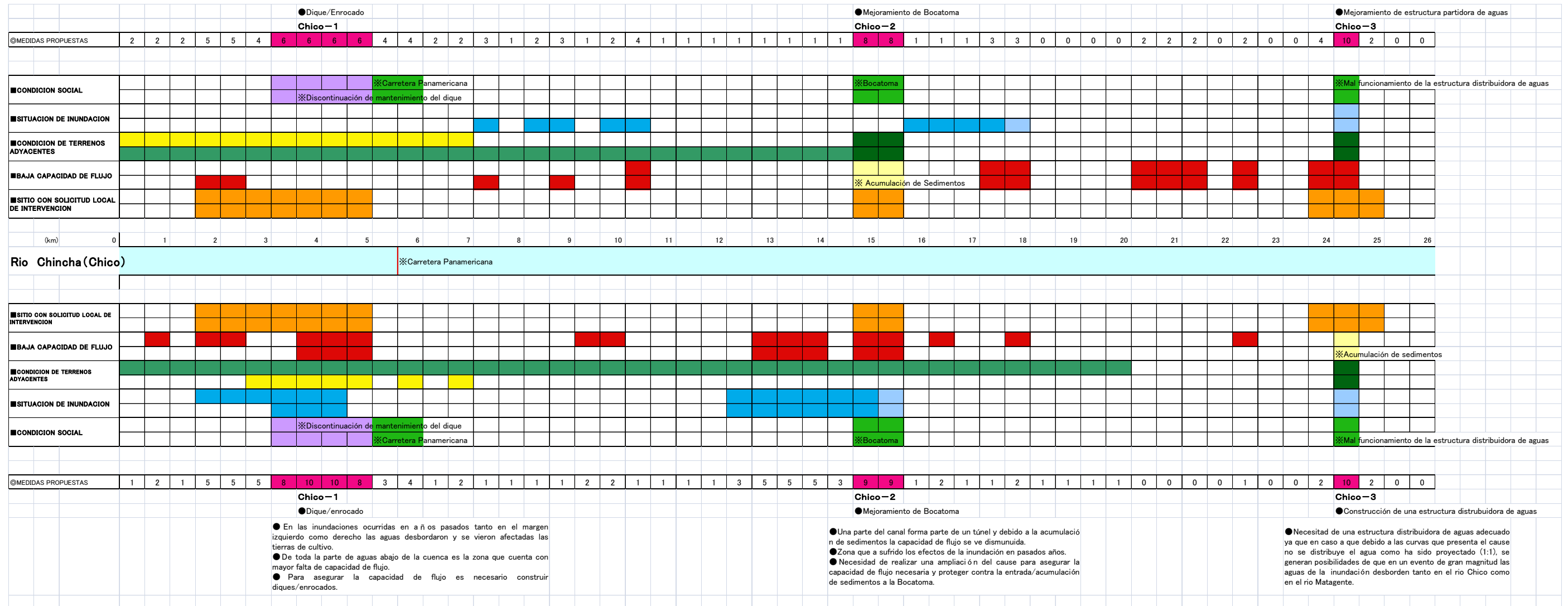


Figura 4.3.1-3 Resultados de selección de las obras prioritarias de control de inundación en el Río Chíncha-Chico

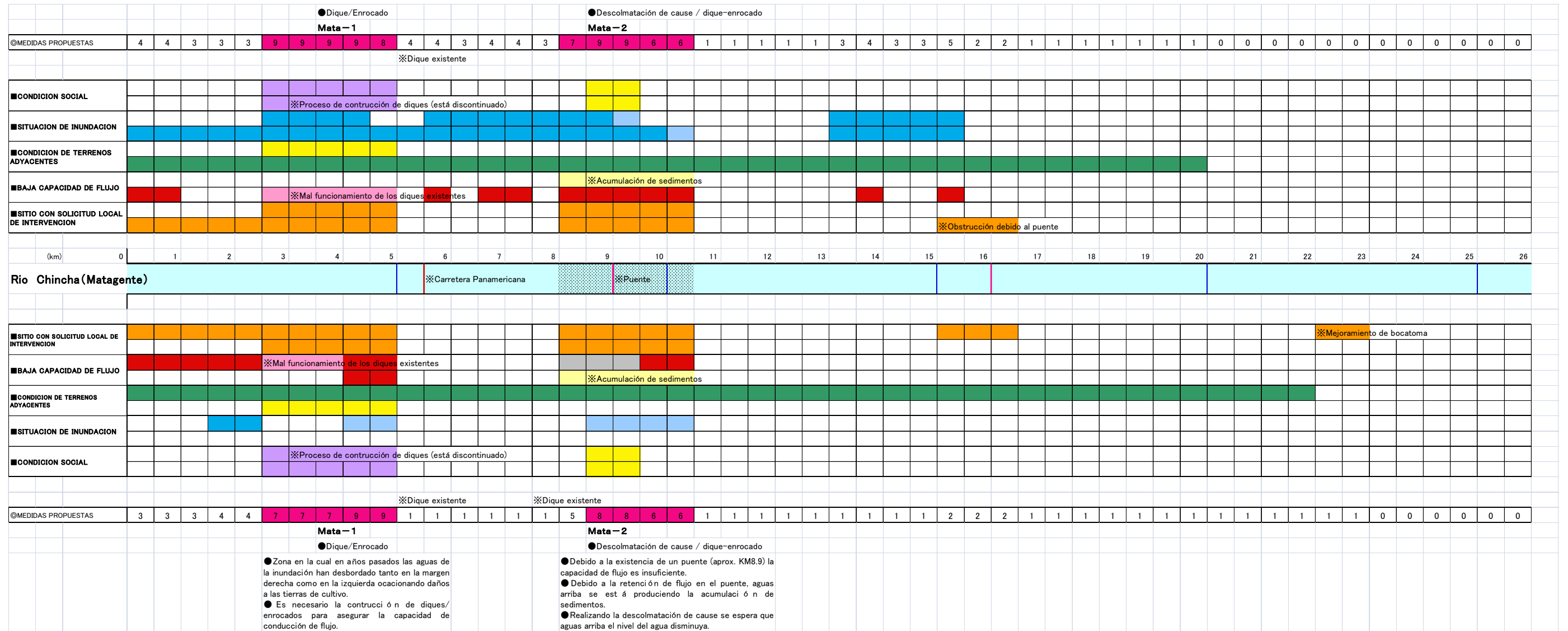


Figura 4.3.1-4 Resultados de selección de las obras prioritarias de control de inundación en el Río Chíncha-Matagente

3) Fundamentos de la selección

A continuación se presentan los fundamentos de la selección de los sitios de obras en el Río Chincha.

El Río Chincha se caracteriza por una insuficiente derivación del caudal de los ríos Chico y Matagente en la cuenca alta. En el caso de que el caudal de crecida fluya solo a un río, se puede producir grandes daños por falta de capacidad hidráulica en ambos ríos. Aun cuando se distribuya adecuadamente el agua entre los ríos Chico y Matagente con una relación de 1:1, el Río Chico puede desbordarse a las alturas de 15 km y 4 km desde la desembocadura inundando grandes zonas de la margen izquierda, y el Río Matagente puede desbordarse a las alturas de 9 km y 3 km, inundando grandes zonas de la margen derecha. Por lo tanto, las medidas básicas consistirán en la construcción de una obra de derivación e incremento de la capacidad hidráulica en los tramos propensos a desbordamiento (construcción de dique y descolmatación).

Las medidas en cada punto están planeadas básicamente en el supuesto de que el caudal de crecidas sea distribuido en forma equitativa entre los Ríos Chico y Matagente, ya que la dimensión de ambos Ríos es casi igual (se supone realizar la medida 3). Por otra parte, no hay plan de distribución del caudal elaborado anteriormente.

**Tabla 4.3.1-4 Fundamentos de los tramos seleccionados para ejecutar obras  
(Río Chincha)**

No	Ubicación de obras	Fundamentos de selección
1)	<p><b>Río Chico</b></p> <p>km2,9 - km5,0 (Dique con revestimiento en ambas márgenes)</p>	<p>Tal como se indicó anteriormente, el tramo en cuestión <u>es el tramo de más reducida capacidad hidráulica en la cuenca baja del Río Chico</u>, y requiere construir un dique para prevenir la extensión de los daños de la margen izquierda. Asimismo, en el caso de que sea ejecutada alguna obra en la cuenca alta, el desbordamiento puede ocurrir también en la margen derecha, por lo que en este tramo se requiere construir los diques en ambas márgenes.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●Tramo donde las inundaciones en el pasado han provocado daños a las tierras de cultivo, etc. en ambas márgenes.</li> <li>●Tramo donde solo tiene construido el dique en la margen izquierda y de manera parcial, y de construir los diques en el tramo superior, podría producir inundaciones en este tramo.</li> <li>●El tramo de más reducida capacidad hidráulica en la cuenca baja.</li> </ul> <p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○Grandes tierras agrícolas que se extienden a ambas márgenes del tramo en cuestión (especialmente la margen izquierda)</li> </ul> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼El desbordamiento empieza a ocurrir con inundaciones de un período de retorno de 5 años. Con un caudal de 50 años, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que permita el paso seguro del caudal con un período de retorno de 50 años.</li> <li>▼Se propone reforzar el dique construido parcialmente y ejecutar las obras de protección de márgenes para asegurar la capacidad hidráulica necesaria.</li> </ul>

2)	<p><b>Río Chico</b> km14,7 - km15,3 (Dique con revestimiento en ambas márgenes y descolmatación de cause)</p>	<p>El tramo en cuestión presenta el problema de acumulación de gran cantidad de sedimentos en el sitio de bocatoma, y la falta absoluta de la capacidad hidráulica mencionada anteriormente. Por lo tanto es un tramo donde es sumamente importante controlar la entrada de sedimentos en la bocatoma (construcción de una obra de derivación que distribuya adecuadamente el caudal) y asegurar la capacidad hidráulica requerida.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tramo que se desbordó por las crecidas en el pasado.</li> <li>● Tramo donde es necesario ampliar el Río, controlar la entrada de sedimentos en la bocatoma y mantener la capacidad hidráulica necesaria.</li> <li>● Tramo donde existe un túnel de canal de agua, en el que se han acumulado los sedimentos, reduciendo la capacidad hidráulica.</li> </ul> <p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bocatoma</li> <li>○ Tierras de cultivo de la margen izquierda del tramo en cuestión.</li> </ul> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ El desbordamiento empieza a ocurrir con inundaciones de un período de retorno de 5 años. Con un caudal de 50 años, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que permita el paso seguro del caudal con un período de retorno de 50 años.</li> <li>▼ Ampliar el Río para evitar la concentración del caudal de crecida a la bocatoma.</li> </ul>
3)	<p><b>Río Chico</b> Km24,0 - km24,4 (Dique con revestimiento en ambas márgenes)</p>	<p>En este tramo el Río Chincha se divide en los Ríos Chico y Matagente, y como tal constituye el tramo más importante para el control de inundaciones del Río Chincha (componente básico de las medidas de control de inundaciones.)</p> <p>Actualmente existe una obra de derivación construido en 1954 que se encuentra en un estado avanzado de obsolescencia. Cuando ocurren frecuentes inundaciones el caudal sufre sinuosidad en el tramo superior de la bocatoma, provocando la concentración del flujo de agua en uno de los dos Ríos (Chico o Matagente), no pudiendo derivar uniformemente el caudal. Por lo tanto, la construcción de una obra de derivación constituye una medida indispensable en el plan de control de inundaciones del Río Chincha.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tramo que requiere de una obra de derivación adecuada, en el caso de que no sea posible distribuir el caudal de crecidas a una relación de 1:1 según el seño debido a la sinuosidad del Río, esto provocaría grandes inundaciones en uno de los dos Ríos: Chico o Matagente.</li> </ul> <p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Todas los distritos de Chico y Matagente. (Dado que si no se distribuye adecuadamente el caudal de crecidas, se producirán grandes daños en uno de los dos Ríos.)</li> </ul> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼ Construir una obra que derive adecuadamente el caudal de crecidas.</li> </ul>
4)	<p><b>Río Matagente</b> km2,5 - km5,0 (Dique con</p>	<p>Es el tramo donde se produjeron desbordamientos en el pasado, con tendencia de extenderse las aguas desbordadas en la margen derecha. Asimismo, el terraplenado ejecutado sin planificación en los eventos pasados, puede incrementar el riesgo de inundar también la margen izquierda en el caso de</p>



	<p>revestimiento en ambas márgenes y descolmatación de cause)</p>	<p>que tome medidas en el tramo superior. Por lo tanto, se requiere construir diques en ambas márgenes de este tramo.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●Tramo de más reducida capacidad hidráulica aguas abajo.</li> <li>●Tramo en el que las inundaciones del pasado han provocado el desbordamiento de agua en ambas márgenes, causando serios daños a las tierras de cultivo, etc.</li> <li>●Tramo donde se ha ejecutado descontroladamente el terraplenado.</li> </ul> <p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○Grandes tierras agrícolas que se extienden a ambas márgenes del tramo en cuestión (especialmente la margen derecha)</li> </ul> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼Construir diques para complementar la capacidad hidráulica faltante, y ejecutar las obras de protección de márgenes para proteger el talud y el pie de talud contra la sinuosidad del agua.</li> <li>▼El desbordamiento empieza a ocurrir con inundaciones de un período de retorno de 5 años. Con un caudal de 50 años, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que permita el paso seguro del caudal con un período de retorno de 50 años.</li> </ul>
<p>5)</p>	<p><b>Matagente</b> Km8,0-km10,5 (Dique con revestimiento en ambas márgenes y descolmatación de cause)</p>	<p>En este tramo han ocurrido inundaciones en el pasado. La reducción del ancho del Río (sitio de construcción del puente vial) ha provocado la falta de la capacidad hidráulica, y se ha elevado el lecho 4 ó 5 m en los últimos 50 años. Se necesita incrementar la capacidad hidráulica (prestando las debidas precauciones para no dañar la base del puente) y construir diques a ambas márgenes.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tramo donde la capacidad hidráulica es sumamente reducida por el estrechamiento del Río a las alturas de km 8,9 (donde está construido el puente vial).</li> <li>●Tramo donde se acumulan los sedimentos aguas arriba del puente.</li> </ul> <p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○Grandes tierras agrícolas que se extienden a ambas márgenes del tramo en cuestión (especialmente la margen derecha)</li> </ul> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼Para frenar la elevación del lecho, la medida consistirá en la descolmatación para asegurar la capacidad hidráulica necesaria y reducir el nivel de agua en el tramo superior.</li> <li>▼El desbordamiento empieza a ocurrir con inundaciones de un período de retorno de 5 años. Con un caudal de 50 años, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que permita el paso seguro del caudal con un período de retorno de 50 años.</li> </ul>

#### (4) Ubicación de las obras prioritarias de control de inundaciones

En las Figuras 4.3.1-5 se indican la ubicación de las obras prioritarias de control de inundaciones en el Río Chincha. Asimismo en la Tabla 4.3.1-5 se presenta la descripción de las obras propuestas.

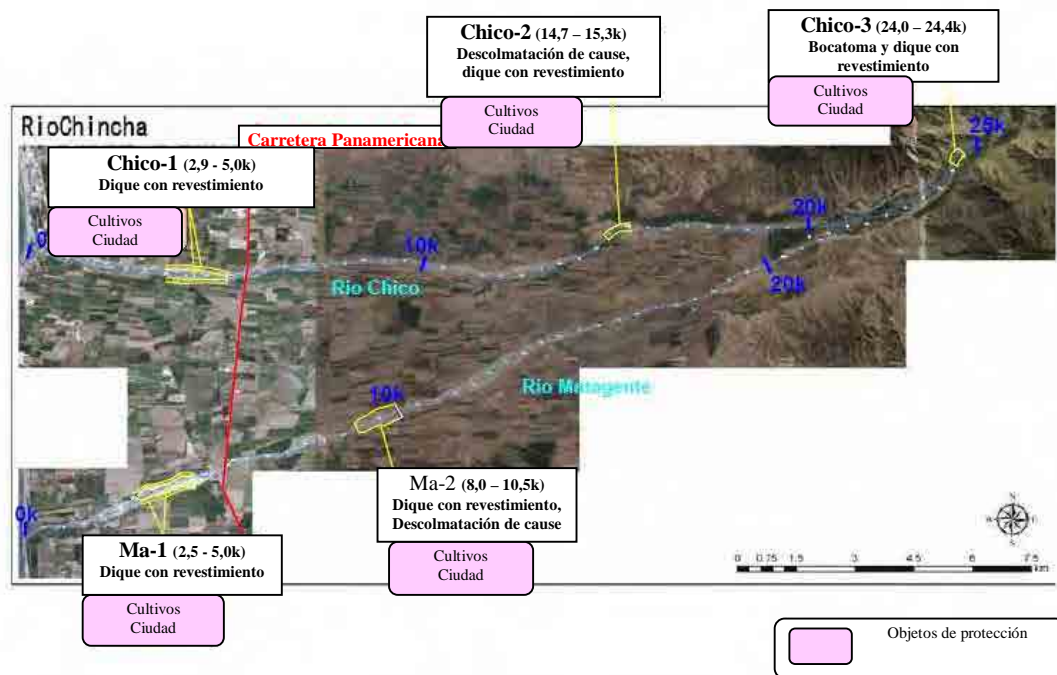


Figura 4.3.1-5 Obras prioritarias de control de inundaciones en el Río Chíncha

Tabla 4.3.1-5 Descripción de las obras propuestas

Cuenca	Ubicación de la medida		Característica del punto crítico	Objetivo principal de protección	Principales medidas estructurales	Dimensiones de las estructuras		
	Medida	Ubicación				Longitud	Volumen	
Río Chíncha	Chico-1	2.9-5.0 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo (manzana, uva, algodón, etc.), bocatoma existente	Dique con revestimiento	3,150 m	60,160 m <sup>3</sup>	
					Conformación de dique	23,700 m <sup>3</sup>		
					Enrocado para cimentación de dique			
	Chico-2	14.7-15.3 km	Bocatoma existente (w:100m, H:3.0m, crest w:2.0m)		Descolmatación de cause, dique con revestimiento	Descolmatación	L=540 m, V=20,000 m <sup>3</sup>	L=850 m, V=5,500 m <sup>3</sup>
					Conformación de dique	Conformación de dique	23,700 m <sup>3</sup>	
					Enrocado para cimentación de dique			
Chico-3	24.0-24.4 km	Bocatoma existente (w:70m, H: 3.0m, crest w:2.0m)		Bocatoma - Dique con revestimiento	Mejoramiento de Bocatoma	Trabajos de consolidación V=5,200 m <sup>3</sup>	Presas derivadora V=4,300 m <sup>3</sup>	
				Conformación de dique	Conformación de dique	L=730 m, V=20,350 m <sup>3</sup>	L=730 m, V=20,350 m <sup>3</sup>	
				Enrocado para cimentación de dique	Enrocado para cimentación de dique	7,400 m <sup>3</sup>	7,400 m <sup>3</sup>	
Ma-1	2.5-5.0 km	Zona de Inundación		Dique con revestimiento	Longitud	4,630 m	49,900 m <sup>3</sup>	
				Conformación de dique	Conformación de dique	37,000 m <sup>3</sup>	37,000 m <sup>3</sup>	
				Enrocado para cimentación de dique				
Ma-2	8.0-10.5 km	Zona de angostura del cause		Descolmatación de cause, dique con revestimiento	Descolmatación	L=2,500 m, V=123,500 m <sup>3</sup>	L=4,080 m, V=37,700 m <sup>3</sup>	
				Conformación de dique	Conformación de dique			
				Enrocado para cimentación de dique	Enrocado para cimentación de dique		32,200 m <sup>3</sup>	

(5) Sección normal del dique

1) Ancho de la corona

El ancho de la corona del dique se definió en 4 metros, considerando la estabilidad del dique frente a las crecidas de diseño, ancho del dique existente, ancho del camino de acceso o de comunicación local.

2) Estructura de los diques

La estructura del dique ha sido diseñada en forma empírica, tomando en cuenta los desastres históricos, condiciones del suelo, condiciones de las zonas circundantes, etc.

Los diques son de tierra en todas las cuencas. Si bien es cierto que se observa alguna diferencia en su estructura según zonas, se puede resumir de la siguiente manera, con base en la información proporcionada por los administradores entrevistados.

- (1) La pendiente del talud es en su mayoría de 1:2 (relación vertical: horizontal), pudiendo variar su forma según ríos y zonas.
- (2) Los materiales del dique son obtenidos del lecho del río de la zona. Por lo general son de arena/ grava - suelo arenoso con grava, de reducida plasticidad. En cuanto a la resistencia de los materiales, no se puede esperar un alto grado de cohesividad.
- (3) La cuenca del Río Cañete está constituido por un suelo gravoso con piedrecillas de tamaño variado, relativamente bien compactado.
- (4) El tramo inferior de la presa Sullana del Río Chira está constituido por suelo arenoso con limo. Los diques han sido diseñados con estructura tipo “zonal” donde se colocan los materiales relativamente poco permeables entre el dique y el río, y los materiales altamente permeables detrás del dique. Sin embargo, en realidad dada la dificultad de obtener los materiales poco permeables, se escuchó que no se está haciendo una rigurosa clasificación granulométrica de materiales al momento de la ejecución de las obras.
- (5) Al investigar los tramos afectados, no se han encontrado diferencias significativas en los materiales del dique o en el suelo entre los tramos rotos y no rotos del dique. Por lo tanto, la principal causa de la destrucción ha sido el desbordamiento del agua.
- (6) Existen espigones en los ríos Chira y Cañete, y muchos de ellos están destruidos. Estos están constituidos por grandes piedras, con relleno de arena y tierra en algunos casos, por lo que la destrucción puede haber sido provocado por la pérdida del material de relleno.
- (7) Existen obras de protección de márgenes ejecutadas con grandes piedras en la desembocadura del Río Pisco. Esta estructura es sumamente resistente según la información del administrador. Los materiales han sido obtenidos de canteras que están a 10 km aproximadamente del sitio.

Por lo anterior, se propone que el dique tenga la siguiente estructura.

- (1) Los diques serán conformados con los materiales disponibles localmente (lecho o márgenes del río). En este caso, el material sería tierra arenosa mezclada de arena y grava, de alta permeabilidad. En caso de construir un dique con materiales de relativamente alta permeabilidad, los posibles problemas en la seguridad del dique son los siguientes:
  - i) Ruptura por filtración provocada por el arrastre de tierra y arena fina a causa de sufusión
  - ii) Ruptura por deslizamiento a causa de una presión osmótica de la filtración

Para garantizar la seguridad del dique, es necesario averiguar en el diseño detallado el peso cúbico unitario, resistencia y permeabilidad de los materiales de construcción del dique y determinar una configuración seccional apropiada mediante análisis de filtración y de ruptura por deslizamiento.

- (2) La pendiente de talud del dique será de entre  $30^\circ \sim 35^\circ$  (ángulo de fricción interna) si se va a trabajar con suelo arenoso poco cohesivo. La pendiente estable de talud de un terraplén ejecutado con materiales no cohesivos se determina como:  $\tan\theta = \tan\phi/n$  (Donde “ $\theta$ ” es pendiente de talud; “ $\phi$ ” es ángulo de fricción interna y “ $n$ ” es factor de seguridad 1,5).

La pendiente estable necesaria para un ángulo de fricción interna de  $30^\circ$  se determina como:  $V:H=1:2,6$  ( $\tan\theta=0,385$ ). Tomando en cuenta este valor teórico, se adoptó una pendiente de talud de 1:3,0 que es menos inclinado que los diques existentes, considerando los resultados del análisis de descarga, el tiempo prolongado del caudal de crecidas de diseño (más de 24 horas), el hecho de que muchos de los diques con pendiente de 1:2 han sido destruidos, y la resistencia relativa en caso de desbordamiento por inundaciones de una magnitud por encima de lo diseñado. En el presente Estudio no se han hecho el análisis de filtración y el cálculo de estabilidad del dique, basados en el estudio geológico, examen de materiales y valores de diseño. Por consiguiente, se han supuesto valores provisionales para una constante de resistencia a partir de los materiales identificados en el estudio de campo y se ha establecido una pendiente de talud teniendo en cuenta simplemente la estabilidad analizada más un margen. Como fundamentos del valor provisional de materiales, se tomaron como referencias la Tabla 4-2-4: valores provisionales de la constante de suelo a utilizar en los diseños de “Pauta de terraplenado, movimiento de tierra en obras viales, p.101 (versión 2010)(Asociación de carreteras de Japón) . Según dicho documento, los valores provisionales del ángulo de la resistencia al esfuerzo de corte son  $35^\circ$  para un terraplenado de arena compactada con ancho diámetro granular y  $30^\circ$  para un terraplenado de arena compactada clasificada (con pequeño diámetro granular). De acuerdo con esto, se han supuesto los valores provisionales del ángulo de fricción interna de  $30^\circ$  a  $35^\circ$ . En el estudio de campo, fueron observados materiales con ancho diámetro granular como la tierra rutácea, pero muchos fueron de tierra arenosa con pequeño diámetro granular. Por tanto, tomando como base  $\phi_{30}$  se estableció una pendiente de talud con un simple cálculo de estabilidad. Puesto que en un cálculo de estabilidad con mayor precisión es necesario considerar la presión osmótica como fuerza externa, se tomó en cuenta un margen en los resultados del cálculo simple de estabilidad. Por otra parte, se ha tenido en cuenta que en Japón se establece la pendiente mínima de los diques en 1:20, pero existen muchos casos en que tiene una pendiente media de más de 1:30 colocando escalones a cada 2 ó 3 m de altura.

- (3) El talud del dique por el lado del río deberá ser protegida, porque debe soportar un flujo de agua veloz debido a la pendiente relativamente acentuada del lecho. Esta protección será

ejecutada utilizando bolones o piedras grandes que son fáciles de conseguir localmente, dado que es difícil conseguir bloques de hormigón continuos.

El tamaño del material se determinó entre 30 cm y 1 m de diámetro, con un espesor mínimo de protección de 1m, aunque estos valores serán determinados en base en la velocidad de flujo de cada río.

- (4) La profundidad de la cimentación de la protección de orilla será determinada a partir de; 1) la diferencia entre la máxima profundidad del lecho en la presente posición y 2) una profundidad empírica (en Japón, entre 0,5 m y 1,5 m). Sobre 1), no es posible determinar por falta de datos de la fluctuación del lecho fluvial con el tiempo. Razón por la cual, como profundidad empírica se daría del orden de 1,5 m y tomando como referencia la sección del río Ica mejorado, Perú, se adoptó una profundidad de 1,75 m.
- (5) Método de aumentar la altura del dique

Los tramos donde aumentar la altura del dique son 0,6 km/13,2 km de longitud total en el río Chíncha.

La alineación del dique en dichos tramos, aunque varían los detalles según el río y la ubicación, en principio tomará el método de ampliación integral con las siguientes razones y se planeará el aumento de la altura de manera que no alterar la alineación del dique existente.

- i) El método de terraplenado delante del dique para aumentar la altura del dique en el lado del río conduce a estrechar el curso del río y como consecuencia, aumenta la altura del dique.
- ii) El método de terraplenado detrás del dique para aumentar la altura del dique en el lado de la tierra requiere obtener un amplio suelo dentro del terreno del dique. En el interior del terreno del dique dentro de una tipografía de valle se aprovechan frecuentemente como valiosa tierra agrícola y es deseable minimizar en lo posible la indemnización por dicha tierra.
- iii) Sobre los diques existentes no se conocen los antecedentes de la obra como la compactación y las características de materiales. Puesto que las partes existentes vienen desempeñando hasta la fecha sus funciones contra inundaciones, el método de ampliación integral que consiste en envolver el dique existente aprovechando sus funciones con un dique nuevo de mayor resistencia, puede garantizar fácilmente la seguridad del dique cuya altura esté aumentada. Asimismo es económico en cuanto al costo de indemnización por la tierra.

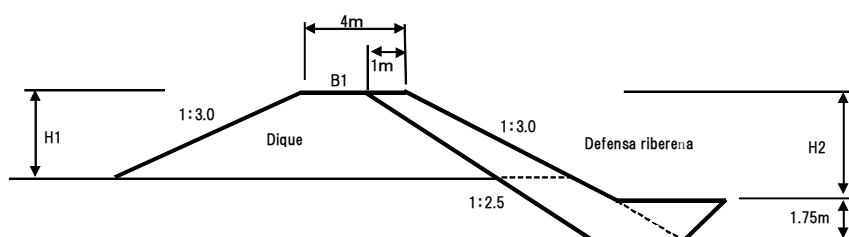
Por otra parte, en los lugares donde el curso fluvial tenga un ancho notablemente angosto y esté muy cerca del dique, se planea el método de terraplenado detrás del dique. En dichos lugares, el talud del dique existente en el lado del río será reforzado con una protección de orilla.

### 3) Libre bordo del dique

El dique es conformado con materiales de tierra, y como tal, por lo general es una estructura sumamente débil ante desbordamiento. Por lo tanto, se requiere prevenir que el agua se desborde, a una crecida menor a la crecida de diseño, siendo necesario mantener un determinado libre bordo ante un eventual aumento de nivel de agua por las olas producidas por el viento durante las crecidas, oleaje, salto hidráulico, etc. Asimismo, es necesario que los diques tengan suficiente altura para garantizar la seguridad de las actividades de vigilancia y control de inundaciones, eliminación de troncos y otros materiales arrastrados, etc.

En la Tabla 4.3.1-6 se muestran las pautas aplicadas en Japón en relación con el libre bordo. Si bien es cierto que en el Perú no existe una norma sobre el libre bordo, se ha decidido aplicar las mismas normas de Japón establecidas de forma empírica, considerando que los ríos de ambos países se asemejan.

Caudal de crecidas de diseño	Altura a agregar al nivel de crecidas de diseño
Menos de 200 m <sup>3</sup> /s	0,6 m
Más de 200 m <sup>3</sup> /s, menos de 500 m <sup>3</sup> /s	0,8 m
Más de 500 m <sup>3</sup> /s, menos de 2,000 m <sup>3</sup> /s	1,0 m
Más de 2,000 m <sup>3</sup> /s, menos de 5,000 m <sup>3</sup> /s	1,2 m
Más de 5,000 m <sup>3</sup> /s, menos de 10,000 m <sup>3</sup> /s	1,5 m
Más de 10,000 m <sup>3</sup> /s	2,0 m



**Figura 4.3.1-6 Sección normal del dique**

### 4) Puntos de consideraciones en la ejecución

Lo importante en la ejecución de la obra es dar una compactación suficiente. Según las normas peruanas del cálculo, se establece que la compactación se hace con tractores, pero para una compactación con mayor solidez, es deseable el uso de equipos compactadores como los rodillos vibratorios. Para administrar las condiciones de compactación son importantes también los ensayos de densidad y granulometría. Dichos ítems serán establecidos en las especificaciones técnicas de la obra que forman parte de los documentos de licitación.

### (6) Efectos de medidas contra inundaciones

Tal como se presenta en las Figura de 4.3.1-7 y 8, mediante la construcción de principales medidas

contra inundaciones, la capacidad de descarga de cada río en los puntos de construcción de las medidas aumentará hasta adaptarse al caudal con un periodo de retorno de 50 años, mejorando notablemente los efectos preventivos de desbordamiento.

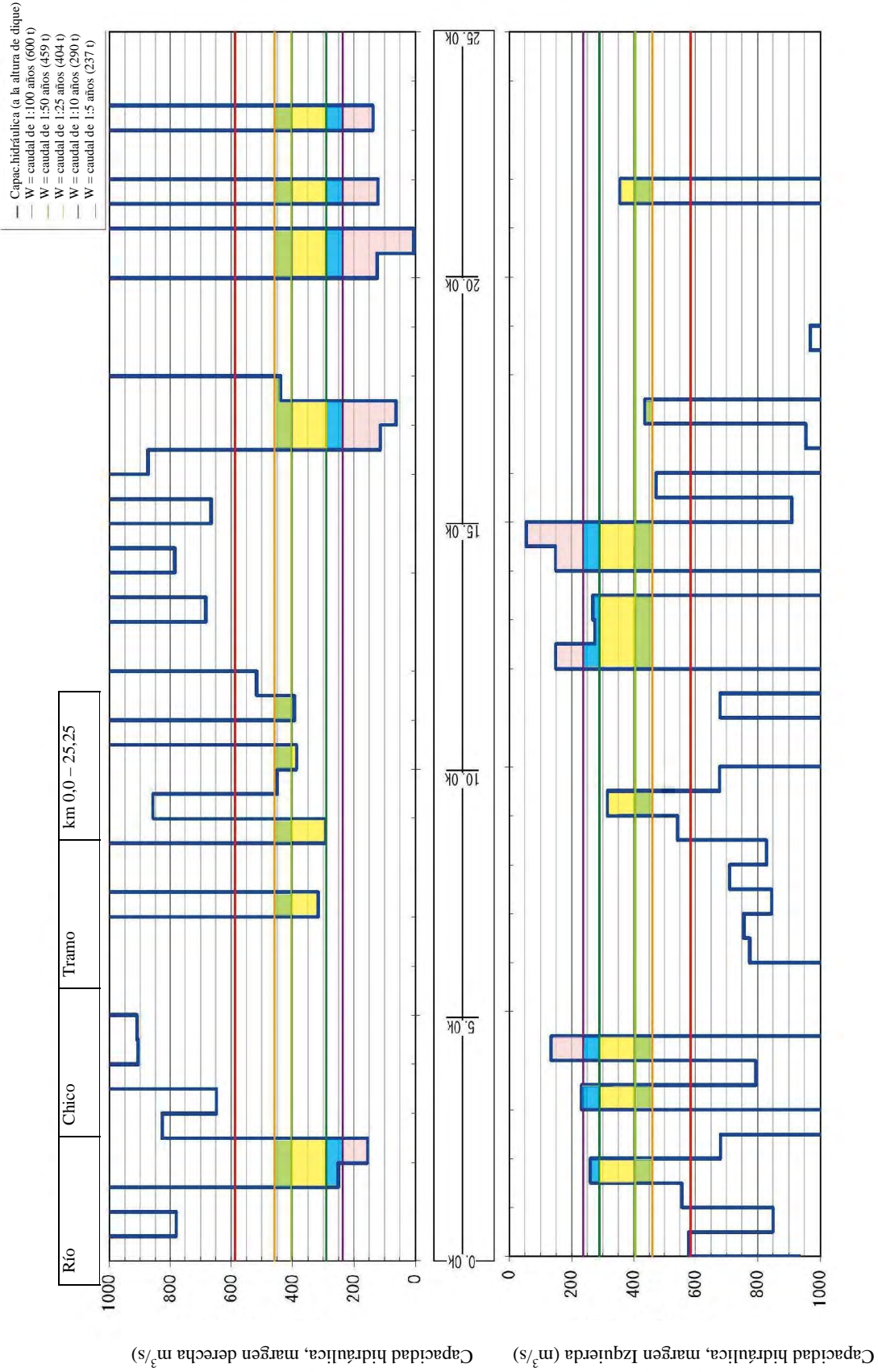


Figura 4.3.1-7 Efectos de las instalaciones de control de inundaciones (Río Chinchica – Río Chico)



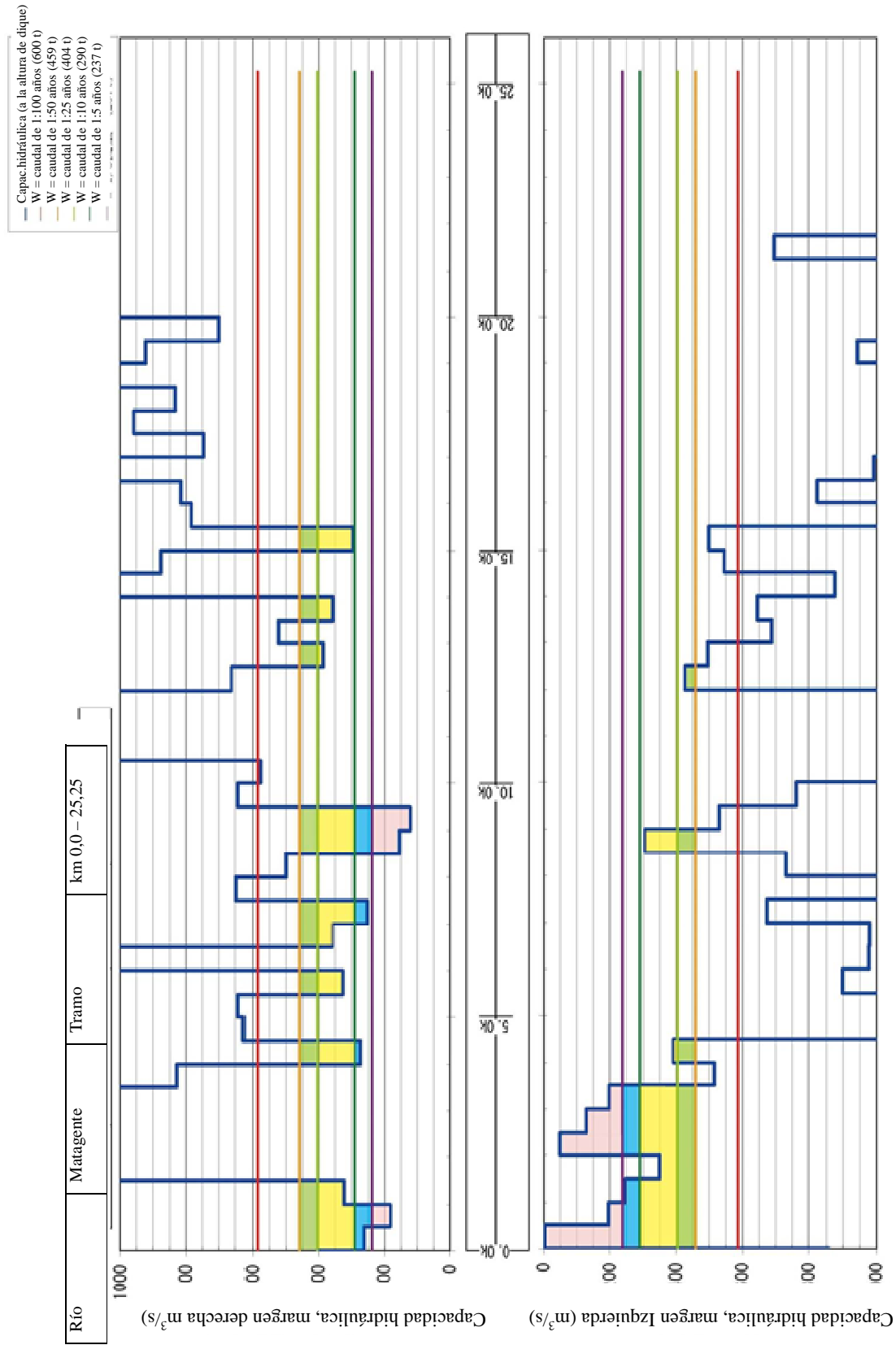


Figura 4.3.1-8 Efectos de las instalaciones de control de inundaciones (Río Chinchica – Río Matagente)

## 4.3.2 Medidas no estructurales

### 4.3.2.1 Reforestación y recuperación vegetal

#### (1) Políticas básicas

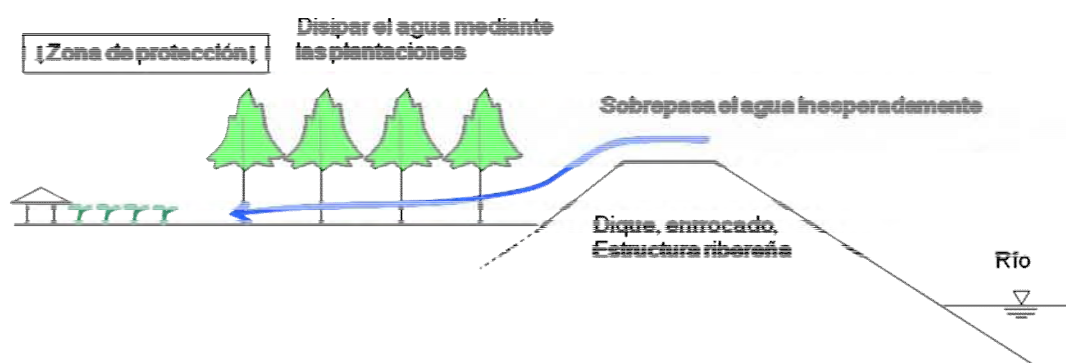
El Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal que satisfaga el objetivo del presente Proyecto puede clasificarse en: i) la reforestación a lo largo de obras fluviales; y ii) la reforestación en la cuenca alta. La primera contribuye directamente al control de inundaciones y manifiesta su efecto en corto tiempo. La segunda requiere de una enorme inversión y un tiempo prolongado, tal como se detallará en el apartado posterior 4.14 “Plan a mediano y largo plazo”, 4.14.2 “Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal”, lo que hace que sea poco viable implementar en el marco del presente Proyecto. Por lo tanto, aquí se enfoca el análisis solo en la opción i)

#### (2) Plan de reforestación a lo largo de las estructuras fluviales

Esta propuesta consiste en plantar los árboles a lo largo de las estructuras fluviales, tales como obras de protección de márgenes, diques, etc.

- i. Objetivo: Reducir el impacto del desbordamiento del río mediante franjas de vegetación entre el río y los elementos a ser protegidos cuando el agua sobrepase el nivel de agua de diseño y cubra estructuras fluviales a causa de una crecida inesperada o del estrechamiento del río por la presencia de obstáculos.
- ii. Metodología: Crear franjas vegetales de un determinado ancho entre las estructuras fluviales y el río.
- iii. Ejecución de obras: Plantar vegetación como parte de la obra de las estructuras fluviales (diques, etc.). La plantación será ejecutada por un constructor de estructuras fluviales por las siguientes razones; un mismo constructor puede 1) garantizar el arraigo de la vegetación complementando las plantas muertas inmediatamente después de la plantación, y 2) ofrecer servicios más apropiados ya que el periodo de la plantación está sincronizado con la terminación de la obra de dique.
- iv. Mantenimiento después de la reforestación: El mantenimiento será asumido por las comisiones de regantes bajo su iniciativa propia. De acuerdo con los ejemplos de proyectos ejecutados hasta la fecha, es costumbre que la comisión de regantes y DGIH firmen un Memorándum que comprenda las siguientes estipulaciones; 1) la propiedad de los árboles plantados pertenece a la comisión de regantes y, 2) ésta se hace cargo del costo de mantenimiento de dichos árboles al 100%. Por tanto, los árboles plantados no son bienes privados, sino un patrimonio común de la comisión de regantes.
- v. Lugares proyectados: Dado que el objetivo de la plantación es mitigar los daños de

un desbordamiento imprevisible, se plantarán árboles en el lado del objeto de protección dentro del terreno de estructuras fluviales como los diques. Si se hace una forestación en un lugar sin dique, los árboles se caerán afectados directamente por inundaciones y existe alto riesgo de que los árboles arrastrados ocasionen daños secundarios como el estancamiento del río debajo de puentes. Además, el tramo sin diques es muy extenso, lo que aumentará los costos de adquisición de terreno y obra.



(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

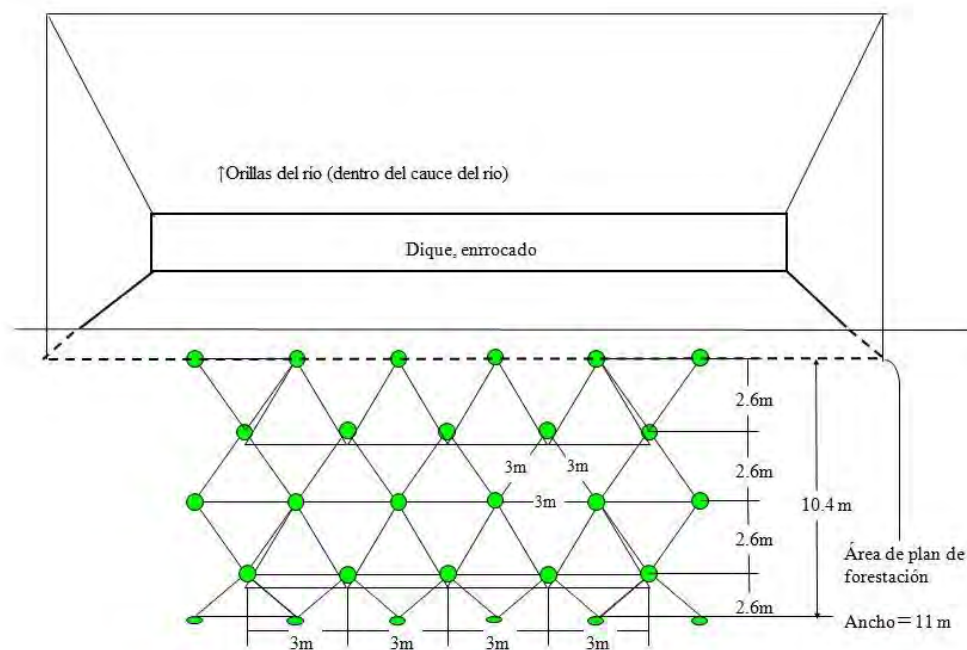
**Figura 4.3.2.1-1 Diagrama Conceptual Forestación a lo largo de estructuras ribereñas**

### (3) Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal

Considerando la posibilidad de que el agua se desborde de los diques por alguna razón en el momento de inundaciones, se propone crear franjas de árboles a lo largo del río para que sirva de zona de amortiguamiento.

#### 1) Estructura (ubicación de la forestación)

Tipo A : En el Perú la ubicación de la forestación más comunes es la de triángulos equiláteros y en el presente proyecto también utiliza este modelo plantando los árboles en un intervalo de 3 metros. En caso que se realice este método, los árboles tendrán un ancho de 2,6 m en dirección perpendicular al dique, y si se colocan en forma de pata de gallos, el ancho será la mitad: 1,3 m. Si los árboles tienen un intervalo de 1,3 m, se puede esperar que aunque piedras de 1m de diámetro sobrepasen el dique, puedan chocar contra algún árbol y detenerse o perder su fuerza, por lo que se cuadruplicará las filas aumentando la efectividad. De esto, se calcula un ancho de los árboles en 10,4 m y agregando algo de margen, fueron diseñados 11 m.



(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

**Figura 4.3.2.1-2 Ubicación del diseño del plan de forestación en la estructura ribereña**

## 2) Especies a forestar

Se ha elaborado la siguiente lista de las especies forestales para la elección de las especies a forestar.

- Especies forestales posibles de producir (información obtenida por empresas de viveros forestales): Ver Tabla 4.3.2.1-1.
- Especies forestales verificadas in situ: Ver Tabla 4.3.2.1-2.

De dicha lista se han seleccionado las especies aptas para la forestación a lo largo de estructuras ribereñas. Para su determinación se realizó una evaluación considerando ciertos criterios. La Tabla 4.3.2.1-4 muestra los criterios de selección y la Tabla 4.3.2.1-3, los detalles de los resultados de la selección.

- 1 Que sean especies arbóreas que por sus propiedades puedan crecer a lo largo del río (preferentemente especies autóctonas de la zona);
- 2 que sean especies cuyos plántones puedan producirse en almácigos;
- 3 que sean especies de madera o frutas útiles;
- 4 que sean especies demandadas por la comunidad local
- 5 que sean especies endémicas (preferentemente pero no indispensable)

**Tabla 4.3.2.1-1 Lista de plántones forestales posibles de producir**

Cuenca	Productores	Lugar de producción de plántones	Especies producidas comúnmente	Especies producidas esporádicamente
Chíncha	AGRORURAL	Lima	Pino, Molle, Eucalipto, Huarango ( <i>Prosopis limensis</i> )	Ciprés, Tara
	Fomeco	Lima	Tara, Molle, Huarango ( <i>Prosopis limensis</i> )	
	AGRORURAL	Ica	Aliso, Algarrobo, Caña, Tamarix, Bambú, Pino, Casuarina, Eucalipto	

(Fuente : Información recaudada por los productores de plántones forestales)

**Tabla 4.3.2.1-2 Lista de especies forestales verificadas in situ (zona ribereña)**

Área de forestación planteada	Especies forestales	Características
Chíncha	Eucalipto	Mayor experiencia de forestación. Abundante en la zona ribereña, mayor adaptabilidad.
	Casuarina	Abundante en la zona ribereña, mayor adaptabilidad.

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

**Tabla 4.3.2.1-3 Resultado de la selección de las especies arbóreas para la forestación (Detallado)**

Cuenca	Especies forestales	Selección y adaptación					Observaciones	
		1	2	3	4	5		Selección
Cuenca de Chíncha	Aliso	C	B	A	C	A	×	Se adapta mejor a las alturas
	Algarrobo	B	A	C	B	A	×	En el sur se le llama Huarango ( <i>Prosopis limensis</i> )
	Caña (Carrizo)	A	C	B	B	A	×	Hierba
	Queñual	C	C	B	C	A	×	Se dice que se adapta a las alturas
	Colle	C	D	D	B	A	×	Se dice que se adapta a las alturas
	Tamarix	B	A	B	B	B	×	Adaptabilidad en el norte, pero desconocido en el sur
	Tara	D	A	A	B	A	Δ	Últimamente es reconocido el uso de las semillas
	Bambú	A	A	B	B	A	○	Desconocimiento en la forestación
	Pino	B	D	B	B	B	Δ	Se dice que se adapta a las alturas
	Molle	B	A	B	B	A	○	Se dice que tiene raíces profundas
	Casuarina	A	B	C	B	B	○	Mayor adaptabilidad en las orillas del río
	Eucalipto	A	B	B	A	B	⊙	Mayor adaptabilidad en las orillas del río
	Huarango ( <i>Prosopis limensis</i> )	A	A	D	A	A	⊙	Mayor adaptabilidad cerca del mar y en zonas secas

⊙ : Seleccionado ○ : Posible seleccionar Δ : Es candidato para seleccionar pero no es recomendable, × : no se selecciona

Fuente : Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA en base a la información obtenida de los productores de plántones forestales

Se ha tomado 2 criterios para la selección de las especies arbóreas: 1: Adaptación a la zona y 2 : Experiencia de producción de plántones. Los siguientes criterios se toma como referencia: 3: Uso y 4: necesidad de los pobladores, y 5: Especie local. Los criterios se muestran en la Tabla 4.3.2.1-4.

<sup>1</sup> Véase Adjunto 7, Tabla 1 Listado de productores de plántones.

**Tabla 4.3.2.1-4 Criterios de evaluación para la elección de las especies forestales**

		Criterios para la evaluación				
		1. Adaptación a la zona	2. Experiencia de producción de plántones	3. Uso	4. Necesidad de los pobladores	5. Especie local
Puntos de evaluación	A	Verificación in situ (crecimiento natural o reforestada)	Mayor producción	Posibilidad de uso como madera y obtención de los frutos	Necesidad por comisiones de regantes, entre otros	Especie local
	B	No se ha verificado el crecimiento in situ, sin embargo se adapta en la zona	Producción esporádica	Posibilidad de uso como madera u obtención de los frutos	NO hay necesidad por comisiones de regantes	No es especie local
	C	Ninguna de las anteriores	Posible la reproducción pero no es usual	No tiene uso como madera ni fruto	—	—
	D	Desconocido	No se producen	Desconocido	—	—

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

Los resultados de la evaluación para la selección de las especies forestales se muestran en la tabla 4.3.2.1-5. El símbolo ☉ marca las principales especies, ○ son las especies que se plantarían con una proporción de 30 % a 50 %. Esta proporción es para evitar daños irreversibles como es el caso de las plagas lo cuales pueden aniquilar todos los árboles.

**Tabla 4.3.2.1-5 Elección de las especies forestales**

Cuenca de Chíncha: Eucalipto (☉), Huarango (○), Casuarina (○)
---

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

La Cuenca del río Chíncha será forestada con Eucalipto. El Eucalipto es un árbol que tiene experiencia de forestación en estas zonas, es una especie que se adapta a la zona y tiene alta demanda por las comisiones de regantes. El Huarango (*Prosopis limensis*: es como lo conocen en el norte del Perú, proviene de otra semilla) es una especie nativa de la región sur del Perú. Se encuentra plantado a lo largo de la carretera Panamericana. La especie Casuarina se ha plantado por esta zona para la protección de los fuertes vientos y la arena, sobre todo las zonas que se ubican las granjas.

(a) Cantidad del Plan

Se ha seleccionado el plan de forestación como se menciona en el plan de ubicación y tipo de especies, en los diques y enrocados, pozos de sedimentación a lo largo de la orilla del río. El ancho de la forestación de Tipo A es de 11 metros.

A continuación en la Tabla 4.3.2.1-6 se muestra el mitrado para el plan de forestación y recuperación de la cobertura vegetal según cuencas. Dado que se propone reforestar a lo largo de los diques, en la Tabla no está incluido el mitrado de reforestación en los sitios donde se ejecutarán obras diferentes a la construcción de diques (descolmatación, reparación de presas, etc.)

**Tabla 4.3.2.1-6 Mitrado para el plan de forestación y recuperación de cobertura vegetal  
(A lo largo del río)**

N°	Ubic margen	Largo (m)	Ancho (m)	Área (ha)	Cantidad (unid)	Distribución según especies (unidades)			
						Eucalipto	Huarango	Casuarina	(m)
Chico-1	Ambos lados	2.100	22	4,6	13.616	6.808	4.085	2.723	13.616
Chico-2	General			0,0	0	—	—	—	—
Chico-3	General			0,0	0	—	—	—	—
Ma-4	Ambos lados	2.500	22	5,5	16.280	8.140	4.884	3.256	16.280
Ma-5	General			0,0	0	—	—	—	—
Cuenca Chíncha Total		4.600		10,1	29.896	14.948	8.969	5.979	29.896

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

Se muestra en la Tabla 4.3.2.1-7 el porcentaje según especies forestales en estructuras ribereñas y las observaciones

**Tabla 4.3.2.1-7 Costo unitario de las plantas**

#### (b) Ubicación y ejecución del Plan

La ubicación del Plan de forestación y recuperación de la cobertura vegetal para las estructuras ribereñas es la misma que la disposición de dichas estructuras. Cabe resaltar que el plan de forestación y recuperación de cobertura vegetal se realizará una vez culminada la construcción de las estructuras ribereñas.

#### (4) Costo de obra del Plan de forestación y recuperación de la cobertura vegetal

##### (a) Precio Unitario de partidas para la forestación y recuperación de la cobertura vegetal

Los costos directos para el plan de forestación y recuperación de la cobertura vegetal se componen de los siguientes elementos:

- Precio unitario de plántones (precio unitario + costo de transporte)
- Costo laborales de forestación
- Costos directos (costos de herramientas: 5% mano de obra)

##### (b) Precio Unitario de los plántones

El suministro de los plántones se puede dividir entre las empresas privadas y AGRORURAL. Los plántones para la forestación en aguas arriba de la Cuenca del río Chíncha se adquiere por AGRORURAL, en el caso de las plantas para la rivera de los ríos se va a adquirir por las empresas privadas. El costo de las plantas para la forestación se detalla en la Tabla 4.3.2.1-8. Se han consultado el precio de las plantas en diferentes empresas privadas, de igual forma con el medio de transporte, para obtener un promedio. (Mayor información consultar el Apéndice 7-Tabla 2)

**Tabla 4.3.2.1-8 Precio unitario de plantones  
(Forestación a lo largo de estructuras ribereñas)**

**(c) Costos laborales**

Los criterios para asignar los costos laborales provienen de la información obtenida de AGRORURAL y la Junta de Usuarios de Agua, se le asigna el costo por la forestación de 40 plantones por persona por día. Para el costo laboral de forestación en las riveras de los ríos, se ha adoptado un costo laboral general de 33,6 soles/persona.

**(d) Costos directos**

En los costos directos se considera los costos de las herramientas requeridas para el proyecto de forestación, instrumentos para la apertura de los agujeros para las plantas, el transporte para las plantas desde su recepción hasta la zona del proyecto, se calcula el 5% de los costos de plantación.

**(e) Cálculo del costo de obras para la forestación y recuperación de la cobertura vegetal a lo largo de estructuras ribereñas**

Los costos de obra para el plan de forestación y recuperación de la cobertura vegetal a lo largo de estructuras ribereñas se indican en la Tabla 4.3.2.1-9.

Quien lleva a cabo la forestación es la empresa constructora contratada para la construcción de las estructuras ribereñas. Al igual que el costo de obras de construcción, el 88% de los costos directos se destina a los costos indirectos. Cabe recordar que la adquisición de los terrenos se hará simultáneamente con los terrenos de construcción de diques, y su costo será calculado aparte.

**Tabla 4.3.2.1-9 Costo de obra de la forestación (forestación a lo largo de estructuras ribereñas)**

**(5) Calendario de trabajo**

Dado que los bosques ribereños forman parte de las estructuras fluviales, su reforestación estará sujeta al mismo plan de ejecución de obras. Lo ideal es iniciar la plantación inmediatamente antes o al inicio de la época de lluvias, y terminar un mes antes de esta época para favorecer la supervivencia de las plantas. Sin embargo dado que casi no llueve en la zona ribereña, en este caso no existe gran diferencia entre la época de lluvias y seca. Por lo tanto, si bien es cierto que convendría realizar el trasplante en las fechas cuando suben el nivel de agua del río, tampoco habría problema aunque se realizara este trabajo cuando el nivel de agua esté bajo, si por razones del calendario de ejecución de



las estructuras fluviales así lo requiera. Solo se requerirá regar durante tres meses después del trasplante utilizando un sistema sencillo de riego por gravedad (con mangueras), hasta que suba el nivel de agua del río. Este sistema de riego consiste en instalar las mangueras agujeradas sobre las líneas de nivel, y es la aplicación de la técnica utilizada en la zona de Presa Poechos del Río Chirca.

#### **4.3.2.2 Plan de Control de Sedimentos**

##### **(1) Importancia del Plan de Control de Sedimentos**

A continuación se presentan los problemas de control de inundaciones en las cuencas seleccionadas. Algunos de ellos se relacionan con el control de sedimentos. En el presente Proyecto se está analizando un plan de control de inundaciones integral que cubre tanto la cuenca alta como la cuenca baja. El estudio para la elaboración del Plan de Control de Sedimentos abarcó la totalidad de la cuenca.

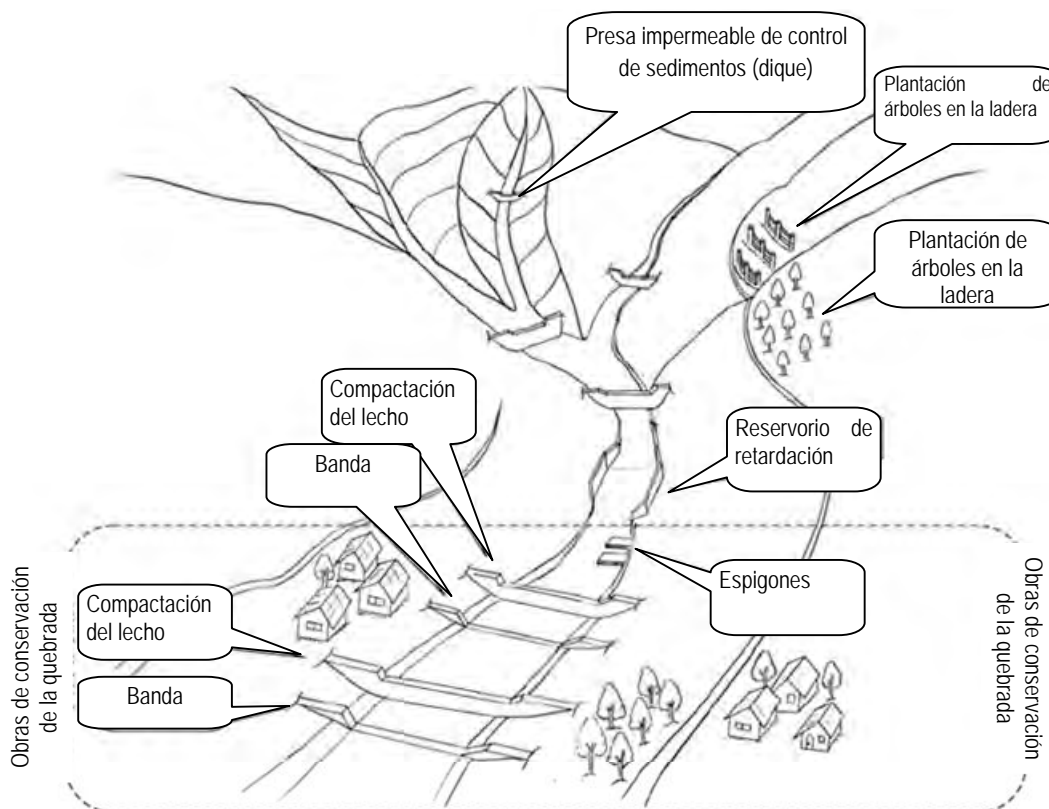
- Las crecidas sobrepasan el nivel de orilla y se inundan.
- Los ríos tienen una pendiente acentuada de entre 1/30 y 1/300, por lo que la velocidad de flujo es alta, así también la capacidad de transporte de sedimentos.
- La acumulación de gran cantidad de sedimentos arrastrados y la consecuente elevación del lecho agravan más los daños de inundaciones.
- Hay una gran cantidad de sedimentos acumulados sobre el lecho formando doble banco de arena. La ruta de agua y el sitio de mayor impacto de las aguas son inestables, provocando alteración de rutas y consecuentemente, también del sitio de mayor impacto de las aguas.
- Las riberas son muy eludibles, provocando la reducción de las tierras agrícolas adyacentes, destrucción de caminos regionales, etc., por lo que deben ser debidamente protegidas.
- Grandes piedras y rocas causan daños o destrucción de las bocatomas.

##### **(2) Plan de Control de Sedimentos (medidas estructurales)**

Se analizó un plan de control de sedimentos apropiado para el patrón actual de movimiento de los sedimentos. En la Tabla 4.3.2.2-1 se plantean los lineamientos básicos.

**Tabla 4.3.2.2-1 Lineamientos básicos del Plan de Control de Sedimentos**

Condiciones	Año ordinario	Precipitaciones de un período de retorno de 50 años
Arrastre de sedimentos	Erosión de márgenes y variación del lecho	Erosión de márgenes y variación del lecho Flujo de sedimentos desde las quebradas
Medidas	Control de erosión→Protección márgenes Control de variación de lecho→compactación de piso, bandas (compactación de piso en el cono aluvial, bandas)	Control de erosión→ protección de márgenes Control de variación de lecho→compactación de piso, bandas (compactación de piso en el cono aluvial, bandas) Flujo de sedimentos→ protección de ladera, presas de control de sedimentos



**Figura 4.3.2.2-1 Obras de control de sedimentos**

1) Plan de control de sedimentos en la cuenca alta

En la sección posterior 4.14 “Plan a mediano y largo plazo” 4.14.3 “Plan de control de sedimentos” se detalla sobre el plan de control de sedimentos que cubre toda la cuenca alta. Este plan requerirá de un tiempo sumamente largo y un enorme costo, lo que hace que sea poco viable su implementación. Por lo tanto, deberá ser ejecutado de manera progresiva en mediano y largo plazo.

## 2) Plan de Control de Sedimentos en el abanico aluvial

Se observó que en el caso de construir las presas de control de sedimentos que cubre toda la cuenca, se requerirá invertir un enorme costo. Por lo tanto, se realizó el mismo cálculo reduciendo el alcance solo al abanico aluvial. En este proceso, se tomaron en cuenta los resultados del análisis de variación de lecho, también incluido en el presente Estudio.

### i) Resultados del análisis de variación de lecho

A continuación se presentan los resultados del análisis de la variación del lecho en el Río Chíncha. La altura media del lecho abajo indicada representa una altura media de la variación del lecho en los tramos objeto en los próximos 50 años. Según los cuales, se encontró que el impacto de los sedimentos acumulados es fuerte en el río Chíncha. Para este río, se recomienda enfocar el plan de control de sedimentos en el abanico aluvial. No obstante, puesto que los desastres provocados por sedimentos arrastrados pueden ocurrir localmente en un momento imprevisto, es necesario estudiar medidas de mantenimiento del curso fluvial en todos los ríos conforme a sus necesidades monitoreando la variación del curso.

Volumen total de sedimentos arrastrados (en miles de m <sup>3</sup> )	5.759
Promedio anual de sedimentos arrastrados (en miles de m <sup>3</sup> )	115
Volumen total de variación de lecho (en miles de m <sup>3</sup> )	2.610
Promedio anual de variación de la altura del lecho (m)	0,5

### ii) Plan de Control de Sedimentos en el abanico aluvial

Para el control de sedimentos en el abanico aluvial, existen obras de conservación de quebradas, combinando embalses de arena, compactación de piso, bandas y espigones, o combinación de estos. Éstas sirven no solo para el control de sedimentos, sino también como estructuras fluviales.

En el Río Chíncha se contempla construir las obras de derivación en los puntos de desvío de los tributarios Chico y Matagente. Ésta incluye la estabilización de cauce y el dique longitudinal, que sirven para controlar los sedimentos.

Estas estructuras son más económicas y arrojan mejor relación costo beneficio en comparación con las obras diseñadas para cubrir toda la cuenca. Es mucho más rentable aún cuando se incluya el costo de mantenimiento de eliminación de piedras y rocas.

## 3) Plan de ejecución del presente Proyecto

Todas las cuencas seleccionadas son extensas. Así, al disponer las obras propuestas (protección de márgenes, presas de control de sedimentos, etc.) en todos los casos será elevado el costo de construcción sino que se requerirá un prolongado tiempo hasta concluir el Proyecto. Esto quiere decir

que se demorará mucho en manifestar sus efectos.

Considerando que el principal objetivo del presente Proyecto está en la mitigación de los daños de inundaciones, la opción más efectiva sería la de controlar los sedimentos en el cono aluvial.

El Río Chíncha se caracteriza por ser más susceptible a la sedimentación, y como tal ya se está proyectando construir una obra fluvial que controle la sedimentación (obra de derivación). Se considera que ésta es la opción óptima para el presente Proyecto. Asimismo se incluirá la construcción del camino de acceso para el mantenimiento (eliminación de piedras) y el espacio de mantenimiento.

#### **4.3.3 Asistencia Técnica**

En base a las propuestas técnicas de medidas estructurales y no estructurales antes mencionadas, se propone una asistencia técnica para complementar dichas medidas en el presente Proyecto.

##### **(1) Objetivo**

El objetivo de la asistencia técnica es “mejorar la capacidad y nivel técnico adecuado de poblaciones como medida de gestión de riesgo para reducir daños de inundaciones en las cuencas objeto”.

##### **(2) Área Objeto**

El área objeto de la implementación del presente componente es Chíncha.

En la etapa de la ejecución hay que coordinar la implementación de capacitación entre las autoridades de cada cuenca. Sin embargo, para ejecutar las actividades en consideración con las características de cada cuenca, tiene que realizarse en forma independiente.

##### **(3) Poblaciones Objeto**

Los participantes serán representantes de las asociaciones de regantes y otros grupos comunitarios, los gobiernos provinciales y distritales y de la comunidad local de cada cuenca, y miembros de la comunidad considerando la limitada capacidad para recibir a los beneficiarios de este componente.

Los participantes son quienes tienen una capacidad para difundir los contenidos de la asistencia técnica a las poblaciones locales.

Además hay que considerar la participación de mujeres de zonas rurales porque pocas mujeres participan en las oportunidades de la asistencia técnica hasta ahora.

##### **(4) Actividades**

Con el fin de alcanzar el objetivo mencionado, y con base en las experiencias y hallazgos en los cursos de capacitación de ex-PERPEC, en el presente componente se propone impartir los cursos de capacitación en tres temas (“conocimiento sobre actividades de protección ribereña y conocimiento del ambiente agrícola y natural”, “trazado de planes preventivos de desastres en la comunidad contra daños de inundaciones” y “manejo de quebradas (laderas) para medidas contra sedimentación fluvial”) en los siguientes términos.

1) Actividad 1 “Curso de conocimiento sobre actividades de protección ribereña y conocimiento del ambiente agrícola y natural”

Curso/Taller	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Operación y mantenimiento de Obras</li> <li>b) Manejo de plantas ribereñas</li> <li>c) Prevención y mitigación de erosión y manejo adecuado de los recursos naturales.</li> </ul>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Capacitar a la comunidad local en la operación y mantenimiento adecuado de las obras de protección ribereña existentes y las construidas por el presente Proyecto.</li> <li>b) Capacitar a la comunidad local para que tenga conocimientos necesarios sobre el rol de la vegetación ribereña para el control de inundaciones.</li> <li>c) Sensibilizar a la comunidad local en las medidas de prevención y mitigación, así como en el sistema de mantenimiento adecuado, dotándoles de conocimientos necesarios sobre la erosión del suelo y recursos naturales.</li> </ul>
Dirigido a:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Oficiales de los gobiernos locales y el personal técnico de las comisiones de regantes.</li> <li>b-c) Oficiales de los gobiernos locales, personal técnico de las comisiones de regantes, representantes de la comunidad local.</li> </ul>
Duración	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) En cada cuenca, 12 sesiones en total (6 horas /sesión)</li> <li>b) En cada cuenca, 12 sesiones en total (5 horas / sesión)</li> <li>c) En cada cuenca, 26 sesiones en total (3 horas / sesión)</li> </ul>
Instructores	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Contratistas de las estructuras existentes, contratistas del presente Proyecto, personal técnico del MINAG y de la Dirección de Agricultura de los gobiernos regionales.</li> <li>b-c) Personal técnico del MINAG y de la Dirección de Agricultura de los gobiernos regionales, académicos (profesores de las universidades, centros de investigación, ONGs, etc.)</li> </ul>
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> <li>a-1) Técnicas de operación y mantenimiento (OyM) de las obras de prevención de desastres fluviales existentes.</li> <li>a-2) Técnicas de OyM de las obras de construcción (tratamiento de drenaje y sedimentos, obras de toma, canales de riego, etc.)</li> <li>b-1) Mecanismo de la vegetación ribereña y prevención de desastres</li> <li>b-2) Reducción de daños de inundaciones mediante el manejo de la vegetación ribereña</li> <li>b-3) Prevención y reducción del impacto ambiental mediante el manejo de la vegetación ribereña</li> <li>c-1) Evaluación de la erosión del suelo en el sistema de cultivo actual</li> <li>c-2) Evaluación de los recursos naturales en el sistema de cultivo actual</li> <li>c-3) Prevención y reducción de la erosión del suelo mediante la aplicación de técnicas adecuadas</li> <li>c-4) Aprovechamiento de los recursos naturales para la prevención de desastres</li> <li>c-5) Aplicación de los recursos naturales en consideración del medio ambiente</li> <li>c-6) Uso efectivo de los recursos hídricos</li> <li>c-7) Coordinación del sistema de cultivo (cultivo colectivo, cultivo por rotación, cultivo continuo, etc.)</li> </ul>

2) Actividad 2 “Curso para prevención y comportamiento post-inundaciones”

Curso/Taller	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Prácticas y teoría para la formulación del Plan de Gestión de Riesgo (Fase I)</li> <li>b) Prácticas y teoría más detalladas para la formulación del Plan de Gestión de Riesgo (Fase II)</li> <li>c) Teoría de un sencillo sistema de alarma temprana de inundaciones</li> </ul>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Adquisición de los conocimientos y técnicas para la elaboración de los planes de prevención de desastres comunitaria y gestión de riesgos con participación de la comunidad local</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>b) Curso complementario de a)</li> <li>c) Ejecución de un sencillo sistema de alarma temprana de inundaciones, dar a conocer a los miembros de la comunidad y evacuación de los mismos</li> </ul>
Dirigido a:	a-c) Oficiales de los gobiernos locales, el personal técnico de las comisiones de regantes y los representantes de la comunidad local y miembros de la comunidad
Duración	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) En cada cuenca, 19 sesiones en total (4 horas /sesión)</li> <li>b) En cada cuenca, 34 sesiones en total (5 horas /sesión)</li> <li>c) En cada cuenca, 24 sesiones en total (5 horas /sesión)</li> </ul>
Instructores	a-c) Personal técnico del MINAG y de la Dirección de Agricultura de los gobiernos regionales, expertos en desarrollo comunitario, facilitadores (participación comunitaria)
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> <li>a-1) Manual de elaboración del plan de gestión de riesgos</li> <li>a-2) Análisis de la situación actual y desafíos de la gestión de riesgos</li> <li>a-3) Metodología del desarrollo comunitario participativo</li> <li>a-4) Demostración de la elaboración del plan (tentativo) de gestión de riesgos</li> <li>b-1) Plan de actividades comunitarias teniendo en cuenta el ecosistema (Trazado de planes considerando el ambiente natural ribereño y sus alrededores)</li> <li>b-2) Plan de gestión de riesgos</li> <li>b-3) Trazado de plan de actividades preventivas de desastre (Introducción al trazado de plan)</li> <li>c-1) Red de información del sistema de alarma temprana</li> <li>c-2) Capacitación conjunta con municipios y comisiones de regantes</li> </ul>

3) Actividad 3 “Curso para manejo de quebradas (laderas) para medidas contra sedimentación fluvial”

Curso/Taller	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Técnicas de conservación de quebradas (ladera desplomada en el curso medio y alto)</li> <li>b) Técnicas de producción de plántulas para reforestación</li> <li>d) Técnicas de trasplante</li> <li>e) Gestión y conservación de los recursos forestales</li> </ul>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Adquisición por la comunidad local de las técnicas adecuadas de conservación de laderas desplomadas en el curso medio y alto de acuerdo con las condiciones de cada cuenca, con el fin de promover el control de sedimentos fluviales.</li> <li>b) Adquisición por la comunidad local de las cuencas propensas a desastres, de las técnicas de producción de plántulas para la reforestación.</li> <li>d) Adquisición por la comunidad local de las cuencas propensas a desastres, de las técnicas de trasplante.</li> <li>e) Adquisición por la comunidad local de las cuencas propensas a desastres, de las técnicas de gestión y conservación de los recursos forestales.</li> </ul>
Dirigido a:	a-d) Oficiales de los gobiernos locales, personal técnico de las comisiones de regantes, representantes de la comunidad local, y miembros de la comunidad.
Duración	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) En cada cuenca, 12 sesiones en total (5 horas /sesión)</li> <li>b-d) En cada cuenca, tres cursos sobre el manejo de quebradas (ladera desplomada en el curso medio y alto) para medidas contra sedimentación fluvial incluyendo éste, 40 sesiones en total (5 horas /sesión)</li> </ul>
Instructores	a-d) Personal técnico del MINAG y de la Dirección de Agricultura de los gobiernos regionales, académicos (profesores de las universidades, centros de investigación, ONGs, etc.)
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> <li>a-1) Características y conservación del suelo en las quebradas</li> <li>a-2) Sistema de producción agropecuaria y forestal en las laderas desplomadas en el curso medio y alto.</li> <li>a-3) Sistema de pastura en las laderas desplomadas en el curso medio y alto.</li> <li>a-4) Reproducción de la vegetación tradicional</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>a-5) Conservación y mitigación de la erosión de las laderas desplomadas en el curso medio y alto.</li> <li>a-6) Mantenimiento participativo de miembros de la comunidad</li> <li>b-1) Selección de los árboles de alta aptitud local</li> <li>b-2) Técnicas de vivificación</li> <li>b-3) Técnicas de producción de plántulas</li> <li>b-4) Plan de construcción de viveros comunitarios</li> <li>c-1) Análisis de las áreas candidatas para reforestación</li> <li>c-2) Técnicas de trasplante</li> <li>c-3) Técnicas de manejo del suelo</li> <li>c-4) Técnicas de poda</li> <li>c-5) Plan de manejo forestal comunitario</li> <li>d-1) Medidas contra las inundaciones mediante reforestación</li> <li>d-2) Conservación y manejo de las plántulas</li> <li>d-3) Manejo de los productos forestales</li> <li>d-4) Plan comunitario de manejo de reforestación</li> </ul>
--	--

**(5) Costos directos y Período de ejecución**

Los costos directos de las actividades mencionadas se presentan en la tabla siguiente. El monto del costo se estima en S. / 114.050 en total. El desglose de los precios unitarios del costo directo se presenta en el Anexo-12, No.05 Monto de proyectos por cuenca.

El período de las actividades es dos años aproximadamente aunque hay que considerar los procesos de las medidas Estructurales y No-Estructurales.

**Tabla4.3.3-1 Contenido y costo directo de la asistencia técnica**

En SNIP, el presente proyecto está dividido en el componente A (medidas estructurales, forestación y control de sedimentos arrastrados) y el componente B (asistencia técnica: educación de prevención de desastre/ desarrollo de capacidad preventiva de desastres) y A y B serán ejecutados simultáneamente. Por lo general, para el componente B será contratado un proveedor y éste lo llevará a cabo bajo el plan y administración de un consultor y la institución ejecutora. En caso de que el propio proveedor tenga dificultad de ejecutarlo por sí mismo, contratará por su cuenta algún consultor apropiado. Por lo tanto, es necesario estipular detalladamente las obligaciones del proveedor en las especificaciones de la obra que forman parte de los documentos de licitación.

**(6) Plan de la Implementación**

La Dirección de General de Infraestructura Hidráulica (DGIH-MINAG) ejecuta este componente como la unidad ejecutora en cooperación con Dirección Regional de Agricultura (DRA), las Juntas de Usuarios y las Instituciones relacionadas. Para ejecutar las actividades eficientemente hay que considerar los siguientes:

- Para la implementación del presente componente, la DGIH-MINAG coordinará acciones con la Unidad de Gestión Central responsable de cada cuenca, y las direcciones regionales de agricultura (DRA).
- Para la administración y gestión del Proyecto, la DGIH-MINAG coordinará acciones con PSI-MINAG (Programa Subsectorial de Irrigaciones que tiene ricas experiencias en proyectos similares).
- Considerando que existen algunos gobiernos locales que han iniciado la elaboración del plan de gestión de crisis similar a través del respectivo comité de defensa civil, bajo el asesoramiento del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y gobiernos locales, la DGIH-MINAG deberá realizar la coordinación para que estos planes sean congruentes con los planes existentes en cada cuenca.
- Los cursos de capacitación serán gestionados y administrados por las comisiones de regantes (en particular la unidad de desarrollo de capacidades y comunicación) con la colaboración de los gobiernos locales de cada cuenca, para apoyar el desarrollo oportuno en cada localidad.
  - Los instructores y los facilitadores de los cursos serán asumidos por los expertos de las direcciones de atención a desastres de cada gobierno provincial, ANA, AGRORURAL, INDECI, etc. y los consultores (nacionales e internacionales)



## 4.4 Costos

### 4.4.1 Estimación de costos (a precios privados)

#### (1) Componentes de los costos del Proyecto

Los costos del Proyecto incluyen los siguientes componentes:

- 1) Componentes estructurales
    - i) Construcción
    - ii) Costo directo de obras (reforestación, medidas ambientales, educación en prevención de desastres, desarrollo de capacidades, y obra de compensación.)
    - iii) Gastos generales = 1)× 15 %
    - iv) Beneficios = 1)× 10 %
    - v) Costo de ejecución de obras = 1)+2)+3)
    - vi) Impuestos = 4)×18 % (IGV)
    - vii) Costo de construcción = 4)+5)
  - ii) Costos del servicio de consultoría (estructuras, reforestación, medidas ambientales, educación en prevención de desastres y desarrollo de capacidades)
    - viii) año detallado
    - ix) Supervisión de obras
    - x) Costos del servicio de consultoría = 7)+8)
      - 1) proyectos de medidas estructurales = 6)+9)
      - 2) adquisición de terrenos
      - 3) costo de administración de las unidades ejecutoras
- Costo total del Proyecto = 1) +2) +3)

#### (2) Costos directos de obras

Los costos directos de obras se estimaron aplicando los costos unitarios según tipo de obras, con base en los precios de mano de obra, materiales y equipos al 1 de agosto de 2011, a los que se aplicaron el volumen de obras.

##### 1) Mano de obra

En la Tabla 4.4.1-1 se indica el costo de mano aplicando los costos y los datos tomados de la Revista Costos y Presupuesto.

##### 2) Materiales

En la Tabla 4.4.1-2 se indican los precios unitarios de los principales materiales.

##### 3) Equipos

En la Tabla 4.4.1-3 se indican los precios de alquiler/hora de las principales maquinarias de construcción.

##### 4) Costo unitario de las obras

En la Tabla 4.4.1-4 se indican los resultados de estimación de costo de obras según tipos, aplicando los datos antes mencionados. Para los detalles del volumen de obras, véase el Anexo-8 Plan de instalaciones/Diseño, Cálculo del volumen.

5) Volumen de obras

En la Tabla 4.4.1-5 se indican los resultados del cálculo de costo unitarios según el tipo de obras, aplicando los datos antes mencionados. Para los detalles del cálculo de los precios unitarios de obras, véase el Anexo-9 Plan de ejecución/Cálculo, 3. Cálculo.

En la Tabla 4.4.1-6 se indican los costos directos de obras calculados aplicando los costos unitarios de obras y el volumen de trabajo.

(3) Costos de las medidas estructurales

En la Tabla 4.4.1-12 se indican los costos de las medidas estructurales. Asimismo en las Tablas 4.4.1-7 y 4.4.1-8 se indican la desagregación de los costos de diseño detallado y de supervisión de obras, respectivamente, tomados de la Tabla 4.4.1-12. El costo del servicio de consultoría se calcula según el Anexo-14 Plan de ejecución de proyecto de cooperación financiera reembolsable, Documento adjunto-1 Términos de referencia.

(4) Costos de adquisición de terrenos y de obras de compensación

En las Tablas 4.4.1-9 y 4.4.1-10 se indican los costos de adquisición de terrenos y de obras de compensación, respectivamente. Para los detalles véase el Anexo-9 Plan de ejecución/Cálculo, 4. Compensación.

(5) Costo de administración de las unidades ejecutoras

En la Tabla 4.4.1-11 se indican el costo de administración de las unidades ejecutoras.

(6) Costo total del Proyecto

En la Tabla 4.4.1-12 se indica el costo total del Proyecto.

(7) Costo de operación y mantenimiento

En la Tabla 4.4.1-14 se indica el costo anual de operación y mantenimiento. (Véase Anexo-9 Plan de Ejecución de Obras y Estimación del Costo)

**Tabla 4.4.1-1 Costo unitario de mano de obra (1)**

**Tabla 4.4.1-1 Costo unitario de mano de obra (2)**

**Tabla 4.4.1-2 Precios unitarios de los principales materiales**

**Tabla 4.4.1-3 Precios unitarios de las principales maquinarias de construcción**

**Tabla 4.4.1-4 Volumen de obras**

Obras		Unidad	TOTAL
			CHINCHA
<b>1.0</b>	<b>Obras provisionales</b>		
1.1	Oficina en el sitio	M2	530
1.2	Letreros	UND	5
1.3	Caminos de acceso provisionales	KM	9
1.4	Transporte de maquinarias pesadas	GLB	0
<b>2.0</b>	<b>Obras de preparación</b>		
2.1	Determinación de posición y nivel	ML	23.774
2.2	Control de levantamiento	M	13.201
2.3	Transporte de maquinarias pesadas	GLB	5
2.4	Desmontaje de estructuras de hormigón existentes	M3	1.035
2.5	Descolmatación	M3	139.745
2.6	Disposición de tierras residuales	M3	107.913
<b>3.0</b>	<b>Movimiento de tierra</b>		
3.1	Descolmatación	M3	174.085
3.2	Transporte de tierra de relleno	M3	14.088
3.3	Construcción de diques y compactación	M3	218.234
3.4	Excavación del borde de protección de márgenes	M3	135.808
3.5	Acabado de talud del dique	M3	47.848
3.6	Disposición de tierras residuales	M2	147.710
3.7	Descolmatación (estructuras)	M3	10.130
<b>4.0</b>	<b>Obras de protección de márgenes</b>		
4.1	Corte de rocas con explosivos	M3	146.821
4.2	Acopio de rocas	M3	146.821
4.3	Transporte de rocas	M3	146.821
4.4	Obras de protección de márgenes	M3	31.384
4.5	Instalación de rocas (borde)	M3	116.087
4.6	Suministro e instalación de GEOTEXTILE	M2	109.283
<b>5.0</b>	<b>Obras de hormigón</b>		
5.1	Encofrado	M2	6.318
5.2	Vaciado de hormigón (FC = 210 KG/CM2)	M3	9.418
<b>6.0</b>	<b>Gavión</b>		
6.1	Acopio de piedras trituradas (6~8 pulgadas)	M3	3.900
6.2	Transporte de rocas	M3	3.900
6.3	Instalación y anclaje de gaviones (5.0 × 1.0 × 1.0) m	UND	780
6.4	Colocación de piedras en gaviones (5.0 × 1.0 × 1.0) m	M3	3.900
6.5	Tapado de gaviones (5.0 × 1.0 × 1.0) m	UND	780

**Tabla 4.4.1-5 Estimación de costo unitario de obra (Ejemplo, Chico 1)**

**Tabla 4.4.1-6 Costos directos de obras (A precio privado y social)**

**Tabla 4.4.1-7 Costo de diseño detallado por la firma consultora (Total cuatro cuencas)**

**Tabla 4.4.1-8 Costo de supervisión de obras por la firma consultora  
(Total cuatro cuencas)**

**Tabla 4.4.1-9 Adquisición de terrenos**

**Tabla 4.4.1-10 Obras de compensación (Costo directo de obras)**

**Tabla 4.4.1-11 Costo de mantenimiento de las unidades ejecutoras (total de las 4 cuencas)**

**Tabla 4.4.1-12 Costo total del Proyecto (costos a precios privados)**

**Tabla 4.4.1-13 Costo total del Proyecto (costos a precios sociales)**

**Tabla 4.4.1-14 Costo anual de operación y mantenimiento  
(Soles)**

#### 4.4.2 Cálculo de costos (costos a precios sociales)

En la Tabla anterior 4.4.1-6, se indican los costos directos de obras a costos a precios sociales. Asimismo en la Tabla 4.4.1-13 se presentan el costo total del Proyecto determinado convirtiendo los costos de servicio de consultoría, adquisición de terrenos, obras de compensación y costo de mantenimiento de las unidades ejecutoras en costos a precios privados en los sociales.

Los precios sociales se calculan multiplicando los precios privados (costos de mano de obra, materiales y equipos) por los factores de conversión estándar (FCE).

Los factores de conversión estándar (FCE) se refieren a la relación de los precios sociales económicos calculados en la frontera y los precios privados en el país. A los bienes y servicios adquiridos en el país se les aplican los factores de conversión estándar (FCE) para convertirlos en precios sociales. En el presente estudio se hizo el cálculo basándose en la Directiva general del sistema nacional de inversión pública, (Resolución directoral No. 003-2011-EF/6801, Anexo SNIP 10-V 3.1), vigente en Perú. La Tabla 4.4.2-1 presentan los FCS determinados por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

**Tabla 4.4.2-1 Factores de conversión estándar a precios sociales (MEF: Ministerio de Economía y Finanzas)**  
**Factores de Corrección para Precios Sociales (Metodología MEF)**

DESCRIPCION	VALOR
<b>•Gastos en Bienes Nacionales</b>	0.85
<b>•Gastos en Bienes Importados</b>	0.92
<b>•Impuestos Indirectos de Insumos Importados *</b>	
Tasa Ad. Valorem	0.12
Tasa Impuesto General a las Ventas	0.18
<b>•Factor de corrección de la Divisa</b>	1.08
<b>•Gastos en Combustibles</b>	0.66
<b>•Costos Indirectos (gastos administrativos y financieros)</b>	0.85
<b>•Servicio de Consultorias (Expediente y Supervisión)</b>	
Persona Jurídica	0.85
Persona Natural	0.91
<b>•Gastos en Mano de Obra Calificada</b>	0.91
<b>•Gastos en Mano de Obra No Calificada</b>	0.68
Lima Metropolitana urbano	0,86
Región Costa urbano	0,68
Región Costa rural	0,57
Región Sierra urbano	0,60
Región Sierra rural	0,41
Región Selva urbano	0,63
Región Selva rural	0,49
<b>•Impuestos indirectos de Mano de Obra **</b>	
Tasa de Cuarta Categoría por Servicios No Personales (10%)	0.91

\*Corresponde a los impuestos en promedio.

\*\*Sólo se incluirá a la Mano de Obra No Calificada si es que se les paga por Recibos por Honorarios.

Como ejemplo, la Tabla 4.4.2-2 muestra un procedimiento de conversión de precios privados a precios sociales. Para el procedimiento de la conversión de otras partidas véase el Anexo-10 Estudio socioeconómico/Análisis económico.

**Tabla 4.4.2-2 Conversión del costo directo de obra de medidas de precios privados en precios sociales**

## **4.5 Evaluación social**

### **4.5.1 Costos a precios privados**

#### **(1) Beneficios**

Los beneficios del control de inundaciones vienen a ser la reducción de las pérdidas de inundaciones que se lograría con la implementación del Proyecto y se determina por la diferencia entre los montos de pérdida sin y con el Proyecto. Concretamente, para determinar los beneficios que se lograrían con la construcción de obras, se calcula primero el monto de pérdidas por inundaciones con diferentes períodos de retorno (entre 2 y 50 años), suponiendo que las obras de control de inundaciones tendrán una vida útil de 50 años, y luego se determina el monto medio anual de reducción de pérdidas a partir de los montos de pérdidas de diferentes períodos de retorno. La Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas, 4.1.2p-105) establece similares procedimientos.

A continuación se describen los procedimientos para determinar los beneficios concretos.

- (1) Determinar un monto de pérdidas de inundaciones en un área anegable analizando la magnitud de desbordamiento que ocurre sin el Proyecto para cada período de retorno (entre 2 y 50 años).
- (2) Luego, determinar un monto de pérdidas de inundaciones en el área anegable analizando la magnitud de desbordamiento que ocurre con las obras prioritarias de control de inundaciones construidas (Chico-1, Chico-2, Ma-1, Ma-2).
- (3) Determinar la diferencia entre el (1) y el (2). A esto se le suman los beneficios de otras obras diferentes a los diques (bocatomas, protección de caminos, etc.) para determinar el total de beneficios.

Se considerarán como “beneficios del Proyecto” a la suma del monto de pérdidas directas provocadas por el desbordamiento y de las pérdidas indirectas provocadas por la destrucción de las estructuras en los tramos vulnerables (pérdida de tierras de cultivo, interrupción del tráfico, etc.).

## 1) Método de cálculo del monto de pérdidas

En el presente Estudio se determinó el monto de pérdida por daños directos e indirectos para las variables que se indican en la Tabla 4.5.1-1.

**Tabla 4.5.1-1 Variables del cálculo del monto de pérdidas de inundaciones**

Pérdidas	VARIABLES	Descripción
(1) Directas	1) Cultivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivos en la época de crecidas. El monto de pérdida de cultivo por las inundaciones se determina multiplicando el % de daños según la profundidad de agua y el número de días de inundación.</li> <li>• Tierras agrícolas e infraestructuras agrícolas (canales, etc.)</li> <li>• Se determina el monto de pérdida de los cultivos multiplicando el % de daños según la profundidad de agua y el número de días de inundación por el monto de bienes agrícolas afectados por el arrastre de sedimentos.</li> </ul>
	2) Obras hidráulicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monto de pérdida debido a la destrucción de las estructuras hidráulicas (bocatomas, canales, etc.)</li> </ul>
	3) Infraestructuras viales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los daños de inundación relacionados con las infraestructuras viales se determina por los daños sufridos en el sector de transporte.</li> </ul>
	4) Viviendas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificaciones residenciales e industriales Se calcula multiplicando el monto de bienes por un coeficiente de pérdida según la profundidad de inundación. Viviendas: edificaciones residenciales e industriales Artículos domésticos: muebles, artefactos electrodomésticos, ropa, vehículos, etc. Los daños de inundación sufridos por las viviendas, edificaciones comerciales, activos y existencias se determinan multiplicando un coeficiente de pérdida según la profundidad de inundación.</li> </ul>
	5) Infraestructuras públicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el monto de pérdida de los caminos, puentes, alcantarillado, infraestructuras urbanas, centros educativos, iglesias y otros establecimientos públicos.</li> <li>• Determinar el monto de pérdida de las obras públicas multiplicando el monto de pérdida de activos generales por un coeficiente correspondiente</li> </ul>
	6) Servicios públicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructuras de energía eléctrica, gas, agua potable, ferrocarril, comunicación telefónica, etc.</li> </ul>
(2) Indirectas	1) Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar la pérdida ocasionada por la interrupción de suministro de agua de riego por los daños de las estructuras hidráulicas.</li> <li>• Determinar el costo de construcción y reparación de las estructuras hidráulicas como costo de daños directos.</li> </ul>
	2) Interrupción de tránsito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar la pérdida ocasionada por la interrupción de tránsito debido a los daños de los caminos inundados.</li> <li>• Determinar el costo de reparación y construcción de caminos como costo directo de daños.</li> </ul>

### A. Pérdida directa

La pérdida directa se determina multiplicando un coeficiente de daños según profundidad de inundación por el valor de activos.

### B. Pérdida indirecta

La pérdida indirecta se determina tomando en cuenta el impacto de las bocatomas y caminos dañados. A continuación se presenta los procedimientos del cálculo.



a. Daños de las presas

El monto de pérdida debido a los daños de la presa se calcula sumando la pérdida directa (rehabilitación y construcción de la presa) y el monto de pérdida indirecta (pérdida de cosecha debido a la interrupción del suministro de agua de riego).

1) Cálculo del costo de infraestructuras

Costo de la obra = costo de construcción por unidad de agua tomada × tamaño (caudal y longitud de la obra)

Costo unitario de construcción de la obra: para las bocatomas y canales, se requiere recoger información sobre el volumen de toma de agua de la obra existente, y el costo de ejecución de obras (construcción o reparación) y se calcula el costo unitario analizando la correlación entre los dos.

Se calculó que la obra se destruye totalmente por el caudal con un período de retorno de 10 años.

2) Pérdida de cultivo

Se determina las ganancias anuales según cultivos producidos en el distrito de riego correspondiente

Ganancia anual = (venta de los cultivos – costo) × frecuencia de cosecha al año

Venta de cosechas = área sembrada (ha) × rendimiento (kg/ha) × precio unitario de transacción

Costo = costo unitario (s./ha) × área sembrada (ha)

b. Daños de las infraestructuras viales

Se determina la pérdida debido a la interrupción del tránsito.

Monto de pérdida = pérdida directa + pérdida indirecta

Pérdida directa: costo de construcción de los caminos (construcción, rehabilitación)

Pérdida indirecta: costo de pérdida de oportunidad debido a los daños de los caminos (depreciación del vehículo + pérdida por los gastos del personal)

Se deduce un período intransitable de 5 días (en el Perú, por lo general se demora cinco días para terminar de rehabilitar un camino provisional)

2) **Monto de pérdidas según períodos de retorno**

Se hizo cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones según el periodo de retorno. En la Tabla 4.5.1-2 se muestran ejemplos del cálculo de montos estimados de pérdidas. Para los detalles véase I-7 Libro de datos.

**Tabla 4.5.1-2 Cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones (a precios privados) (Río Chincha)**

(Mil soles)

Ítem de daños	T=50 años	
	Con proyecto	Sin proyecto
Daños en cultivos	54.563	14.279
Daños en estructuras de riego	23.045	3.735
Daños viales	15.694	7.659
Daños en viviendas	7.599	3.308
Daños en instalaciones públicas	1.987	836
Daños en los servicios públicos	1.058	129
<b>TOTAL</b>	<b>103.947</b>	<b>29.945</b>

**Tabla 4.5.1-3 Monto estimado de pérdidas (a precios privados) (en el Río Chincha)**

Caso ケース	t	Precios Privados / 民間価格
		Chincha
Sin Proyecto 事業を実施 しない場合	2	15,262
	5	39,210
	10	55,372
	25	77,797
	50	103,947
	Total	291,588
Con Proyecto 事業を実施 した場合	2	449
	5	3,005
	10	4,309
	25	14,282
	50	29,945
	Total	51,991

### 3) Monto de pérdidas (promedio anual) que se espera reducir con el Proyecto

Se determina un monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto por la suma total del monto anual medio de pérdida según caudal ocurrido multiplicando el monto de reducción de pérdida según caudal ocurrido por las probabilidades de crecidas correspondientes.

Considerando que las inundaciones ocurren probabilísticamente, el beneficio anual se determina como promedio del monto anual de reducción de pérdidas esperada. A continuación se presentan los procedimientos del cálculo.

**Tabla 4.5.1-4 Cálculo del monto medio anual de reducción de pérdidas esperada**

Probabilidades	Monto de pérdida			Pérdida media del tramo	Probabilidades del tramo	Monto medio anual de reducción de pérdidas
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Reducción de pérdidas			
1/1			$D_0 = 0$			
1/2	$L_1$	$L_2$	$D_1 = L_1 - L_2$	$(D_0 + D_1)/2$	$1 - (1/2) = 0,500$	$d_1 = (D_0 + D_1)/2 \times 0,67$
1/5	$L_3$	$L_4$	$D_2 = L_3 - L_4$	$(D_1 + D_2)/2$	$(1/2) - (1/5) = 0,300$	$d_2 = (D_1 + D_2)/2 \times 0,300$
1/10	$L_5$	$L_6$	$D_3 = L_5 - L_6$	$(D_2 + D_3)/2$	$(1/5) - (1/10) = 0,100$	$d_3 = (D_2 + D_3)/2 \times 0,100$
1/20	$L_7$	$L_8$	$D_4 = L_7 - L_8$	$(D_3 + D_4)/2$	$(1/10) - (1/20) = 0,050$	$d_4 = (D_3 + D_4)/2 \times 0,050$
1/30	$L_9$	$L_{10}$	$D_5 = L_9 - L_{10}$	$(D_4 + D_5)/2$	$(1/20) - (1/30) = 0,017$	$d_5 = (D_4 + D_5)/2 \times 0,017$
1/50	$L_{11}$	$L_{12}$	$D_6 = L_{11} - L_{12}$	$(D_5 + D_6)/2$	$(1/30) - (1/50) = 0,013$	$d_6 = (D_5 + D_6)/2 \times 0,013$
1/100	$L_{13}$	$L_{14}$	$D_7 = L_{13} - L_{14}$	$(D_6 + D_7)/2$	$(1/50) - (1/100) = 0,010$	$d_7 = (D_6 + D_7)/2 \times 0,010$
Monto medio previsto anual de reducción de pérdidas				$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7$		

En la Tabla 4.5.1-5 se presentan los resultados del cálculo del monto de pérdidas (promedio anual) que se espera reducir al implementar el Proyecto en la cuenca del Río Chincha.

**Tabla 4.5.1-5 Resultados del cálculo del monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto (Precios privados)**

s/1000

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被害 軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しない場合①	事業を実施した場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CHINCHA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	15,262	449	14,813	7,406	0.500	3,703	3,703
	5	0.200	39,210	3,005	36,205	25,509	0.300	7,653	11,356
	10	0.100	55,372	4,309	51,063	43,634	0.100	4,363	15,719
	25	0.040	77,797	14,282	63,514	57,289	0.060	3,437	19,157
	50	0.020	103,947	29,945	74,002	68,758	0.020	1,375	20,532

## (2) Evaluación social

### 1) Objetivo e indicadores de evaluación

El objetivo de la evaluación social en el presente Estudio es evaluar la eficiencia de las inversiones en las medidas estructurales aplicando el método de análisis de la relación costo-beneficio (B/C) desde el punto de vista de la economía nacional. Para ello, se determinaron los indicadores de evaluación económica (relación B/C, Valor Actual Neto –VAN,

y tasa interna de retorno económico –TIR). La tasa interna de retorno (TIR) es un indicador que expresa la eficiencia de la inversión en el proyecto. Se define como la tasa de descuento para equiparar el valor actual del costo generado por el proyecto al valor actual de beneficio. Es la tasa de descuento necesario para que el Valor Actual Neto (VAN) sea de cero y la relación de B/C de uno, e indica el porcentaje del beneficio generada por dicha inversión. La tasa interna de retorno utilizada en la evaluación económica se denomina “tasa interna de retorno económico (TIRE). El precio del mercado es convertido en el precio económico (costos a precios sociales) eliminando el impacto de la distorsión del mercado.

La TIR, relación B/C y el VAN se determinan aplicando las expresiones matemáticas indicadas en la siguiente Tabla. Cuando la TIR sea mayor que la tasa social de descuento, la relación B/C sea mayor a uno y el VAN sea mayor a cero, se considera que dicho proyecto es eficiente desde el punto de vista del crecimiento de la economía nacional.

**Tabla 4.5.1-6 Indicadores de evaluación del análisis de la relación costo-beneficio y sus características**

Indicadores	Definición	Características
Valor Actual Neto (VAN)	$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite comparar la magnitud del beneficio neto generado con el proyecto.</li> <li>- Varía dependiendo de la tasa social de descuento.</li> </ul>
Relación costo-beneficio (B/C)	$B/C = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} / \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite comparar la eficiencia de la inversión por la magnitud de beneficio por unidad de inversión.</li> <li>- Varía dependiendo de la tasa social de descuento.</li> </ul>
Tasa de retorno interno económica (TIR)	$\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite conocer la eficiencia de la inversión comparando con la tasa social de descuento.</li> <li>- No varía dependiendo de la tasa social de descuento.</li> </ul>

Donde, Bi: beneficio al año “i” / Ci: costo al año “i” / r: tasa social de descuento (10 %) / n: años de evaluación.

## 2) Precondiciones

A continuación se plantean las precondiciones de cada uno de los indicadores utilizados en la evaluación económica.

### i) Período de evaluación

El período de evaluación se define entre 2013 y 2027 (15 años después de iniciadas las obras de construcción). El cronograma tentativo de la ejecución del Proyecto es el siguiente.

2012:	Diseño Detallado
2013 - 2014:	Construcción
2013 - 2027:	Período de evaluación

El período objeto de la evaluación del Proyecto será de 15 años al igual que el período adoptado

en el Informe de Perfil del Programa. Si bien es cierto que el período objeto de la evaluación establecido por el SNIP en su Anexo 10 de los Reglamentos, es de 10 años, también se establece que este período puede ser modificado cuando la unidad formuladora del proyecto (en este caso DGIH) lo considere necesario. La DGIH adopta un período de 15 años en su Informe de Perfil del Programa, con la aprobación de la OPI y DGPM (19 de marzo de 2010). Por otro lado, dado que JICA establece un período de 50 años para el Estudio de Desarrollo, se consultó con DGIH y a OPI y recibió la instrucción de adoptar 15 años. Cabe recordar que en el Anexo 14 “Plan de Implementación del Proyecto de Cooperación Financiera Reembolsable” se describe la evaluación socioeconómica en el caso de adoptar un período objeto de la evaluación de 50 años.

### **ii) Factor de conversión estándar (FCE)**

El factor de conversión estándar (FCE) es la relación entre los precios socioeconómicos establecidos en la frontera y los precios privados nacionales de todos los bienes de la economía de un país, sirve para convertir los precios de los bienes y servicios comprados en el mercado local en precios económicos. FCE están determinados por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) según lo indicado en la Tabla 4.4.2-1 anterior.

### **iii) Otras condiciones preliminares**

Nivel de precios:	2011
Tasa social de descuento:	10 % (Según los reglamentos del SNIP)
Costo anual de mantenimiento:	Véase la Tabla 4.4.1-14.

### **3) Análisis de la relación costo-beneficio (B/C)**

Se compararon el costo total requerido para la rehabilitación y mantenimiento de las obras de control de inundaciones y el beneficio total (monto de pérdidas reducidas) proveniente de dichas obras rehabilitadas, convirtiéndolos en valores actuales aplicando la tasa social de descuento. Para ello, se estableció como año base para la conversión en el valor actual al momento en que se efectuará la evaluación, y el período de evaluación durante los siguientes 15 años desde el comienzo de las obras del Proyecto. Se determinó el costo total sumando el costo de construcción y el costo de operación y mantenimiento de las obras, convertidos en valores actuales; y el beneficio total sumando el promedio del monto anual de reducción de pérdidas esperada, convertido en valores actuales.

En la Tabla 4.5.1-7 se presentan los resultados del cálculo de B/C, VAN y TIR a precios privados.

**Tabla 4.5.1-7 Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios privados)**

La Tabla 4.5.1-8 presenta ejemplos del cálculo (a precios privados) de la evaluación social del Río Chincha.

**Tabla-4.5.1-8 Cálculo de la evaluación social (a precios privados) (Río Chincha)**

**Tabla-4.5.1-9 Cálculo de la evaluación social (a precios sociales) (Río Chincha)**

**4.5.2 Costos a precios sociales**

**(1) Beneficios**

1) Monto estimado de pérdidas según desastres de diferentes períodos de retorno

En la Tabla 4.5.2-1 se presentan ejemplos del cálculo de montos estimados de pérdidas. Para los detalles véase I-7 Libro de datos

**Tabla 4.5.2-1 Cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones (A precios sociales) (Río Chincha)**

(Mil soles)

Ítem de daños	T=50 años	
	Con proyecto	Sin proyecto
Daños en cultivos	92.694	22.227
Daños en estructuras de riego	19.059	3.088
Daños viales	12.398	6.051
Daños en viviendas	6.437	2.802
Daños en instalaciones públicas	1.683	708
Daños en los servicios públicos	837	103
<b>TOTAL</b>	<b>133.108</b>	<b>34.979</b>

En la Tabla 4.5.2-2 se presentan los montos de pérdidas con y sin el Proyecto, estimados para desastres de diferentes períodos de retorno en el río Cañete.

**Tabla 4.5.2-2 Monto estimado de pérdidas (a precios sociales) (En miles de soles)**

Caso	Período de retorno	Precios
		Chincha
Sin Proyecto	2	16,758
	5	44,275
	10	74,539
	25	101,437
	50	133,108
	Total	370,117
Con Proyecto	2	456
	5	4,859
	10	6,955
	25	18,932
	50	34,979
	Total	66,181

**2) Monto de pérdidas (promedio anual) que se espera reducir con el Proyecto**

En la Tabla 4.5.2-3 se presentan los resultados del cálculo del monto de pérdidas (promedio anual) que se espera reducir al implementar el Proyecto en la cuenca del Río Chincha.

**Tabla 4.5.2-3 Monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto (a precios sociales)**

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S./.)			区間平均被害額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の 累計=年平均被害 軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施し ない場合①	事業を実施し た場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
	1	1.000	0	0	0		0	0	
CHINCHA	2	0.500	16,758	456	16,302	8,151	0.500	4,075	4,075
	5	0.200	44,275	4,859	39,417	27,859	0.300	8,358	12,433
	10	0.100	74,539	6,955	67,583	53,500	0.100	5,350	17,783
	25	0.040	101,437	18,932	82,505	75,044	0.060	4,503	22,286
	50	0.020	133,108	34,979	98,129	90,317	0.020	1,806	24,092

**(2) Evaluación social**

En la Tabla 4.5.2-4 se presentan los resultados del cálculo de B/C, VAN y TIR a precios sociales.

**Tabla 4.5.2-4 Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios sociales)**

La Tabla 4.5.1-9 presenta ejemplos del cálculo (a precios sociales) de la evaluación social del Río

Chincha.

#### **4.5.3 Conclusiones de la evaluación social**

La evaluación social puso de manifiesto que el proyecto de la cuenca del Río Chincha arrojará un impacto económico palpable en términos de costos a precios sociales y privados. A continuación se presentan los efectos positivos del Proyecto que son difícilmente cuantificables en valores económicos.

- (1) Contribuye al desarrollo económico local al reducirse el temor por el estancamiento o daños de las actividades económicas.
- (2) Contribuye a la generación de oportunidades de empleo por la ejecución de obras contempladas en el Proyecto.
- (3) Mayor conciencia de la comunidad local sobre los riesgos de las inundaciones y otros desastres.
- (4) Incremento del ingreso por agricultura más estable, gracias a la reducción de los daños de inundaciones.
- (5) Subida del precio de las tierras de cultivo

Por los resultados de la evaluación económica anteriormente expuestos, se considera que el presente Proyecto contribuirá sustancialmente al desarrollo de la economía local.

#### **4.6 Análisis de sensibilidad**

##### **(1) Objetivo**

Se realizó el análisis de sensibilidad con el fin de responder a la incertidumbre por el posible cambio de las condiciones socioeconómicas en el futuro. Para el análisis costo beneficio, se requiere prever la variación del costo y del beneficio del proyecto, sujeto a la evaluación, hacia el futuro. Sin embargo, no es una tarea fácil proyectar de manera acertada de un proyecto público, puesto que éste se caracteriza por un largo período requerido desde su planificación hasta la puesta en operación, y por una larga vida útil de las obras puestas en operación, a lo que se suman la intervención de un sin número de factores inciertos que afectan el futuro costo y beneficio del proyecto. Así, no pocas veces se obtienen resultados de análisis discordantes con la realidad al no concordar con la realidad las precondiciones o la hipótesis predeterminadas. Por lo tanto, para compensar la incertidumbre del análisis de costo beneficio, conviene reservar un amplio margen de tolerancia, evitando un resultado absoluto y único de un solo escenario. El análisis de sensibilidad constituye una respuesta a esta situación.



El objetivo del análisis de sensibilidad es dar a los resultados del análisis costo beneficio un determinado margen que permita gestionar adecuadamente la implementación del proyecto, rendir cuentas ante la población, y lograr mayor precisión y fiabilidad de los resultados de la evaluación del proyecto.

## (2) Ejecución de Análisis de sensibilidad

### 1) Descripción general de análisis de sensibilidad

Existen tres métodos del análisis de sensibilidad, como las que se indican en la Tabla 4.6-1.

**Tabla 4.6-1 Métodos del análisis de sensibilidad**

Métodos	Descripción	Productos
Análisis de sensibilidad de las variables	Consiste en cambiar una solo variable (precondición o hipótesis) predeterminada, para evaluar cómo afecta al resultado del análisis.	Margen de los valores arrojados por el análisis al variar una precondición o hipótesis.
Alternativas mejores y peores	Consiste en definir los casos en que se empeoran o se mejoran los resultados del análisis al cambiar las principales precondiciones e hipótesis preestablecidas, para evaluar el margen de los resultados del análisis.	Margen de los valores arrojados por el análisis al variar las principales precondiciones o hipótesis
Monte Carlo	Consiste en conocer la distribución de probabilidad de los resultados del análisis usando la simulación Monte Carlo de números aleatorios de las precondiciones e hipótesis preestablecidas.	Distribución probabilística de los resultados al varía todas las principales precondiciones e hipótesis

### 2) Descripción del análisis de sensibilidad

En el presente Proyecto se adoptó el método de análisis de sensibilidad de las variables utilizado comúnmente en las inversiones en obras públicas. A continuación se presentan los escenarios y los indicadores económicos que se utilizaron en el análisis de sensibilidad.

**Tabla 4.6-2 Casos sometidos al análisis de sensibilidad e indicadores económicos**

Indicadores	Margen de variación según factores	Indicadores económicos a evaluar
Costo de construcción	En caso de aumentar el costo de construcción en un 5 % y 10 %	TIR, VAN, B/C
Beneficio	En caso de reducirse el beneficio en un 5 % y 10 %	TIR, VAN, B/C
Tasa social de descuento	En caso de aumentar y reducirse la tasa social de descuento en un 5 %, respectivamente.	VAN, B/C

### 3) Resultados del análisis de sensibilidad

En la Tabla 4.6-3 se muestran los resultados del análisis de sensibilidad de cada caso evaluado, a precios privados y sociales.

**Tabla 4.6-3 Resultados del análisis de sensibilidad de TIR, B/C y VAN**

	Basin	Item	Basic Case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
				Cost increase 5%	Cost increase 10%	Benefit decrease 5%	Benefit decrease 10%	Disc. rate increase 5%	Disc. rate decrease 5%
PRIVATE PRICE	CHINCHA	IRR (%)	35%	33%	32%	33%	32%	35%	35%
		B/C	2.76	2.64	2.53	2.62	2.49	2.14	3.68
		NPV(s)	76,905,695	74,851,989	72,798,284	70,879,052	64,852,409	46,239,359	127,369,506
SOCIAL PRICE	CHINCHA	IRR (%)	47%	45%	43%	45%	43%	47%	47%
		B/C	3.89	3.71	3.55	3.69	3.50	3.01	5.17
		NPV(s)	105,033,115	103,321,945	101,610,775	97,961,404	90,889,692	67,971,426	165,573,203

### (3) Evaluación del análisis de sensibilidad

Se realizó el análisis de sensibilidad del impacto del Proyecto en términos del cambio socioeconómico, a precios tanto privados como sociales.

Sobre el Río Chincha, aun cuando los costos, beneficios y la tasa de descuento sufran un determinado grado de variación, su impacto sobre los niveles de TIR, B/C y VAN es reducido, y sigue siendo un Proyecto con alto impacto económico.

## 4.7 Análisis de riesgos

A continuación se describen los resultados del análisis de riesgos en las 23 estaciones que integran el presente Proyecto.

### (1) Definición de riesgos

Se cálculo en sentido inverso un porcentaje creciente del costo y un porcentaje decreciente del beneficio con que NPV sea cero en cada cuenca calculada en la cláusula 4.5.2 Evaluación social (a precios sociales) y se define el nivel de riesgo en la construcción de instalaciones como sigue:

- Alto riesgo: Con un aumento del costo en más del 0 % y menos del 15 %, ó una reducción del beneficio en más del 0 % y menos del 15 %, NPV será cero.
- Mediano riesgo: Con un aumento del costo en más del 15 % y menos del 30 %, ó una reducción del beneficio en más del 15 % y menos del 30 %, NPV será cero.
- Bajo riesgo: Con un aumento del costo en más del 30 %, ó una reducción del beneficio en más del 30 %, NPV será cero.

## **(2) Magnitud de riesgos en cada cuenca**

En la Tabla 4.7-1 se indican el porcentaje de incremento del costo y el porcentaje de reducción de beneficios para que el VAN sea 0 a precios sociales en cada cuenca. Se observa que en todas las cuencas presentan pequeño riesgo frente a los beneficios, pero se considera necesario realizar un seguimiento (de la reducción del costo de construcción y del costo de mantenimiento de las obras terminadas) a las cuencas que presenten relativamente alto riesgo.

**Tabla 4.7-1 Porcentaje del incremento de costo y el porcentaje de reducción de beneficios para que el VAN sea 0**

## **4.8 Análisis de sostenibilidad**

El presente Proyecto será cogestionado por el gobierno central (a través de la DGIH), comisiones de regantes y los gobiernos regionales, y el costo del Proyecto será cubierto con los respectivos aportes de las tres partes. Si bien es cierto que los porcentajes de los aportes se determinan mediante discusiones, en el presente Estudio se ha trabajado con el supuesto de que el gobierno central (en este caso, la DGIH) asume el 80 %, las comisiones de regantes el 15 % y los gobiernos regionales el 5 %, que son porcentajes de un modelo representativo. Por otro lado, la operación y mantenimiento (OyM) de las obras terminadas es asumida por las comisiones de regantes. Por lo tanto, la sostenibilidad del Proyecto depende de la rentabilidad del Proyecto y de la capacidad de OyM de las comisiones de regantes.

### **(1) Rentabilidad**

El proyecto es suficientemente rentable en el río Chincha, tal como se indicó en el apartado 4.5 “Evaluación social”, lo que demuestra la alta sostenibilidad del proyecto.

### **(2) Comisión de regantes**

Las comisiones de regantes son organizaciones sin fines de lucro administradas por pobladores y fundadas según la ley promulgada el 14 de octubre de 1987 (Resolución Ministerial No. 0837-87-AG). La comisión de regantes de Perú la constituyen 114 comisiones y estas están compuestas por 1582 comités de regantes. Asimismo, están registradas en la Junta Nacional (compuesta de 7 miembros seleccionados por la elección de las comisiones regantes de todo el país), y desarrollan sus actividades como representantes de todos los agricultores peruanos en el sector agrícola. Las comisiones de regantes de Perú están reconocidas en los sectores agrícolas tanto privados como públicos y otros sectores de la sociedad peruana.

Cada comisión de regantes cuenta con varios sectores de riego. Estos sectores significan áreas de riego que están divididas por las características locales (comparten los puntos de control de agua, como presas y bocatomas pequeñas, y canales secundarios y terciarios).

En lo que se refiere al sistema de toma de decisiones en las comisiones de regantes en cada cuenca, se celebra una sesión de consejo directivo dos veces al mes, donde se proponen los temas prioritarios y necesidades de cada comisión, y se determinan las acciones prioritarias a tomar en el mes correspondiente mediante las discusiones. Este Consejo directivo lo conforman 7 miembros: Presidente, vicepresidente, secretario, contable, sub-contable y 2 vocales.

Los principales trabajos de las comisiones de regantes son los siguientes;

- \* Tratar de entenderse mutuamente entre los miembros e integrar la voluntad como comisión.

- \* Compartir recursos de agua de manera eficiente y equitativa
  - \* Administración, operación y mantenimiento de las instalaciones de riego de su competencia
  - \* Sensibilización ante los recursos de agua y desarrollo de capacidad
  - \* Desarrollo de actividades agrícolas de los miembros y fomento del mejoramiento de la calidad de vida mediante el aumento del ingreso
- (3) En la Tabla 4.8-1 se presentan los presupuestos de las comisiones de regantes según cuenca en los últimos años.

**Tabla 4.8-1 Presupuesto del Proyecto de las comisiones de regantes**

(Unidad: soles)

Ríos	Presupuesto anual			
	2007	2008	2009	2010
Chíncha	1.562.928,56	1.763.741,29	1.483.108,19	

Los ingresos de las comisiones de regantes constan de 1) tarifa de agua de riego por m<sup>3</sup> y 2) alquiler de la maquinaria pesada a las empresas privadas, sin ningún subsidio del gobierno central. Por otra parte, los gastos consisten en 1) costo de operación del sistema de captación (sueldo del operador en la bocatoma, etc.), 2) Costo de mantenimiento del sistema de riego (bocatoma y canales de riego), 3) costo de investigación sobre la mejora del sistema de riego, 4) costo de administración de la oficina de comisión de regantes, etc.

Por otro lado en la Tabla 4.8-2 se presenta el costo anual de operación y mantenimiento requerido después de construidas las obras, según el apartado 4.4.1.

En la misma tabla se presenta el porcentaje que el costo de operación y mantenimiento representa dentro del presupuesto de cada comisión de regantes de 2009.

El porcentaje del costo anual de OyM dentro del presupuesto de las comisiones de regantes en 2009 en el río Chíncha es el más bajo con 2,1 %. El porcentaje del costo de mantenimiento del presente Proyecto es relativamente alto respecto al presupuesto actual de proyectos, sin embargo, el porcentaje de este costo de mantenimiento después de la implementación del Proyecto resultará muy bajo respecto al monto de pérdidas anual por daños. Por lo tanto, se puede considerar que el incremento de la renta debido a la disminución de daños de inundaciones podrá cubrir suficientemente el costo de mantenimiento.

En cuanto a la capacidad de operación y mantenimiento, cada comisión de regantes tiene maquinaria pesada (tractor, excavadora, tráiler, camión volquete, etc.) y se dedica al mantenimiento y reparación de los diques, protección de orillas y canales de riego. Puesto que las obras de control de inundaciones contempladas en el presente Proyecto son diques, presas y otras obras muy familiares localmente, se considera que las comisiones de regantes son capaces de asumir esta responsabilidad con la asistencia técnica el MINAG y de los gobiernos locales.

**Tabla 4.8-2 Porcentaje de los costos de OyM sobre del costo de operación cada comisión de regantes y del monto de pérdidas reducidas**

Ríos	Costo de operación comisiones de regantes (mil S/)	Costo anual de OyM (mil S/)	Porcentaje del costo anual de OyM (%)	Monto anual medio de pérdidas reducidas (mil S/)	Porcentaje del costo anual de OyM (%)
	(1)	(2)	(3) = (2)/(1)	(4)	(5) = (2)/(4)
Chincha	1.483	435	29,3	20.532	2,1

(4) Deliberaciones con las comisiones de regantes

Es necesario que el gobierno central (MINAG) y las comisiones de regantes tengan deliberaciones sobre los siguientes temas y preparen un acuerdo.

- Porcentaje del aporte del costo del proyecto
- Entrega de las instalaciones de control de inundaciones
- Administración y mantenimiento de las instalaciones
- Entrega, administración y mantenimiento de los árboles plantados a lo largo del río

## 4.9 Impacto Ambiental

### 4.9.1 Procedimiento de la evaluación de impacto ambiental

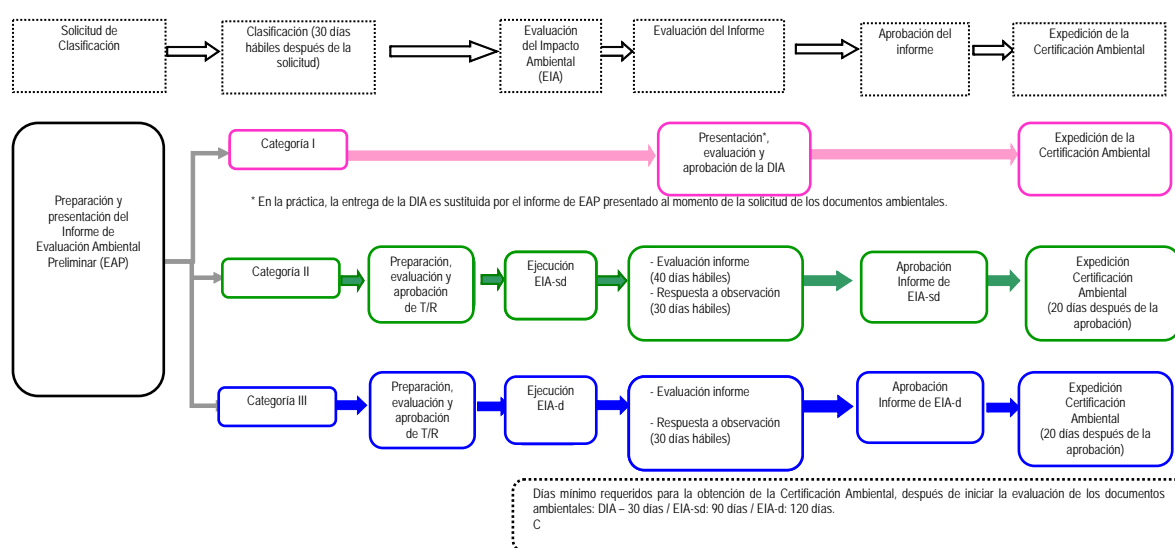
Los proyectos que se implementan en el Perú son clasificados por la unidad responsable del ministerio rector en la etapa del estudio de pre inversión, en tres categorías siguientes conforme la magnitud del supuesto impacto socio-ambiental por la implementación del proyecto en cuestión. Los proyectos de la Categoría I con leve impacto ambiental debe realizar la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), los de la Categoría II el “Estudio de Impacto Ambiental semidetallado (EIA-sd)” y los de la Categoría III el “Estudio de Impacto Ambiental detallado (EIA-d)”, entregando debidamente el informe correspondiente para obtener la aprobación de la unidad responsable del ministerio rector.

**Tabla 4.9.1-1 Categorización según el grado del impacto ambiental**

	Grado del impacto ambiental del Proyecto	Informes requeridos para la certificación ambiental
Categoría I	Proyectos cuya ejecución no origina impactos ambientales negativos de carácter significativo.	DIA
Categoría II	Proyectos cuya ejecución puede originar impactos ambientales moderados y cuyos efectos negativos pueden ser eliminados o minimizados mediante la adopción de medidas fácilmente aplicables.	EIA-sd
Categoría III	Proyectos cuyas características, envergadura y/o localización, pueden producir impactos ambientales negativos significativos, cuantitativa o cualitativamente, requiriendo un análisis profundo para revisar sus impactos y proponer la estrategia de manejo ambiental correspondiente.	EIA-d

Fuente: Preparada por el Equipo de Estudio de JICA con base en la Ley de SEIA (2001)

A continuación se esquematiza los procedimientos a seguir para conseguir la Presentación de la Solicitud de documentos ambientales, clasificación, preparación de los términos de referencia del estudio del impacto ambiental, su aprobación, ejecución del estudio, evaluación y aprobación del informe, expedición de la certificación ambiental.



Fuente: Preparada por el Equipo de Estudio de JICA con base en la Guía de SEIA (2009) y entrevistas en DGAA.

**Figura 4.9.1-1 Procedimientos para la obtención de Certificación Ambiental en MINAG**

La unidad ejecutora del proyecto debe, en primer lugar, presentar el informe de Evaluación Ambiental Preliminar (EAP) a la unidad responsable del ministerio rector para que ésta determine la categoría del proyecto en cuestión. La unidad responsable define la categoría tras evaluar el informe del EAP. Los proyectos de Categoría I requiere la entrega de la DIA. En el caso del MINAG, la entrega de la DIA, prácticamente es sustituida por el informe de EAP presentado al momento de la solicitud de los documentos ambientales. Los proyectos de Categorías II y III están obligados a ejecutar el EIA-sd o EIA-d, respectivamente.

A continuación se describe el avance en los procedimientos de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) del presente Proyecto.

La Evaluación Ambiental Preliminar (EAP) ha sido realizada por un consultor local registrado en el MINAG (CIDES Ingenieros S.A.) entre diciembre de 2010 y enero de 2011 para la cuenca del Río Chincha.

El informe de EAP de la cuenca del río Chincha ha sido entregado del Equipo de Estudio al DGIH el 25 de enero de 2011, y este documento ha sido entregado de DGIH a DGAA el 19 de julio de 2011.

El informe de EAP fue evaluado por DGAA y éste dio comentarios correspondientes a DGIH el 9 de septiembre de 2011. Con base en dichos comentarios, el Equipo de Estudio de JICA hizo modificaciones de EAP y lo entregó a DGAA el 21 de septiembre del mismo año.

La DGAA ha finalizado la evaluación de este documento expidiendo la aprobación a DGIH a finales de diciembre de 2011, con lo que el proyecto del Río Chincha quedó clasificado en la Categoría I. No

es necesario realizar más EAP para esta cuenca.

El Equipo de Estudio de JICA verificó y evaluó los impactos ambientales positivos y negativos que puedan manifestarse con la implementación del presente Proyecto y preparó un plan de prevención y mitigación de los impactos con base en los resultados del estudio ambiental preliminar, visitas directas al campo y entrevistas.

Las obras planeadas son Mejoramiento de diques existentes, Conformación de dique, Descolmatación de cauces, Protección de márgenes, Mejoramiento/Reparación de bocatomas y obras de división, y Ampliación de cauce. En la Tabla 4.9-1-2 se resumen los sitios previstos para las obras de control de inundaciones planeadas en el río Chincha.

**Tabla 4.9-1-2 Sitios previstos para la ejecución de obras**

Cuenca	Ubicación de la medida		Característica del punto crítico	Objetivo principal de protección	Principales medidas estructurales	Dimensiones de las estructuras	
Río Chincha	Chico-1	2.9-5.0 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo (manzana, uva, algodón, etc.), bocatoma existente	Dique con revestimiento	Longitud Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	3,150 m 60,160 m <sup>3</sup> 23,700 m <sup>3</sup>
	Chico-2	14.7-15.3 km	Bocatoma existente (w:100m, H:3.0m, crest w:2.0m)		Descolmatación de cause, dique con revestimiento	Descolmatación Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	L=540 m, V=20,000 m <sup>3</sup> L=850 m, V=5,500 m <sup>3</sup> 23,700 m <sup>3</sup>
	Chico-3	24.0-24.4 km	Bocatoma existente (w:70m, H: 3.0m, crest w:2.0m)		Bocatoma - Dique con revestimiento	Mejoramiento de Bocatoma Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	Trabajos de consolidación V=5,200 m <sup>3</sup> , Presa derivadora V=4,300 m <sup>3</sup> L=730 m, V=20,350 m <sup>3</sup> 7,400 m <sup>3</sup>
	Ma-1	2.5-5.0 km	Zona de Inundación		Dique con revestimiento	Longitud Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	4,630 m 49,900 m <sup>3</sup> 37,000 m <sup>3</sup>
	Ma-2	8.0-10.5km	Zona de angostura del cause		Descolmatación de cause, dique con revestimiento	Descolmatación Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	L=2,500 m, V=123,500 m <sup>3</sup> L=4,080 m, V=37,700 m <sup>3</sup> 32,200 m <sup>3</sup>

Fuente: Equipo Estudios de JICA

#### 4.9.2 Metodología de la evaluación del impacto ambiental

A continuación se describe el procedimiento y métodos de identificación y evaluación de los impactos socio ambiental. Primero se comprobó el plan de obras de estructuras fluviales y se elaboró la matriz de tipo “Leopold” para identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales.

La identificación se desarrolló a nivel ambiental (ambiente natural, biológico y social) y a nivel de proyecto (periodo de construcción y de operación y mantenimiento); y la evaluación fue expresada en cifras tomando en cuenta la naturaleza, probabilidad de ocurrencia, grado (intensidad, alcance, duración y reversibilidad) y se dio un valor total del impacto. En las Tablas 4.8.1-1 se presentan criterios empleados en la evaluación (en cifras).



**Tabla 4.9.2-1 Criterio de Evaluación - Matriz de Leopold**

Índice		Puntaje	
Naturaleza del impacto ambiental	Positivo ( + )		
	Negativo ( - )		
Probabilidad de ocurrencia	Alta (> 50%)	1	
	Media (10 – 50%)	0.5	
	Baja (1– 10%)	0.2	
Magnitud	Intensidad	Insignificante	10
		Intensidad moderada	5
		Alteración extrema	2
	Extensión	Área de influencia indirecta	10
		Área de influencia directa	5
		Área que ocupa la obra	2
	Duración	> 10 años	10
		5 – 10 años	5
		1 – 5 años	2
	Reversibilidad	Irreversible	10
		Parcialmente	5
		Reversible	2

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA con base en EAP.

**Tabla 4.9.2-2 Grados de significancia de impactos**

SIA	Grado de significancia
≤15	Poco significativo
15,1 – 28	Significativo
≥ 28	Muy significativo

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA con base en EAP

### 4.9.3 Identificación, Descripción y Evaluación de Impactos Socio Ambientales

Aquí se resumen los resultados de la evaluación del impacto ambiental en la cuenca del Río Chíncha y luego se describen los impactos particularmente significativos. Posteriormente se entrega una matriz de EAP de la cuenca del río Chíncha.

En la cuenca de Chíncha, de acuerdo a los resultados de identificación de impactos para la etapa constructiva, se han hallado un total de 64 interacciones, de las cuales 62 (97 %) corresponden a impactos cuyo efecto será percibido de manera negativa y 2 (3 %), cuyos efectos serán percibidos de manera positiva. Cabe señalar que de los 62 impactos negativos sólo 15 han sido cuantificados como significativos y 2 como muy significativos. La calificación fue determinada utilizando la Tabla 4.8.2-1. Los puntos fueron atribuidos al “sí” o “no” del impacto, independientemente a su intensidad. “P” significa: Impacto Positivo y N: Impacto Negativo.

**Tabla 4.9.3-1 Matriz de percepción de impactos (período de construcción)**

Medio	Componente	Factores ambientales	Obra	1-6	1-6	1-6	4	1,4,5	1 y 4	1-6	1-6	1-6	1-6	1-6	Total negativos	Total positivos
			Actividad	Contratación de MO	Preparación de sitios de obra (Desbroce, perfilado y nivelado)	Desviación de cauces (ataguías)	Excavación y relleno en riberas	Excavación y relleno en cauces	Obras civiles (Colocación de concreto)	I&O de canteras, y plantas de producción de materiales	I&O de DME	I&O de campamentos	Transporte de personal	Transporte de maquinaria, equipos, materiales e insumos		
Físico	Aire	PM-10 (Material particulado)		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	8	0
		Emisiones gaseosas		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	9	0
	Ruido	Ruido		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	10	0
		Fertilidad		N											3	0
	Suelo	Capacidad de uso mayor		N							N	N			3	0
		Calidad del agua superficial				N	N	N							4	0
	Agua	Cantidad de agua superficial							N			N			2	0
Morfología fluvial					N	N	N			N				4	0	
Fisiografía	Morfología terrestre			N							N			2	0	
	Flora terrestre			N							N			2	0	
Biótico	Flora	Flora acuática			N	N	N			N				4	0	
		Fauna terrestre			N						N			2	0	
	Fauna	Fauna acuática			N	N	N			N				4	0	
		Fauna acuática			N	N	N			N				4	0	
Socio económico	Estético	Paisaje visual								N	N			2	0	
		Calidad de vida	P									N	N	N	3	1
	Social	Vulnerabilidad - Seguridad													0	0
		PEA	P												0	1
Económico	Uso actual de la tierra													0	0	
	Uso actual de la tierra													0	0	
<b>Total</b>				2	8	7	7	7	3	10	9	3	4	4	62	2
<b>Porcentaje de negativos y positivos</b>															97 %	3 %

Fuente: "Evaluación Ambiental Preliminar del Proyecto Construcción de Defensas Ribereñas para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Chira, Provincia de Sullana-Paita, Región Piura" (2011) elaborado por CIDES Ingenieros S.A.

**Tabla 4.9.3-2 Matriz de Identificación y Evaluación de Impactos resumida (Etapa de Construcción) –Chincha**

	Acciones del proyecto	Cuenca de Río Chincha											
		Acciones del proyecto											
		Contratación de MO	Preparación de sitios de obra (Desbroce, perfilado y nivelado)	Desviación de cauces (ataguías)	Excavación y relleno en riberas	Excavación y relleno en cauces	Obras civiles (Colocación de concreto)	I&O de canteras, y plantas de producción de materiales	I&O de DME	I&O de campamentos	Transporte de personal	Transporte de maquinaria, equipos, materiales e insumos	
		Chico1, 2,3, Ma1,2	Chico1, 2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico2,3	Chico1, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	
Físico	Aire	PM-10 (Metal particulado)	0.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0
		Emisiones gaseosas	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5
	Ruido	Ruido	0.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0
		Estabilidad	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0
	Suelo	Capacidad de uso mayor	0.0	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0
		Calidad del agua superficial	0.0	0.0	-17.5	-12.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Agua	Cantidad de agua superficial	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	
	Morfología fluvial	0.0	0.0	-12.0	-20.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Fisiografía	Morfología terrestre	0.0	-33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	
	Flora terrestre	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	
Biótico	Flora	Flora acuática	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
		Fauna terrestre	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
	Fauna	Fauna acuática	0.0	0.0	-12.0	-14.5	-22.5	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Paisaje visual	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0
Socio económico	Social	Calidad de vida	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	-17.5
		Vulnerabilidad-Seguridad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Económico	PEA	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Uso actual de la tierra		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Durante el período de operación y mantenimiento se prevén 33 interacciones, de las cuales 7 (21 %) corresponden a impactos negativos, y 26 (79 %) a impactos positivos. De los siete impactos negativos cinco son fuertes y dos son muy fuertes. El método de conteo de puntajes es el mismo aplicado para el período de ejecución de obras de construcción antes descrito.

**Tabla 4.9.3-3 Matriz de Identificación de Impactos (Etapa de Operación)**

			Conformación de diques/ Protección de márgenes Chico1	Mejoramiento de la bocatoma Ampliación del cauce Chico2	Mejoramiento de partidor Chico3	Conformación de diques/ Protección de márgenes Ma1	Descolmatación del cauce Ma2	Total negativos	Total positivos
Físico	Aire	PM-10 (Metal particulado)						0	0
		Emisiones gaseosas						0	0
	Ruido	Ruido						0	0
		Estabilidad						0	0
	Suelo	Capacidad de uso mayor						0	0
		Agua	Calidad del agua superficial		P				0
Fisiografía	Agua	Cantidad de agua superficial	P	P	P	P	P	0	5
		Morfología fluvial	N		P	N	N	3	1
	Morfología terrestre							0	0
								0	0
Biótico	Flora	Flora terrestre						0	0
		Flora acuática						0	0
	Fauna	Fauna terrestre						0	0
		Fauna acuática	N		N	N	N	4	0
Socio económico	Social	Paisaje visual	P		P	P	P	0	4
		Calidad de vida	P	P	P	P	P	0	5
		Vulnerabilidad-Seguridad	P	P	P	P	P	0	5
	Económico	PEA						0	0
		Uso actual de la tierra	P	P	P	P	P	0	5
<b>Total</b>			<b>7</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>26</b>	
<b>%</b>							<b>21 %</b>	<b>79 %</b>	

**Tabla 4.9.3-4 Matriz de Identificación y Evaluación de Impactos resumida  
(Etapa de Operación) – Chíncha**

		Cuenca del Río Chíncha					
		Chico1 (Conformación de diques/ Protección)	Chico2 (Mejoramiento de la bocatoma Ampliación)	Chico3 (Mejoramiento de partidor)	Ma4 (Conformación de diques/ Protección)	Ma5 (Descolmatación del cauce)	
Físico	Aire	PM-10 (Metal particulado)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Emisiones gaseosas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ruido	Ruido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Suelo	Estabilidad	0.0	0.0	0.0	0.0
		Capacidad de uso mayor	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Agua	Calidad del agua superficial	0.0	28.0	0.0	0.0
	Cantidad de agua superficial		26.0	31.0	26.0	26.0	31.0
	Fisiografía	Morfología fluvial	-25.5	0.0	26.0	-25.5	-30.5
		Morfología terrestre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Biótico	Flora	Flora terrestre	0.0	0.0	0.0	0.0
Flora acuática			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fauna		Fauna terrestre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Fauna acuática	-25.5	0.0	-25.5	-25.5	-30.5
Socio económico	Social	Paisaje visual	36.0	0.0	36.0	36.0	36.0
		Calidad de vida	36.0	31.0	36.0	36.0	36.0
		Vulnerabilidad-Seguridad	36.0	31.0	36.0	36.0	36.0
	Económico	PEA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Uso actual de la tierra	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA con base en la Evaluación Ambiental Preliminar (EAP)

Leyenda General para la escala de colores de la calificación de los impactos de las Tablas 4.9.3-2 a 4.9.3-4

Impactos positivos			Impactos negativos		
	0 – 15	Poco significativos		0 – 15	Poco significativos
	15,1 – 28	Significativos		15,1 – 28	Significativos
	28,1 a más	Muy significativos		28,1 a más	Muy significativos

Durante la etapa constructiva las acciones que generarán los impactos negativos más significativos en la Cuenca del Río Chíncha son: “Preparación y despeje de sitios de obra”, y la “Excavación y relleno en cauces”. La “Preparación y despeje de sitios de obra” ocasionará una modificación significativa de la morfología terrestre, mientras que la “Excavación y relleno en cauces” ocasionará la modificación significativa de la morfología fluvial.

Los dos impactos positivos identificados durante la etapa constructiva están relacionados a la contratación de mano de obra local, la cual ocasionará una mejora de la calidad de vida para los beneficiarios y a su vez una mejora en el indicador de población económicamente activa.

Durante la etapa de operación la obra de infraestructura hidráulica que ocasionará los impactos ambientales negativos más significativos, es la “Descolmatación de cauces”, que ocasionará una modificación de la morfología fluvial y con ello una reducción en las condiciones de habitabilidad del río, lo que impactará directamente en la fauna acuática.

Los impactos positivos más significativos están relacionados a todas las obras a construir en la cuenca

de los ríos y están relacionados directamente con la mejora de la calidad de vida de la población del área de influencia, la mejora del “Uso actual de la tierra”, y la mejora en las condiciones de seguridad y reducción de vulnerabilidad a nivel social y ambiental.

#### 4.9.4 Gestión del impacto ambiental

El objetivo del plan de gestión del impacto ambiental es atender a los impactos ambientales significativos y muy significativos, asociados a las etapas de construcción y operación del proyecto, de manera que se garantice la prevención y/o mitigación de los impactos negativos y la sostenibilidad de los proyectos.

En la etapa de construcción, el organismo ejecutor o un contratista de la obra llevará a cabo bajo su responsabilidad en la cuenca del Río Chincha las siguientes medidas: “Programa de contratación local”, “Programa de manejo y control de sitios de obra”, “Programa de desviación de cauces”, “Manejo de excavación y relleno en riberas”, “Manejo de descolmatación y relleno en cauces”, “Manejo de canteras”, “Manejo de DME”, “Normas de campamento y estadía en obra” y “Manejo de actividades de vehículos de obra”. Durante las etapas de operación y mantenimiento, se han considerado el desarrollo de actividades en relación al “Manejo de cauces y fauna acuática” para reducir probabilidad de erosión de la topografía fluvial y brindar condiciones de habitabilidad para especies de fauna acuática.

En la siguiente tabla se resumen los trabajos que puedan causar impactos ambientales significativos, así como las medidas de prevención y mitigación. El plan de gestión del impacto ambiental deberá ser aplicado en cada uno de los sitios de obras que, según el análisis, son propensos a la generación del impacto negativo significativo y muy significativo.

**Tabla 4.9.4-1 Impactos Ambientales Identificados y sus medidas propuestas**

Componente	Descripción del Impacto	Medidas	Periodo
Físico	Afectación a la Calidad del agua superficial	Programa de Desviación de Cauces ----- Manejo de excavaciones y relleno de rivera ----- Manejo de excavaciones y relleno de cauce	Etapa de construcción
	Afectación a la Morfología fluvial	Manejo de excavaciones y relleno de rivera ----- Manejo de excavaciones y relleno de cauce ----- Manejo de Canteras	
	Afectación a la Morfología terrestre	Programa de Manejo y control de sitios de obra ----- Manejo de DME	
	Emissiones de Material particulado (PM-10)	Manejo de Canteras ----- Manejo de DME	
Biológico	Afectación a la Fauna acuática	Manejo de excavaciones y relleno de cauce	Etapa de Operación y Mantenimiento
	Afectación a la Fauna terrestre	Programa de Manejo y control de sitios de obra ----- Manejo de DME	Etapa de construcción
	Afectación a la Flora terrestre	Programa de Manejo y control de sitios de obra ----- Manejo de DME	
Social	Afectación a la Calidad de vida	Normas de Campamento y Estadía de Obra ----- Manejo de Actividades de Transporte	Etapa de construcción
	Mejora de la Calidad de vida	Programa de Contratación de M.O. Local	
	Incremento de la PEA	Programa de Contratación de M.O. Local	

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

#### **4.9.5 Plan de gestión ambiental**

##### (1) Planes de seguimiento y monitoreo

El plan de seguimiento tiene por objetivo asegurar el cumplimiento del plan de gestión ambiental. Mientras tanto, el plan de monitoreo tiene por objetivo verificar el cumplimiento de las normas ambientales, incluyendo las de calidad ambiental y las de emisiones. Cabe recordar que el seguimiento y el monitoreo deben ser ejecutados por el organismo ejecutor del proyecto o un tercero bajo la supervisión del titular<sup>1</sup>.

#### **Etapa de Construcción**

Durante la etapa de construcción, deberá realizar el monitoreo de los siguientes parámetros además del seguimiento del plan de gestión del impacto ambiental.

##### Calidad del Agua y biodiversidad:

La descolmatación y el terraplenado de cauces pueden generar impactos negativos sobre la topografía fluvial y el hábitat de las vidas acuáticas. Por lo tanto es necesario realizar el monitoreo de la calidad de agua y de la biodiversidad en los sitios de obras y sus alrededores. En la siguiente tabla se resume el plan de monitoreo.

---

<sup>1</sup> Ley General del Ambiente (Ley No. 28611), Artículos 74 y 75 determinen que todo titular de operaciones de proyecto es responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generen sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades, y deben adoptar prioritariamente medidas de prevención del riesgo y daño ambiental en la fuente generadora de los mismos. Esta responsabilidad incluye los riesgos y daños ambientales que se generen por acción u omisión.

**Tabla 4.9.5-1 Monitoreo de Calidad del Agua y biodiversidad**

Indicador	Detalle
Parámetros de evaluación	Caudal
	Calidad: Temperatura, pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales (ECAS Categoría 4)
	Biológico: Índices de diversidad: Shannon; Pielou; riqueza y abundancia.
Puntos de evaluación	50 metros aguas arriba de puntos de intervención
	50 metros aguas abajo de puntos de intervención
	100 metros aguas abajo de puntos de intervención
Frecuencia de evaluación	Trimestral
Responsable de Ejecución	El titular del proyecto, o un tercero bajo la supervisión del titular.

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

### Calidad de Aire:

Según los resultados de la evaluación preliminar de impactos ambientales en los proyectos a desarrollarse en la cuenca del río Chíncha, no se registrará una contaminación de aire significativa en las actividades concernientes a las obras proyectadas, no obstante, el levantamiento de polvo y las emisiones de contaminantes atmosféricos siempre llega a afectar el área de trabajo y por ende la salud de los trabajadores y habitantes de la zona. Por lo tanto se recomienda realizar un monitoreo de la calidad de aire.

**Tabla 4.9.5-2 Monitoreo de Calidad del Aire**

Indicador	Detalle
Puntos de monitoreo	Un punto en zonas de trabajos. Un punto en una cantera alejada del río (la más grande y/o cercano a un zonas de viviendas) Un punto en un D.M.E. (El más grande y/o cercano a un zonas de viviendas)
Colocación de Puntos	Dos estaciones por punto de monitoreo: En barlovento y Sotavento (A favor y en contra del viento)
Parámetro a evaluar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM-10) / 2,5 micras (PM-2,5)</li> <li>- Monóxido de carbono (CO)</li> <li>- Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)</li> <li>- Ozono (O<sub>3</sub>)</li> <li>- Plomo (Pb)</li> <li>- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)</li> <li>- Sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S)</li> </ul>
Frecuencia de medición	Trimestral
Normas de comparación o referencia	D.S N° 074-2001-PCM, Estándares nacionales de calidad ambiental de aire
Responsable de Ejecución	El titular del proyecto, o un tercero bajo la supervisión del titular.

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

### Monitoreo de ruidos

Del mismo modo, se plantea realizar un monitoreo de ruidos en los sitios de obras conforme a la siguiente tabla.

**Tabla 4.9.5-3 Monitoreo de Ruido**

Indicador	Detalle
Puntos de monitoreo	El monitoreo de los niveles de contaminación acústica, se realizará en los receptores potenciales ubicados en las cercanías de los puntos de emisión de ruido por cada frente de trabajo. Se monitoreará un punto por cada receptor potencial.
Parámetro a evaluar	Nivel de presión sonora continuo equivalente: "Leq", expresado en decibeles dB
Normas recomendadas por los especialistas ambientales que deberá cumplir la instrumentación a utilizar para la	IEC 651/804 – Internacional
	IEC 61672– Nueva Norma: Sustituye a las IEC651/804
	ANSI S 1.4 – América
Frecuencia de medición	El monitoreo de ruido se realizará cada dos meses hasta finalizar las obras
Normas de comparación o referencia	Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (ECA) – D.S. N° 085–2003–PCM
Zona de Aplicación Según Reglamento	Zona Residencial
Valores máximos permitidos en zona residencial (Expresados en LAeqT*)	Horario Diurno (7:01 – 22:00 hrs.): 60 decibeles
	Horario Nocturno (22:01 – 7:00 hrs.): 50 decibeles
Responsable de Ejecución	El titular del proyecto, o un tercero bajo la supervisión del titular.

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

### **Etapas de operación y mantenimiento**

En los proyectos que incluyen la descolmatación, terraplenado y otros trabajos que pueden impactar la topografía fluvial y el hábitat de las vidas acuáticas, se requiere monitorizar la calidad de agua y la biodiversidad fluvial durante la etapa de operación y mantenimiento.

**Tabla 4.9.5-4 Monitoreo de Calidad del Agua**

Indicador	Detalle
Parámetros de evaluación	Caudal
	Calidad: Temperatura, pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales (ECAS Categoría 4)
	Biológico: Índices de diversidad: Shannon; Pielou; riqueza y abundancia.
Puntos de evaluación	50 metros aguas arriba de puntos de intervención
	50 metros aguas abajo de puntos de intervención
	100 metros aguas abajo de puntos de intervención
Duración	Durante la operación
Frecuencia de evaluación	Primeros 2 años: trimestral
Responsable de Ejecución	El titular del proyecto, o un tercero bajo la supervisión del titular.

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

### **(2) Plan de cierre o retirado**

Al concluir el Proyecto, se propone realizar en cada cuenca el retirado de las maquinarias utilizadas en las obras y la restauración de las áreas intervenidas y/o afectadas a consecuencia de la ejecución de las obras. La restauración comprende el retiro de suelos contaminados, la disposición final del material de desecho, la restitución de la morfología del suelo y la restauración con cobertura vegetal de los sitios.

### **(3) Participación Ciudadana**

Se proponen Planes de participación ciudadana para cada cuenca, los cuales deberán ejecutarse durante la construcción y al finalizar las obras. Las actividades a recomendarse serían:

- Antes de actividades de construcción: Talleres informativos dirigidos a la comunidad afectada por la construcción, sobre el perfil del Proyecto y sus beneficios. Puesta en público los



materiales informativos sobre el perfil, período de ejecución, principales objetivos y los beneficios del Proyecto.

- Durante la construcción: Difusión de los avances en la construcción de las obras. Atención a los reclamos generados de la comunidad durante la construcción. Las medidas de solución propuestas deberán ser consensuadas previamente con la población.
- Al finalizar las obras: Talleres para informar acerca del término de la obra. Entrega de las obras a la comunidad local.

#### **4.9.6 Presupuesto para la gestión de impacto ambiental**

La Tabla 4.9.6-1 presenta un presupuesto necesario para la ejecución de las medidas para mitigar los impactos ambientales del Proyecto. El monto indicado en (1) de la tabla representa el costo de medidas de gestión ambiental de cada instalación. El costo (2) de cada cuenca se calculó a partir de dicho monto. Los costos de las medidas de 1) a 7) se calculan según la duración de la obra de cada instalación calculada a partir del Anexo-9, Tabla 2.1-1 Cálculo del plan de ejecución. A continuación se presenta el costo directo de implementación de las medidas de gestión del impacto ambiental propuestas anteriormente según cuencas.

**Tabla 4.9.6-1 Costos directos de medidas de gestión de impacto ambiental**

En Perú, por lo general un contratista se encarga de las medidas de gestión ambiental y la institución ejecutora lo administra. En el presente estudio el costo de gestión ambiental se asigna al costo de obras y el consultor y la institución ejecutora se encargará del planeamiento y administración.

#### **4.9.7 Conclusiones y recomendaciones**

##### **(1) Conclusiones**

Según las Evaluaciones Ambientales Preliminares, en relación a los impactos en la etapa de construcción y en la etapa de operación y mantenimiento, la mayoría de los impactos identificados se caracterizan por ser de significancia leve. Los de impacto negativo significativos y muy significativos son controlables o mitigables, siempre que se realicen los Planes de Manejo Ambiental de la manera adecuada.

Asimismo, se tienen impactos positivos significativos, especialmente en la etapa de operación y mantenimiento. Estos son: la mejora en la seguridad y reducción de vulnerabilidad a nivel social y ambiental, la mejora de la calidad de vida de la población del área de influencia y la mejora del “Uso actual de la tierra”.

## **(2) Recomendaciones**

- 1) En cuanto al calendario de ejecución de obras, se recomienda iniciar el Proyecto en la época seca. La época seca en las áreas objeto del estudio corresponde a los meses de mayo a noviembre, pero teniendo en cuenta el periodo de transición de la época de lluvias a la época seca, es recomendable establecer el periodo de ejecución entre abril y diciembre. Hay que tener en cuenta que los ríos Chincha (Chico y Matagente) son ríos que presentan marcadas épocas de crecidas y de estiaje. Asimismo, es importante elaborar el calendario de ejecución de obras tomando en cuenta el ciclo agrícola de la zona como la siembra y cosecha (para los detalles véase el Anexo-11 consideraciones sociales y medioambientales/Géneros, cláusula 2.1.5), puesto que muchos de los sitios se encuentran cerca de las tierras de cultivo. De esta manera, se puede minimizar el impacto sobre los habitantes locales que deben transportar las maquinarias agrícolas y los cultivos.
- 2) En cuanto al tema de los terrenos, se debe tomar las siguientes medidas en el caso de que no se tengan claramente identificados los tramos donde se ejecutarán las obras. La DGIH del MINAG, como ejecutor del Proyecto, deberá: 1) definir claramente los tramos de proyecto, inmediatamente después de terminar el E/F; y 2) identificar las tierras y los usuarios incluidos en los terrenos a ser utilizados para el Proyecto. Posteriormente, deberá obtener los terrenos necesarios cumpliendo los procedimientos (Publicación de la resolución del Gobierno sobre la expropiación del terreno → Mostrar a los propietarios del terreno el precio del terreno y el monto de compensación → Formación de un acuerdo con los propietarios → desembolso del precio del terreno y el monto de compensación → Fin de la adquisición del terreno. En caso de que no pueda llegar a un acuerdo con los propietarios sobre el monto indicado por el Gobierno, el caso se llevará al juzgado de arbitraje.) estipulados en la Ley General de Expropiación. En el caso de que el terreno sea de propiedad comunitaria, se deberá negociar con la comunidad local correspondiente y lograr un consenso.
- 3) En cuanto a los procedimientos relacionados con la conservación del patrimonio cultural, la DGIH deberá obtener el CIRA antes de iniciar el Proyecto, cumpliendo los trámites estipulados para tal fin, inmediatamente después de la terminación del E/F. En Perú, con el fin de preservar los monumentos históricos y patrimonios culturales, es obligatorio en principio obtener una “Certificación de Inexistente de Restos Arqueológicos: CIRA” para la ejecución de todos los proyectos. La CIRA se emite por la Comisión Nacional Técnica de Arqueología. Para solicitar la CIRA, una vez determinadas las áreas objeto y el contenido del proyecto, la institución ejecutora del proyecto debe presentar al Ministerio de Cultura: 1) Formulario de solicitud, 2) planos que indican las áreas, alcance y contenido del proyecto, 3) recibo de los derechos de solicitud, 4) certificados de la evaluación arqueológica, etc.
- 4) En cuanto al enfoque de género, hasta ahora se ha visto que hay un determinado porcentaje de mujeres que participan en las actividades de las comisiones de regantes, pero no así en los talleres de desarrollo de capacidades. Por lo tanto, es necesario tomar alguna medida para promover la

participación de la mujer en los componentes del presente Proyecto, como por ejemplo, la educación en prevención de desastres, desarrollo de capacidades, etc. Por ejemplo, tomando en cuenta que existen algunos grupos de mujeres en todas las cuencas del Proyecto, se puede convocar a las mujeres en los talleres que se organicen a través de estos grupos. También es necesario considerar el horario de trabajo de las mujeres y escoger las fechas y horas que les sean fáciles de participar.

En cuanto al procedimiento de la obtención de “licencia ambiental”, en el mes de marzo de 2012, la DGAA –MINAG entregó a DGIH un documento que clasifica en la “categoría I” los proyectos de la cuenca del Río Chincha, por lo que la “licencia ambiental” se ha obtenido. Así que ya no hay necesidad de ningún otro estudio sobre la evaluación de impacto ambiental.

#### **4.10 Instituciones y administración**

Las instituciones peruanas relacionadas con la ejecución y administración del Proyecto son el Ministerio de Agricultura, Ministerio de Economía y Finanzas y comisiones de regantes, siendo los siguientes los roles de cada institución. Este esquema fue elaborado por el consultor local e instituciones gubernamentales en el estudio de perfil realizado en el pasado, coincidiendo con los documentos de DGIH.

##### **Ministerio de Agricultura (MINAG)**

- El Ministerio de Agricultura (MINAG), Unidades Formuladoras (UF) y Unidad de Ejecución (UE) son los responsables de la ejecución de los programas y la Dirección General de Infraestructura Hidráulica (DGIH) se encarga de la administración técnica de los programas. La Dirección General de Infraestructura Hidráulica (DGIH) se dedica a la coordinación, administración y supervisión de los programas de inversión.
- En la etapa de inversión, la dirección de proyectos de DGIH se dedica al cálculo del costo de proyectos, diseño detallado y supervisión de la ejecución de obras. La dirección de estudios realiza estudios para la formación de proyectos y planeamiento.
- La Oficina de Planeamiento e Inversiones (OPI) del Ministerio de Agricultura es el ente responsable de los exámenes de estudios de pre-factibilidad y factibilidad en la etapa previa a la inversión en proyectos de DGIH y solicita la aprobación a la Dirección General de Política de Inversiones (DGPI) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- La Oficina General de Administración del Ministerio de Agricultura (OGA-MINAG), junto con la Dirección Nacional del Endeudamiento Público (DGETP, denominada anteriormente DNEP) del Ministerio de Economía y Finanzas realiza la gestión financiera. Asimismo, ejecuta el presupuesto para las licitaciones, encargo de obras, contratación, adquisición, etc. del Ministerio de Agricultura.

- La Dirección General de Asuntos Ambientales realizar el examen y aprobación de EIA en la etapa de estudio.

### **Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)**

- DGPI realiza la aprobación de FS. Asimismo, confirma y aprueba las condiciones de los contratos de préstamo en yenes japoneses. También confirma y aprueba las condiciones de los contratos de préstamo en yen. En la etapa de inversión, da comentarios técnicos antes de la ejecución de proyectos.
- La administración financiera está a cargo de la DGETP (Denominada anteriormente DNEP) del Ministerio de Economía y Finanzas y la Oficina General de Administración del Ministerio de Agricultura (OGA-MINAG).
- La DGETP (Denominada anteriormente DNEP) del Ministerio de Economía y Finanzas administra los egresos en la etapa de inversión y la de operación posterior a la inversión.

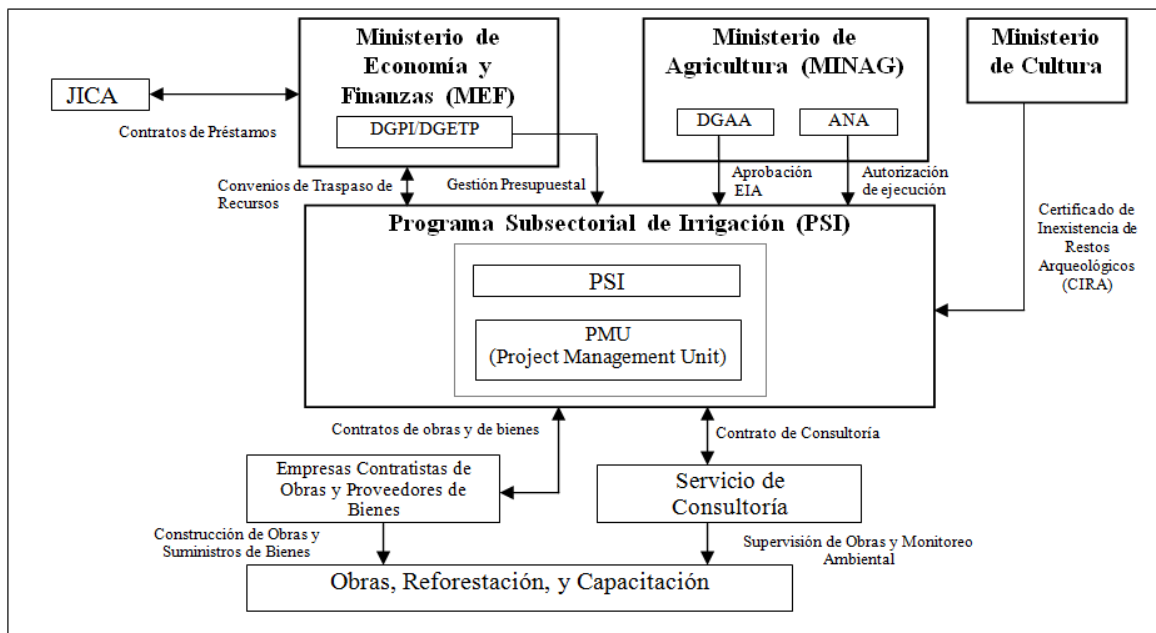
### **Comisiones de regantes**

- Se encargan de la operación y mantenimiento de las instalaciones en la etapa de operación posterior a la inversión.

La relación entre las instituciones involucradas en la ejecución del Proyecto se muestra en las Figuras 4.10-1 y 4.10-2.

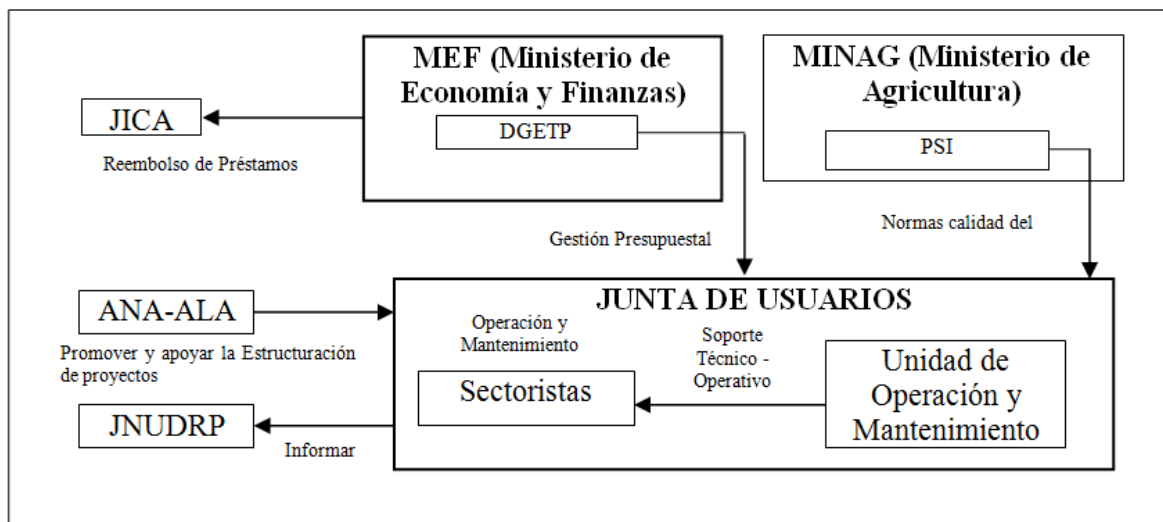
En el presente Proyecto, la etapa de inversión (ejecución del Proyecto) le corresponderá al PSI del MINAG. El PSI está realizando actualmente los proyectos de JBIC, etc. y en el caso de iniciar un nuevo proyecto, conforma una Unidad de Gestión del Proyecto (UGP) correspondiente, quien se encarga de seleccionar a la firma consultora internacional, contratar los servicios de construcción, supervisar las obras, etc. En la Figura 4-10-4 se describe la estructuración de las diferentes instancias que intervienen en la etapa de ejecución del Proyecto.

Convenios de Traspaso de Recursos y Gestión Presupuestaria indicados en la Figura 4.10-1 se refieren al contrato necesario para que el MEF pueda administrar los fondos proporcionados a PSI a fin de implementar el Proyecto.



**Figura 4.10-1 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de ejecución)**

Las principales actividades en la etapa post-inversión, consisten en la operación y mantenimiento de las obras construidas y el reembolso del préstamo. La OyM de las obras será asumida por la respectiva comisión de regantes. Asimismo, las comisiones de regantes deberán reembolsar la contraparte del costo de construcción (incluida la contraparte del préstamo en yenes japoneses) mediante créditos. A continuación se esquematiza la relación de las diferentes organizaciones que intervienen en la etapa posterior a la implementación del Proyecto.



**Figura 4.10-2 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento)**

(1) DGIH

1) Rol y funciones

La Dirección General de Infraestructura Hidráulica es la encargada de proponer las políticas públicas,

la estrategia y los planes orientados al fomento del desarrollo de la infraestructura hidráulica, en concordancia con la Política Nacional de Recursos Hídricos y la Política Nacional del Ambiente.

El desarrollo de Infraestructura Hidráulica comprende estudios, obras, operación, mantenimiento y gestión de riesgos en la construcción, habilitación, mejoramiento y ampliación de presas, bocatomas, cauces fluviales, canales de riego, drenes, medidores, tomas, pozos de agua subterránea y modernización de riego parcelario.

## **2) Principales funciones a su cargo**

- a. Coordinar con las oficinas de planificación y presupuesto para el desarrollo de la infraestructura hidráulica y proponer las políticas sectoriales y de gestión sobre el desarrollo de infraestructura. Monitorizar y evaluar la implementación de las políticas sectoriales relacionadas con el desarrollo de la infraestructura hidráulica.
- b. Proponer las normas de intervención del gobierno, región o provincias como parte de las políticas sectoriales.
- c. Verificar y priorizar las necesidades de la infraestructura hidráulica.
- d. Promover y desarrollar los proyectos de inversión pública a nivel de perfil de la infraestructura hidráulica.
- e. Elaborar las normas técnicas para la ejecución de los proyectos de infraestructura hidráulica.
- f. Promover el desarrollo tecnológico de la infraestructura hidráulica.
- g. Elaborar las normas técnicas de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica.

## **(2) PSI**

### **1) Rol**

El Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI) se encarga de ejecutar los proyectos de inversión. Para cada proyecto se conforma su respectiva unidad de gestión.

### **2) Principales funciones a su cargo**

- a. El Programa Subsectorial de Irrigaciones – PSI, adscrito al ministerio de Agricultura, es un organismo con autonomía administrativa y financiera. Asume la responsabilidad de coordinar, gestionar y administrar las instituciones participantes en los proyectos con el fin de cumplir las metas y objetivos propuestos en los proyectos de inversión
- b. Asimismo, coordina los desembolsos frente al financiamiento de los organismos de cooperación externa, como JICA.
- c. La Oficina de Planeamiento, Presupuesto y Seguimiento del PSI se encarga de contratar servicios, elaborar los programas de inversión, así como los planes de ejecución de proyectos. Estos trabajos de preparación de proyectos son ejecutados contratando los consultores “inhouse”.

- d. Asimismo, convoca a los contratistas, y realiza la licitación, ejecuta las obras, e implementa los proyectos de suministro, etc.
- e. La gestión de contratos es asumida por la Oficina de Planeamiento, Presupuesto y Seguimiento.

### 3) Presupuesto

En la Tabla 4.10-1 se muestra el presupuesto del PSI para el año 2011.

**Tabla 4.10-1 Presupuesto del PSI (2011)**

Programas / Proyectos / Actividades	PIM (S/.)
Programa JBIC (Acuerdo de Préstamo EP-P31)	69.417.953
Programa - PSI Sierra (Acuerdo de Préstamo 7878-PE)	7.756.000
Obras por administración directa	1.730.793
Fondo de Reconstrucción del Sur (FORSUR)	228.077
Proyecto de Conversión de Cultivos (ARTRA)	132.866
Programa de Riego Tecnificado (PRT)	1.851.330
Actividad- 1.113819 pequeños agricultores...	783.000
Gestión del Programa de PSI (Gastos corrientes)	7.280.005
<b>TOTAL</b>	<b>89.180.024</b>

### 4) Organización

El PSI está integrado por 235 empleados, de los cuales 14 son asignados para los proyectos de JBIC, y bajo ellos están trabajando 29 técnicos y asistentes.

**Tabla 4.10-2 Planilla del PSI**

Nivel central	Datos del 31 de mayo de 2011		
	CAS	Servic. y Consult.	TOTAL
Sede central	61	43	104
Oficina Zonal LIMA	12	24	36
Oficina Zonal AREQUIPA	14	12	26
Oficina Zonal CHICLAYO	17	13	30
Oficina Zonal TRUJILLO	13	26	39
<b>TOTAL</b>	<b>117</b>	<b>118</b>	<b>235</b>

En la Figura 4.10-3 se presenta el organigrama del PSI:



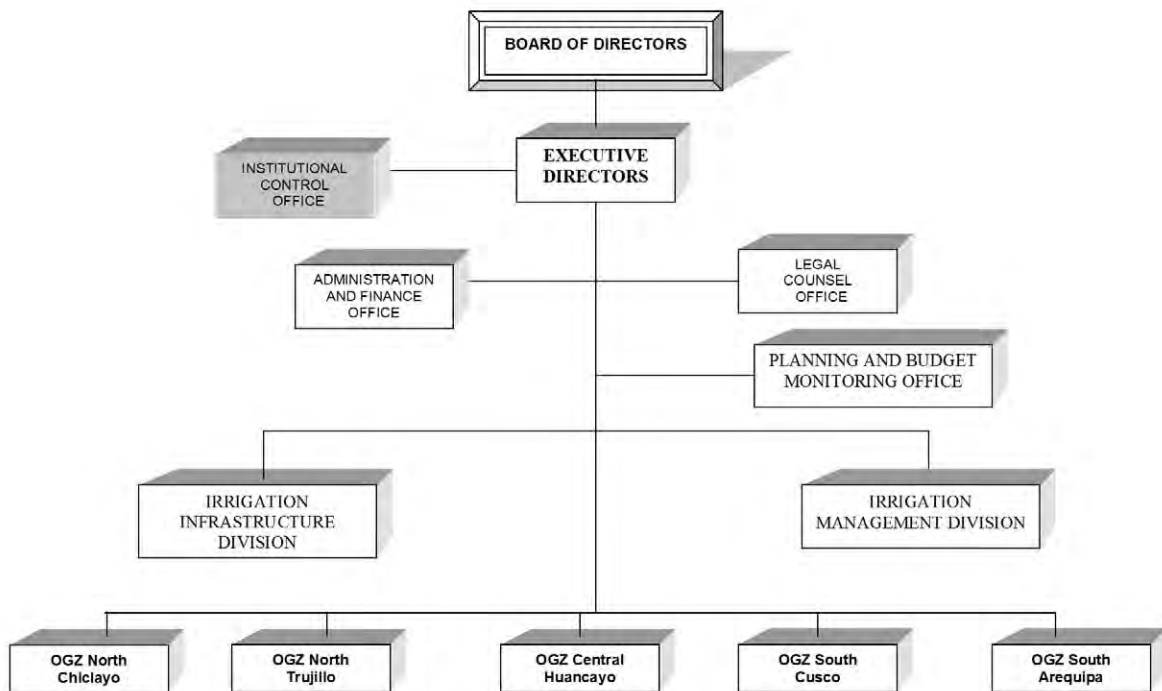


Figura 4.10-3 Organigrama del PSI

(3) Unidad de Gestión del Proyecto

1) Organización

Se propone crear una Unidad de Gestión del Proyecto (UGP) bajo la Dirección General de Infraestructura Hidráulica en el PSI del organismo ejecutor. En la Figura 4.10-4 se presenta el organigrama de dicha unidad.

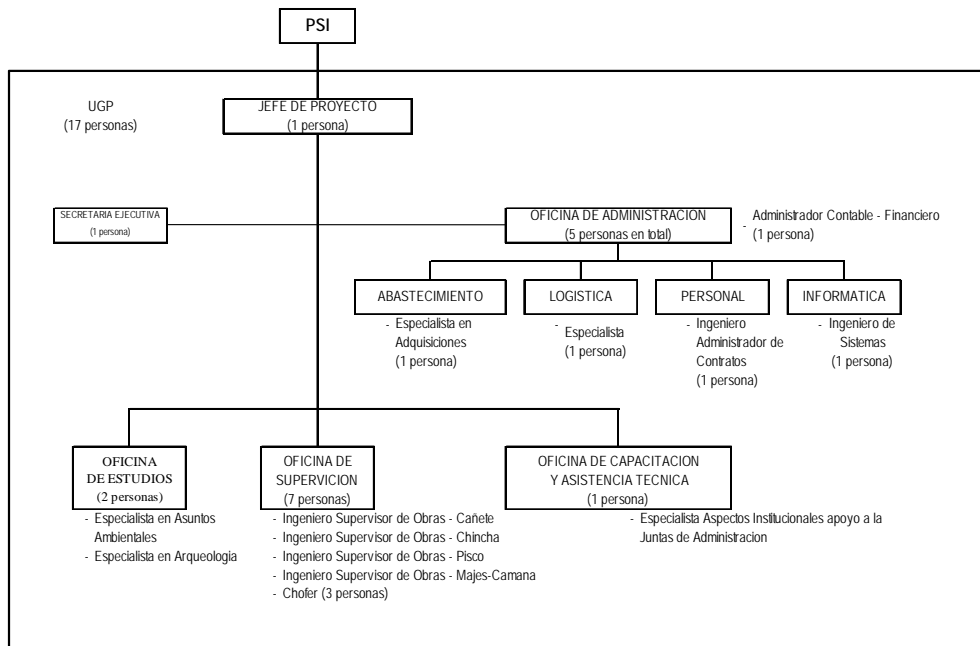


Figura 4.10-4 Organigrama de la UGP

## 2) Recursos humanos

El UGP estará integrado por los siguientes recursos humanos.

- Gerente del Proyecto
- Ingeniero gestión de contratos
- 4 Ingenieros supervisores de ejecución de obras
- Ingeniero en TI
- Especialista adquisiciones
- Especialista administración financiera
- Especialista institucionalización (asesor de comisiones de regantes)
- Especialista impacto ambiental
- Especialista arqueología
- Encargado contabilidad y asuntos financieros

## 3) Costos

El costo requerido para la operación de la UGP se estima en un total de 8,5 millones de soles, tal como se indicó en la Tabla 4.4.1-11 del apartado 4.4.1.

Se considera que la implementación del presente Proyecto es plenamente viable al crear la UGP en el PSI y contratando el servicio de asesoría de una firma consultora.

### **4.11 Plan de ejecución**

En el plan de ejecución del Proyecto se revisará el cronograma preliminar que incluye los siguientes componentes. Para la etapa de pre-inversión: 1) la ejecución completa de los estudios de perfil y de factibilidad para obtener la aprobación de SNIP en la etapa de pre-inversión; Para la etapa de inversión: 2) la firma del acuerdo de préstamos (L/A), 3) la selección de consultor, 4) servicio de consultoría (diseño detallado y elaboración de especificaciones técnicas), 5) selección de constructor y 6) ejecución de obras. Para la etapa post-inversión: 7) terminación y entrega de las obras a las asociaciones de regantes y comienzo de la etapa de operación y mantenimiento.

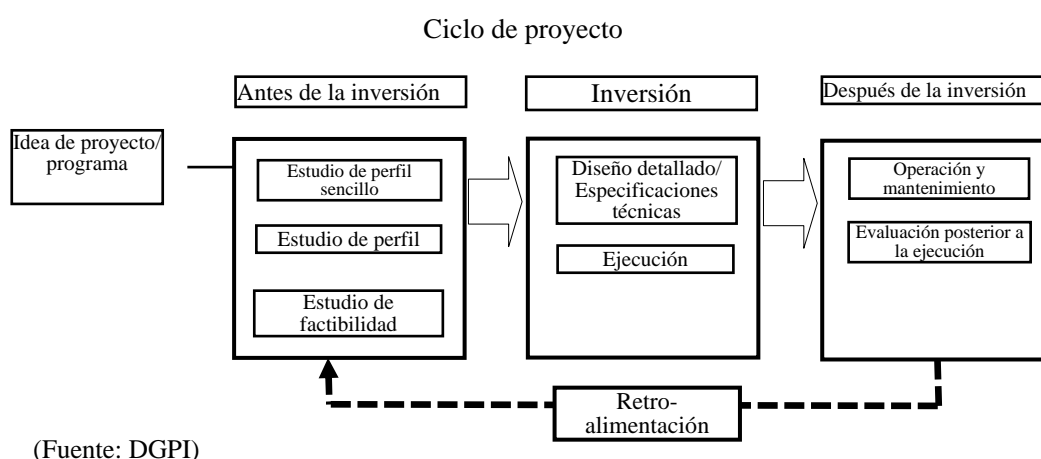
#### **(1) Evaluación por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)**

El Perú tiene establecido el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) sujeto a la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01), el cual se aplica también al presente Proyecto.

En SNIP, entre los estudios previos a una investigación, que se realizarán en 3 etapas: estudio de perfil (estudio sobre el resumen de proyecto), pre-factibilidad y factibilidad. SNIP fue creado según la Ley No.27293 (publicada el 28 de junio de 2000) con el propósito de lograr un uso eficiente de los recursos públicos en la inversión pública y establece los principios, procedimiento, métodos y

reglamentos técnicos a cumplir por los gobiernos central/regionales en los planes de inversión pública planeados y ejecutados por los mismos.

SNIP, como se describe abajo, a todos los proyectos de obras públicas les obliga realizar en 2 etapas estudios previos a la inversión: estudio de perfil y factibilidad), y tenerlos aprobados. Sin embargo, a raíz de la modificación de la Ley en abril de 2011 (Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68,01Anexo SNIP 07), se consideró innecesaria la ejecución del estudio de pre-factibilidad de la etapa intermedia que siempre fue necesaria, y a cambio en el estudio de perfil se exige además de la información secundaria (datos existentes adquiribles), realizar un estudio basado en la información primaria basada en estudios locales como el levantamiento y estudio ambiental. El grado de precisión requerido a lo largo de todas las etapas del estudio casi no ha variado antes y después de esta modificación.

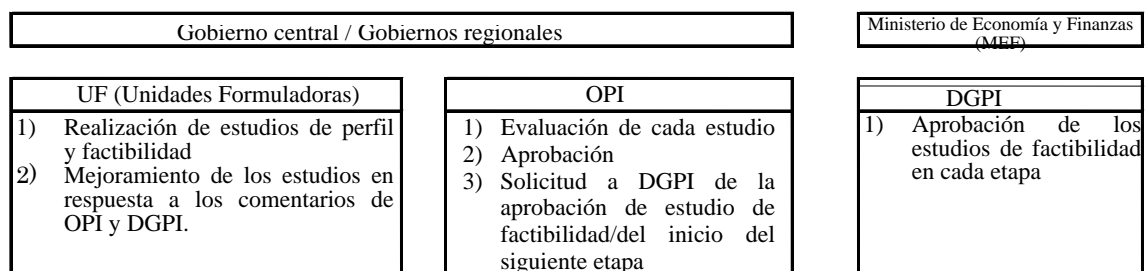


(Fuente: DGPI)

**Figura 4.11-1 Ciclo de proyecto en SNIP**

Para llevar adelante el presente Proyecto, que es un proyecto compuesto de varios programas, se requiere elaborar un informe a la inversión a nivel de programa y tenerlo aprobado.

Aunque el procedimiento es algo distinto en cada etapa, en los trámites de SNIP, la unidad de formación de proyectos (UF, en el caso del presente Proyecto, MINAG-DGIH) lleva a cabo los estudios de cada etapa, la Oficina de Planeamiento e Inversiones (OPI) del MINAG evalúa y aprueba los estudios presentados de UF y solicita a la Dirección General de Política de Inversiones (DGPI, antiguamente DGPM) la aprobación de los estudios de factibilidad y del inicio de siguientes estudios. Finalmente DGPI evalúa, determina y aprueba la justificación de la inversión pública en cuestión.



(Véase Directiva No.001-2009-EF/68.01.)

**Figura 4.11-2 Instituciones relacionadas con SNIP**

Ante los comentarios de las autoridades examinadoras (OPI y DGPM) dados a UF, es necesario que ésta prepare las respuestas correspondientes y mejore los estudios. Puesto que dichas autoridades admiten oficialmente las solicitudes una vez obtenidas las respuestas definitivas, hay muchos casos en que tardan varios meses desde la terminación del informe de los estudios hasta la finalización del examen.

En la evaluación por el SNIP, es importante dar a conocer plenamente el perfil y la efectividad del proyecto en cuestión, y en este sentido, es necesario demostrar la efectividad del proyecto no solo en los aspectos relacionados con los planes de estudio, diseño y ejecución de obras, sino también en los aspectos de la administración y sostenibilidad de la inversión pública. Además de describir el estudio de las condiciones naturales, plan de infraestructuras, metodología de estimación del costo del Proyecto, metodología de análisis financiero, indicado por el SNIP, se requiere estructurar los informes siguiendo el índice establecidos por el SNIP.

Con base en el informe del proyecto a nivel de estudio de prefactibilidad en la cuenca del río Chincha preparado por el Equipo de Estudio de JICA, el DGIH tramitó el registro al SNIP el 21 de julio. Luego, la evaluación de los informes de proyectos a nivel de E/F por OPI se inició a finales de julio, llegando a ser emitido el respectivo dictamen el 9 de septiembre.

El informe modificado respecto a los comentarios fue elaborado por DGIH, siendo entregado a OPI en mayo de 2012. La OPI examinó el respectivo informe modificado presentado por DGIH, enviando sus comentarios al MEF en julio de 2012. Finalmente, el MEF aprobó la implementación del E/F en octubre del mismo año bajo sus observaciones correspondientes.

**(2) Contrato de préstamo en yen**

Luego de la presentación del informe de E/F del presente Proyecto, la OPI y la DGPI realizarán la evaluación de SNIP para aprobar la implementación del Proyecto. JICA enviará una misión de evaluación en un momento oportuno en que se vea asegurada la aprobación de DGPI, para iniciar las discusiones sobre el contrato de préstamo en yenes japoneses. Una vez llegado al acuerdo entre las

partes interesadas, se procederá a la concertación del Acuerdo de Préstamo (A/P). El período requerido en estos trámites de negociación sobre el A/P, se estima en unos seis meses.

### (3) Procedimiento de la ejecución del proyecto

Después de firmado el A/P, se procede a seleccionar una firma consultora. El servicio de consultoría incluye la elaboración del diseño detallado y de las especificaciones técnicas, asistencia a la selección del contratista y la supervisión de obras. El período requerido para cada proceso es el siguiente. Asimismo en la Tabla 4.11-1 se presenta el cronograma general del Proyecto. (En cuanto al detalle sobre el período de ejecución de obras, véase el Anexo-9 Plan de Ejecución de Obras y Estimación del Costo)

- 1) Selección de la firma consultora: 10 meses
- 2) Elaboración del diseño detallado y especificaciones técnicas por la firma consultora: 6 meses
- 3) Selección de la firma constructora: 15 meses
- 4) Supervisión de construcción de obras fluviales y reforestación a lo largo de estas obras: 2 años
- 5) Ejecución simultánea de las obras fluviales y reforestación a lo largo de estas obras
- 6) La educación en prevención de desastres y el desarrollo de capacidades serán ejecutados simultáneamente con la construcción de las obras fluviales

**Tabla 4.11-1 Plan de ejecución**

Ítem	2010			2011			2012			2013			2014			2015			2016			2017			2018			No. de meses																		
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9		12																	
1 Estudio Perfil/Evaluación SNIP	Estudio						Evaluación																								28															
2 Estudio Factibilidad/Evaluación SNIP							Estudio						Evaluación																								27									
3 Negociación Crédito en Yenes																																					6									
4 Selección de Consultor																																								10						
5 Unidad de administración del Proyecto																																											45			
6 Servicio de consultoría																																											45			
1) Diseño detallado																																											6			
2) Elaboración de documentos de licitación y asistencia en el procedimiento de licitación																																											15			
3) Administración de la ejecución																																											24			
7 Selección del Consultor																																											15			
8 Ejecución de Obras																																											24			
1) Construcción de obras de control de inundación																																											24			
2) Reforestación																																											24			
3) Capacitación en prevención de desastres/desarrollo de capacidad																																											24			
4) Obtención de terrenos y obra de compensación																																											27			
9 Terminación de obras/entrega a comisiones de regantes																																														

### (4) Proceso de adquisición

#### 1) Contratación del Consultor

La contratación del Consultor en los proyectos del préstamo en yenes japoneses deberá realizarse prestando atención a los siguientes puntos:

- (1) El Consultor debe contar con una experiencia en actividades en el extranjero y capacidad suficiente para implementar el presente Proyecto.

- (2) Para la selección del Consultor, deberán tener en cuenta la eficiencia, la transparencia y la imparcialidad.
- (3) Se deberán respetar los procedimientos establecidos en el Contrato de Acuerdo (L/A, por sus siglas en inglés) y en la Guía sobre la Contratación del Consultor de JICA.

## 2) Contratación de la Constructora

La contratación de la Constructora deberá realizarse prestando atención a los siguientes puntos:

- (1) Se deberán tener en cuenta el aspecto económico, la eficiencia, la transparencia en el proceso de adquisición, la imparcialidad y la idoneidad.
- (2) Se deberán respetar los procedimientos establecidos en el Contrato de Acuerdo (L/A, por sus siglas en inglés) y en la Guía sobre Adquisiciones de JICA.
- (3) Se convocará una Licitación Pública Internacional (ICB, por sus siglas en inglés).
- (4) Se deberá realizar una Precalificación de Ofertantes, antes de convocar la licitación, con el objeto de confirmar si éstos cuentan con capacidad técnica y financiera. En esta precalificación, se tendrán en cuenta: a) la experiencia y resultados obtenidos en los proyectos similares, b) la capacidad respecto a la mano de obra, equipos y plantas, c) el estado financiero, etc.

### **4.12 Plan Financiero**

#### (1) Porcentaje de aportes del costo del Proyecto

El presente Proyecto será implementado por el gobierno central (MINAG), las comisiones de regantes de las cuencas seleccionadas y los gobiernos locales, y como tal, los costos serán sufragados por estas tres partes.

En cuanto a los porcentajes de aporte de las partes interesadas, a modo de referencia, en un proyecto de presa implementada por la DGIH, el gobierno central, los gobiernos regionales, gobiernos locales y las comisiones de regantes aportaron 50 %, 30 %, 10 % y 10 %, respectivamente. Asimismo, en un proyecto de riego las comisiones de regantes sufragaron el 20 % de los costos, según la información de la oficina de JICA en Perú. Sin embargo, no se ha encontrado el ejemplo de un proyecto de protección contra las inundaciones como el presente Proyecto. Para este caso, considerando que los beneficios directos que disfrutarían las comisiones de regantes son menos que en un proyecto de riego, se ha determinado tentativamente los porcentajes de aporte del gobierno central, los gobiernos regionales y de las comisiones de regantes en 80 %, 15 % y 5 %, respectivamente. Sin embargo, estas cifras deberán ser determinadas mediante consultas entre las tres partes.

#### (2) Plan de desembolso de recursos

El costo total del Proyecto se estima en 239.474.000 soles. Al restar la porción del préstamo AOD del Japón a través de JICA de US\$ 25 millones (64.750.000 soles), se tiene un monto de 174.724.000 que

debe ser sufragado por el fondo de contrapartida peruana. En la Tabla 4.12-1 se indican los aportes del Gobierno Central, gobiernos regionales y de las comisiones de regantes. Cabe recordar que, los montos correspondientes a los gobiernos regionales y las comisiones de regantes han sido determinados aplicando el porcentaje de los costos de proyectos según cuencas.

**Tabla 4.12-1 Plan de desembolso de recursos para la implementación del Proyecto**

(3) Plan de reembolso de recursos

El préstamo en yen a través de JICA deberá ser reembolsado incluyendo el interés, con los porcentajes indicados en el numeral (1) anteriores. Las condiciones de reembolso serán definidas en el A/P (Acuerdo de Préstamo). Tentativamente, se indican en la Tabla 4.12-2 las condiciones que pueden ser aplicadas al presente Proyecto.

**Tabla 4.12-2 Condiciones de reembolso del préstamo en yen**

Tasa de interés sobre el préstamo	1,70 %
Cargo de compromiso del saldo del préstamo no desembolsado	0,10 %
Cargo por prolongación del período de préstamo	0,20 %
Período de reembolso	25 años
Período de gracia	7 años

**4.13 Marco lógico de la opción seleccionada finalmente**

En la Tabla 4.13-1 se presenta el marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente.



**Tabla 4.13-1 Marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente**

Resumen narrativo	Indicadores verificables	Medios de verificación de indicadores	Condiciones preliminares
<b>Meta superior</b>			
Promover el desarrollo socioeconómico local y contribuir al bienestar social de la población.	Mejorar la productividad local, generar más empleos, aumentar ingresos de la población y reducir el índice de la pobreza	Datos estadísticos publicados	Estabilidad socioeconómica y política
<b>Objetivos</b>			
Aliviar la alta vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones	Tipos, cantidad y distribución de las obras de control de inundaciones, población y área beneficiaria	Monitoreo del calendario anual de obras y del plan financiero, fiscalización de ejecución de presupuesto.	Asegurar el presupuesto necesario, intervención activa de los gobiernos central y regional, municipalidades, comisiones de regantes,
<b>Resultados esperados</b>			
Reducción de los sectores y área anegable, mejoramiento funcional de las bocatomas, protección de canales de riego, y el control de la erosión de márgenes	Número de sectores y área anegable, variación del caudal de toma de agua, avance de la erosión de márgenes	Visitas al sitio, revisión del plan de control de inundaciones y de informes de obras de control de inundaciones, monitoreo rutinario por los habitantes locales	Monitoreo de mantenimiento por los gobiernos regionales, municipalidades y la comunidad local, información oportuna a los organismos superiores
<b>Actividades</b>			
Componente A: Medidas estructurales	Rehabilitación de diques, obras de protección de márgenes y bocatomas, construcción de 23 obras.	Revisión del Diseño Detallado, informes de obras, gastos ejecutados	Asegurar el presupuesto de obras, Diseño Detallado/ejecución de obras/supervisión de obras de buena calidad
Componente B: Medidas no estructurales (reforestación y recuperación vegetal)	Área reforestada, área de bosques ribereños	Informes de avance de obras, monitoreo rutinario por la comunidad local	Apoyo de consultores, ONGs, comunidad local, concertación y cooperación de la comunidad de la cuenca baja
Componente C: Educación en prevención de desastres y desarrollo de capacidades	Número de sesiones de seminarios, prácticas, capacitación, taller,	Informes de avance, monitoreo por gobiernos locales y comunidad	Predisposición de los actores a participar, asesoría por consultores y ONGs
<b>Gestión de ejecución del Proyecto</b>			
Gestión del Proyecto	Diseño Detallado, orden de inicio de las obras, supervisión de obras, operación y mantenimiento	Planos de diseño, plan de ejecución de obras, pliego de estimación de costos, especificaciones de las obras, contratos, informes de gestión de obras, manuales de	Selección de consultores y contratistas de alto nivel, participación de la población beneficiaria en operación y mantenimiento

#### 4.14 Línea Base para la evaluación de impacto

Los indicadores de evaluación del impacto del Proyecto incluyen los siguientes.

- Magnitud del caudal de inundaciones ocurridas
- Superficie inundada
- Daños de inundaciones
- Impacto ambiental
- Costo de O y M

##### 1) Magnitud del caudal de inundaciones ocurridas

Estimar el caudal de inundaciones ocurridas que han provocado daños, con base en los datos de monitoreo de precipitación y del caudal. En el presente Estudio se ha estimado el caudal probable de inundaciones de cada cuenca seleccionada. Así se puede estimar el período de retorno de las inundaciones ocurridas y evaluar el impacto que haya provocado en la cuenca.

## 2) Superficie inundada

Estimar la superficie inundada en cada uno de los sitios donde se proponen tomar las medidas de control, replanteando el alcance de las inundaciones ocurridas sobre un mapa topográfico o imágenes satelitales. En el presente Estudio se ha estimado la superficie anegable del caudal de diferentes períodos de retorno en cada uno de estos sitios. Así se puede hacer una comparación de estos datos estimados con los datos reales, y evaluar el impacto de las inundaciones en cada cuenca.

## 3) Daños de inundaciones

Estimar el monto de pérdidas producidas por las inundaciones reales (daños directos e indirectos de producción agrícola, pérdida de tierras de cultivo, viviendas inundadas, daños a las obras de riego, interrupción de la toma de agua, interrupción del tráfico, etc.), y comparar con los montos de pérdidas estimados en el presente Estudio para cada magnitud de inundaciones probables, y así evaluar el impacto de las pérdidas producidas en cada cuenca.

## 4) Impacto ambiental

Realizar la evaluación del impacto ambiental en la etapa de operación y mantenimiento del presente Proyecto, siguiendo los mismos procedimientos aplicados al inicio del presente Estudio y comparar los datos de la etapa de planificación y de la etapa después de la puesta en operación de las obras, y así evaluar el impacto ambiental del presente Proyecto.

## 5) Costo de OyM

El costo anual del presente Proyecto ha sido estimado en el 0,5% del costo de construcción. Se debe determinar los gastos reales de las comisiones de regantes que hayan asumido la operación y mantenimiento a lo largo de los años, y evaluar el impacto de los costos reales requeridos sobre el presente Proyecto.

### **4.15 Plan a mediano y largo plazo**

Hasta aquí se han propuesto solo las medidas de control de inundación que deben ser ejecutadas con mayor urgencia, debido a la limitación del presupuesto disponible para el presente Proyecto. Sin embargo, existen otras medidas que deben ser realizadas oportunamente en el marco del plan a largo plazo. En esta sección se hablará sobre el plan de control de inundaciones a mediano y largo plazo.

#### **4.15.1 Plan general de control de inundaciones**

Existen diversas formas de controlar las inundaciones en toda la cuenca, como por ejemplo, la construcción de presas, reservorios, diques o combinación de estos.

En cuanto a la propuesta de construir una presa, al suponer que la presa reduzca el pico del caudal máximo de crecidas con un período de retorno de 50 años, hasta el caudal con un período de retorno de 10 años, la capacidad requerida de la presa sería muy grande, calculándose en 4,4 millones de m<sup>3</sup>

para el Río Chincha. Aguas arriba del abanico aluvial está conformado por quebradas y es difícil encontrar topografía apta para construir una presa. De esta manera, si se quiere construir una presa con tal capacidad, resultaría en una presa sumamente alta, lo que implica un costo sumamente elevado (varias decenas de miles de millones de yenes). Además, se demoraría entre tres y cinco años para la identificación del sitio de presa, levantamiento, estudio geológico, estudio de materiales y diseño conceptual. El impacto sobre el entorno local es inmenso. Por lo tanto, se considera poco adecuado incluir el análisis de la opción presa dentro del presente Estudio.

De la misma manera, la opción de construir un reservorio sería poco viable por las mismas razones expuestas para la presa, porque se necesitaría construir un reservorio de gran capacidad, y es difícil encontrar un sitio adecuado ya que la mayor parte de las tierras planas a lo largo del río aguas abajo del abanico aluvial está siendo utilizada para fines agrícolas. De este modo, su análisis ha sido descartado del presente Estudio.

Por lo tanto, enfocaremos nuestro estudio en la construcción de diques por ser la opción más viable.

#### **(1) Plan de curso del río**

##### **1) Capacidad hidráulica**

Se calculó la capacidad hidráulica del actual cauce del río con base en los resultados del levantamiento longitudinal y transversal del río, cuyos resultados se presentan en la Tabla 3.1.10 y Figura 3.1.10-3 y Figura 3.1.10-4.

##### **2) Características del desbordamiento**

Se realizó el análisis de desbordamiento del río Chincha. En la 3.1.10 y las Figuras 3.1.10-5 y 3.1.10-6 se muestran las condiciones de desbordamiento para caudales con un periodo de retorno de 50 años. Se observa que el tributario derecho Chico, ocurre el desbordamiento de agua en los tramos de 15 km y 4 km desde la desembocadura, inundando grandes extensiones de la margen izquierda. Asimismo, el tributario izquierdo Matagente, ocurre el desbordamiento de agua en los tramos 10 km y 4 km desde la desembocadura, inundando grandes extensiones de la margen derecha.

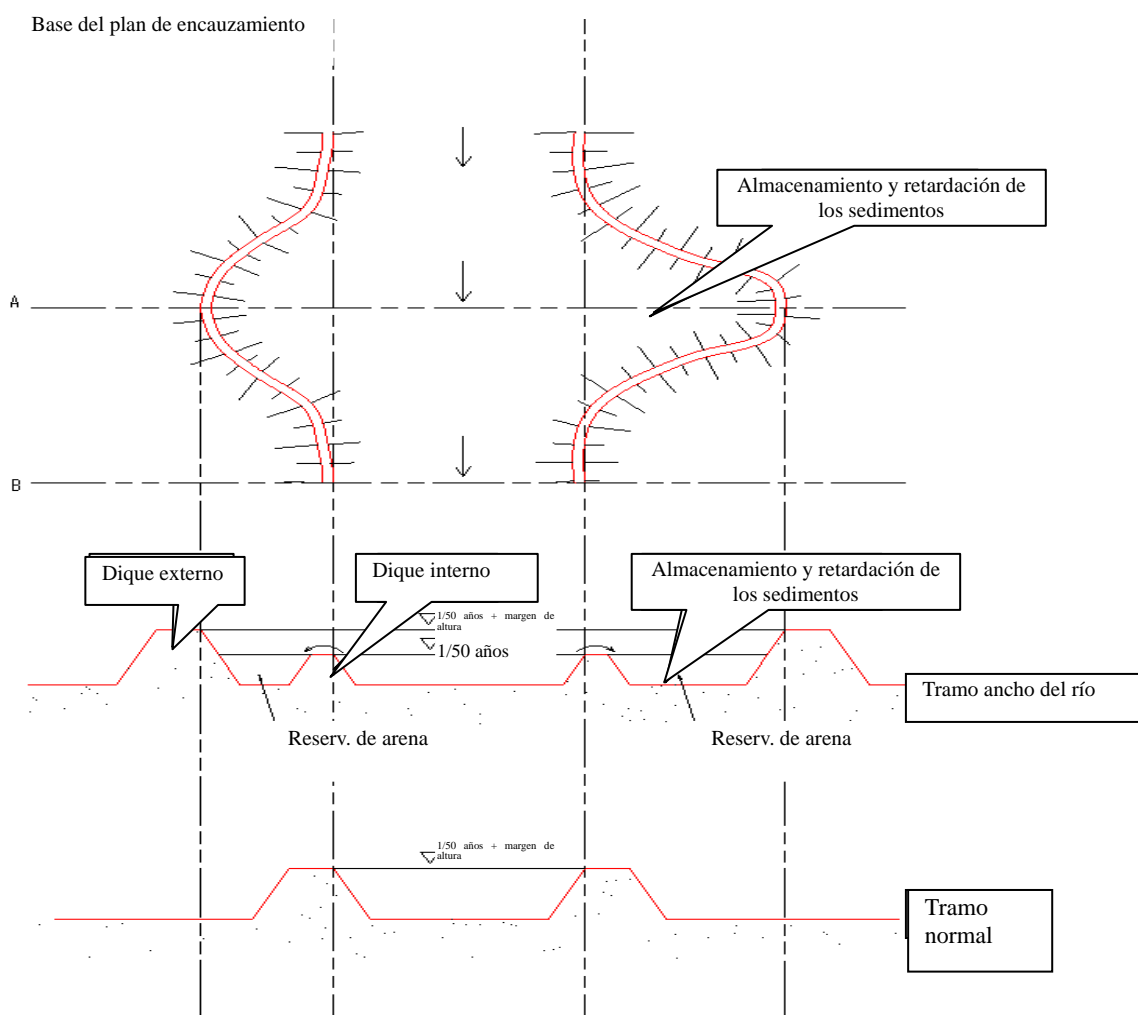
##### **3) Nivel de crecidas de diseño y la sección estándar del dique**

El nivel de crecidas de diseño se establece en el nivel de agua de crecidas con un período de retorno de 50 años, aplicando la sección estándar del dique al cauce actual (véase el apartado 4.3.1, (5), 3)). En la 4.2, Tablas 4.2-2 y 4.2-3 se muestran sobre el nivel de crecidas de diseño y la sección estándar del dique del caudal de inundaciones diseñadas.

##### **4) Alineación de los diques**

Considerando las condiciones actuales de los diques existentes se definió la alineación de los nuevos diques. Básicamente, se adoptó el ancho del río más amplio posible con el fin de incrementar la capacidad hidráulica y el efecto de retardación. En la Figura 4.15.1-1 se explica esquemáticamente un cauce normal y el método de definición de la alineación de un tramo donde el cauce actual tiene mayor

anchura. En un tramo normal, la corona del dique tendrá una altura igual al nivel de agua de crecidas con un período de retorno de 50 años más el libre bordo, mientras que en los tramos donde el río tiene mayor anchura, se construirán doble diques, con la alineación del dique interior congruente y continuo con los tramos normales aguas arriba y abajo. La altura de la corona será igual al nivel de agua de inundaciones con un período de retorno de 50 años. La altura de la corona del dique externo será igual al nivel de agua de crecidas con un período de retorno de 50 años más el libre bordo, de tal manera que en el caso de que el río se desborde del dique interno, el espacio abierto entre los dos diques sirva para almacenar los sedimentos y retardar el agua.



**Figura 4.15.1-1 Definición de la alineación del dique**

#### 5) Plano de planta y sección del río

En las Figuras 4.15.1-2 y 4.15.1-3 y 4.15.1-4 se presentan el plano de planta y la sección longitudinal del río.

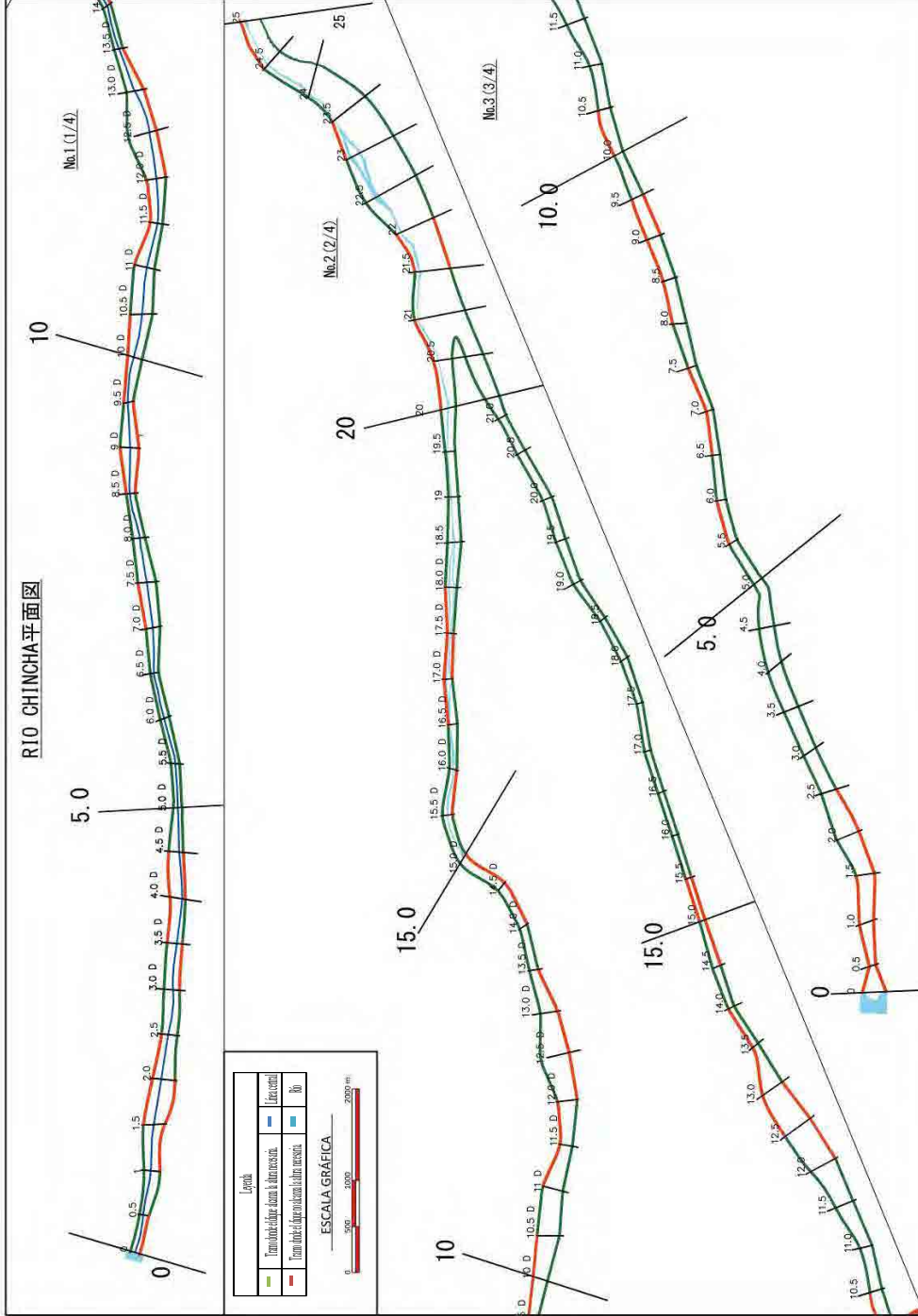


Figura 4.15.1-2 Plano de planta del Río Chinchá

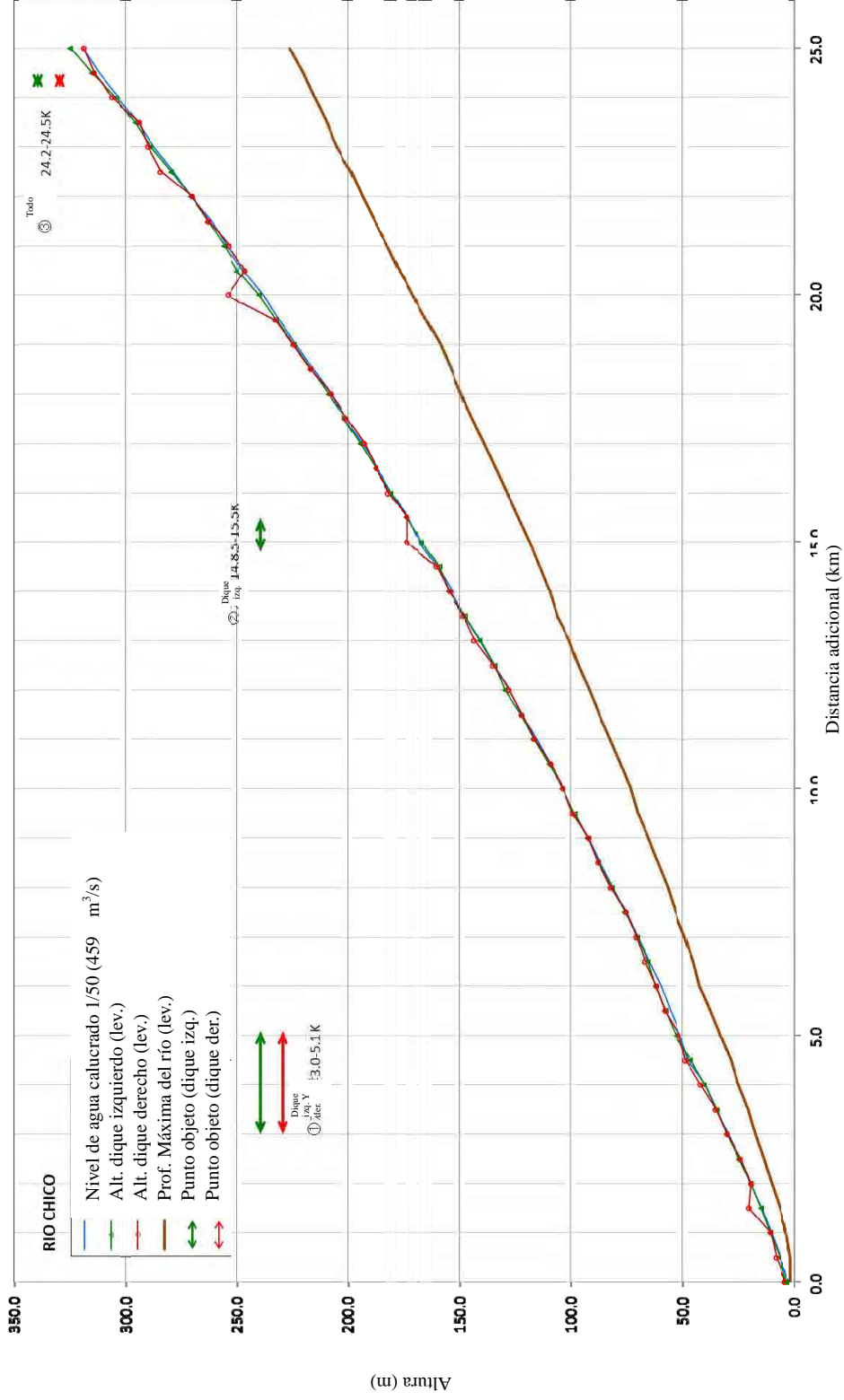


Figura 4.15.1-3 Sección longitudinal del Río Chinchá (Río Chico)

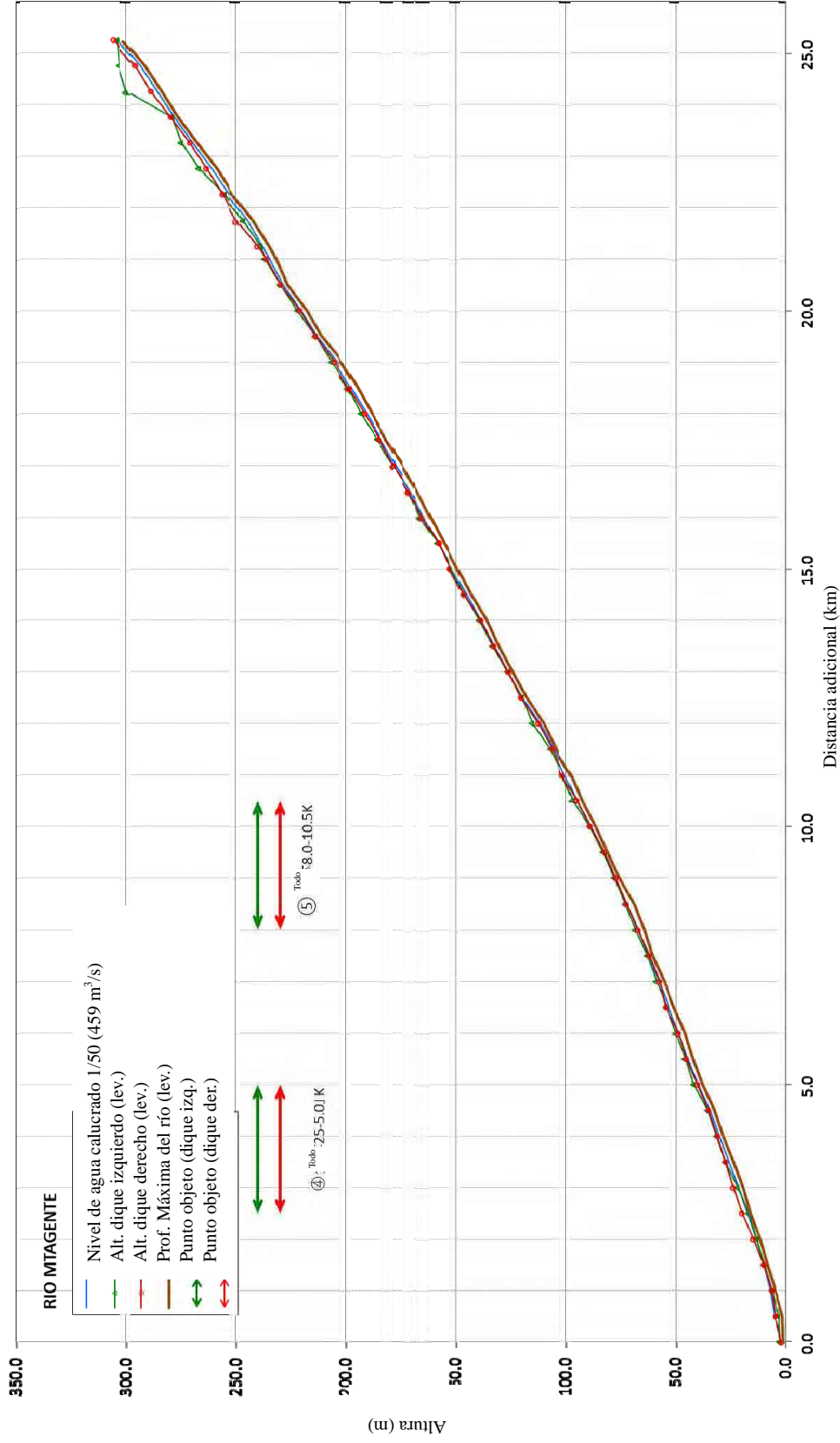


Figura 4.15.1-4 Sección longitudinal del Río Chinchá (Río Matagente)

6) Plan de construcción de diques

A continuación se plantean las políticas básicas del plan de construcción de diques en el Río Chíncha.

- (1) Construir los diques que permitan el paso de manera segura del caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años.
- (2) Los diques serán construidos en las zonas donde se extenderá el agua desbordada hacia el interior del dique, según la simulación de inundaciones.
- (3) Los diques serán dispuestos en los tramos arriba mencionados, donde el nivel de agua de diseño supera la altura del dique existente o la altura del suelo dentro del dique.
- (4) La altura del dique se define en el nivel de agua de crecidas con un período de retorno de 50 años más el libre bordo.

En la Tabla 4.15.1-1 y las Figuras-4.15.1-5 y 4.15.1-6 se presentan el plan de construcción de diques en el Río Chíncha.

**Tabla 4.15.1-1 Plan de construcción de diques en la cuenca del Río Chíncha**

Río		Tramos a ser mejorados		Promedio de altura faltante de diques (m)	Tamaño propuesto de diques	Long. de diques (km)
Chíncha	Chico	M. izquierda	0,5k-17,5k	0,56	Altura de diques = 1,5m Altura de las obras de protección de márgenes = 3,0m	7,0
		M. derecha	2,0k-18,0k	0,53		5,5
		Total		-		12,5
	Matagente	M. izquierda	0,5k-15,5k	0,58		7,5
		M. derecha	0,0k-15,5k	0,55		13,0
	Total			0,56		25,5



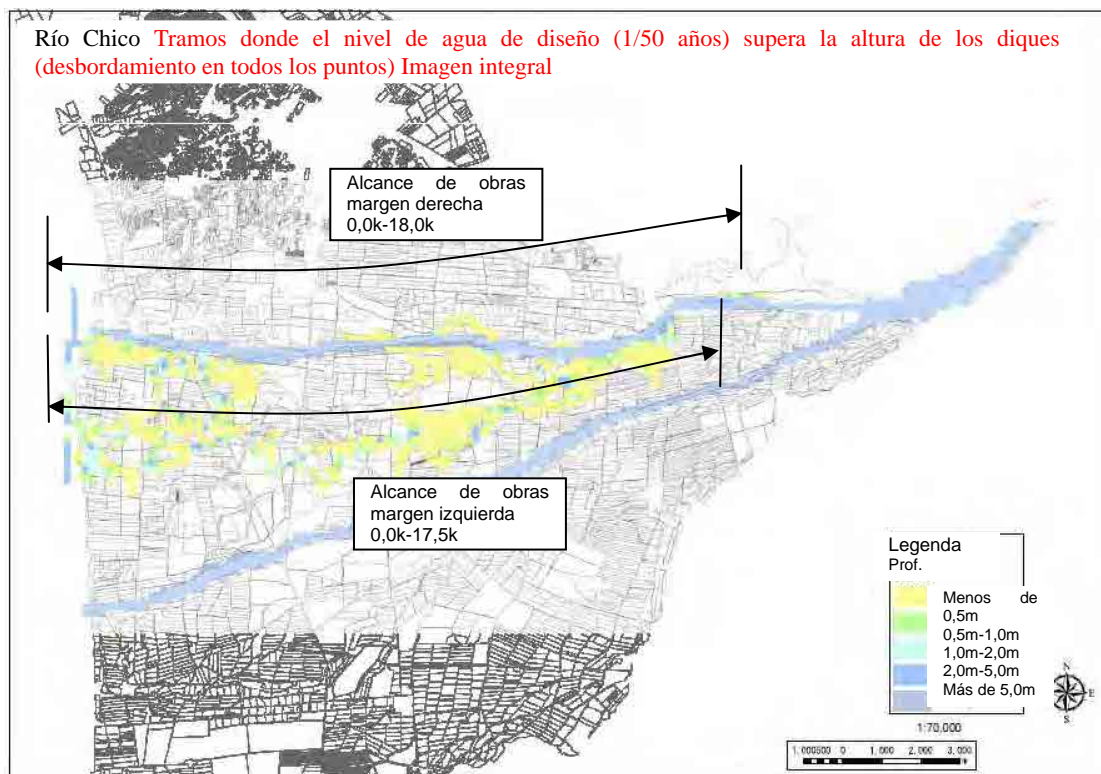


Figura 4.15.1-5 Alcance de las obras de construcción de diques en el Río Chíncha (Río Chíncha)

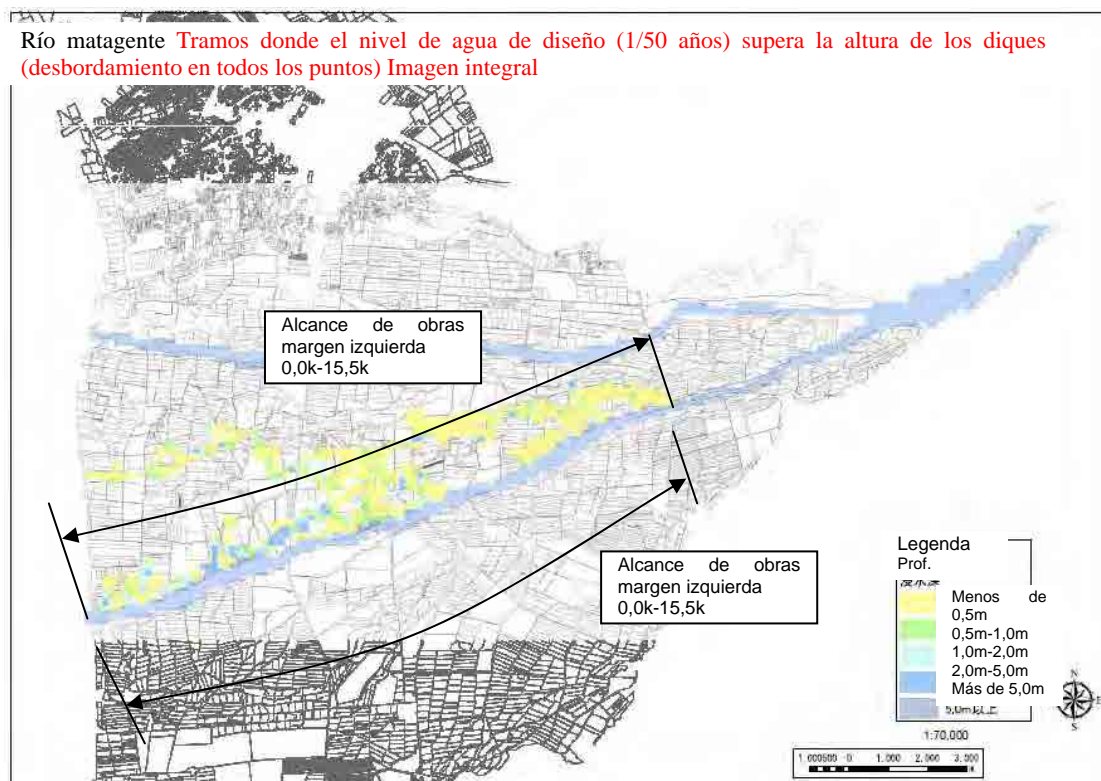


Figura 4.15.1-6 Alcance de las obras de construcción de diques en el Río Chíncha (Río Matagente)

7) Costo del Proyecto

En las Tablas 4.15.1-2 y 4.15.1-3 se presentan los costos directos de obras en precios privados, y el costo del Proyecto. Asimismo, el costo del Proyecto en precios sociales se presenta en la Tabla 4.15.1-4.

**Tabla 4.15.1-2 Costo directo de obras**

Construcción de dique				Defensa ribereña			
B1	H1	B2	A	B1	H2	B2	A
3.0	1.0	8.5	5.8	1.0	1.0	2.4	10.8
3.0	2.0	14.0	17.0	1.0	2.0	2.9	13.4
3.0	3.0	19.5	33.8	1.0	3.0	3.4	16.5
3.0	4.0	25.0	56.0	1.0	4.0	3.9	20.1
3.0	5.0	30.5	83.8	1.0	5.0	4.4	24.3
3.0	1.5	11.3	10.7	1.0	6.0	4.9	28.9
				1.0	1.5	2.6	12.0
				1.0	10.0	6.9	52.4

Cuenca	Obras	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo directo de obras/m	Costo directo de obras/km	Long. de diques	Costo directo de obras
Chincha	Diques	10.7	m <sup>3</sup>	10.0	107.0	107.0	25.5	2,728.5
	Protección de márgenes	16.5	m <sup>3</sup>	100.0	1650.0	1,650.0		42,075.0
Total						1,757.0	1,757.0	44,803.5

Tabla 4.15.1-3 Costo del Proyecto (a precios privados)

	Costo Directo			Costo Indirecto							Costo del proyecto	
	Costo Directo	Costo de Obras Temporales	Costo de Obras de Obras	Gastos Operativos	Utilidad	Costo Total Infraestructura	IGV	Costo Total Obra	Impacto Ambiental	Expediente Técnico		Supervisión
Cuenca	Directo 直接工事費計 (1)	共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	工事費 (3) = (1) + (2)	諸経費 (4) = 0.15 x (3)	利益 (5) = 0.1 x (3)	構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	税金 (7) = 0.18 x (6)	建設費 (8) = (6)+(7)	環境影響 (9)=0.01 x (8)	詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	(12) = (8)+(9)+(10)+(11)
Chincha	44,803,500	4,480,350	49,283,850	7,392,578	4,928,385	61,604,813	11,088,866	72,693,679	726,937	3,634,684	7,269,368	84,324,667

Tabla 4.15.1-4 Costo del Proyecto (a precios sociales)

	Costo Directo			Costo Indirecto							Costo del proyecto	
	Costo Directo	Costo de Obras Temporales	Costo de Obras de Obras	Gastos Operativos	Utilidad	Costo Total Infraestructura	IGV	Costo Total Obra	Impacto Ambiental	Expediente Técnico		Supervisión
Cuenca	Directo 直接工事費計 (1)	共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	工事費 (3) = (1) + (2)	諸経費 (4) = 0.15 x (3)	利益 (5) = 0.1 x (3)	構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	税金 (7) = 0.18 x (6)	建設費 (8) = (6)+(7)	環境影響 (9)=0.01 x (8)	詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	(12) = (8)+(9)+(10)+(11)
Chincha	36,022,014	3,602,201	39,624,215	5,943,632	3,962,422	49,530,269	8,915,448	58,445,718	584,457	2,922,286	5,844,572	67,797,033

## (2) Plan de operación y mantenimiento

El costo de operación y mantenimiento fue estimado identificando la tendencia de sedimentación y erosión del lecho con base en los resultados del análisis unidimensional de la variación de lecho, y se planteó un plan de operación y mantenimiento a largo plazo.

El curso actual del río presenta algunos tramos angostos donde existen puentes, obras agrícolas (bocatomas), etc. y se observa una tendencia de acumularse los sedimentos aguas arriba de estos tramos. Por lo tanto, en el presente Proyecto se plantea incrementar la capacidad hidráulica de estos tramos angostos para evitar en la medida de lo posible la sedimentación en dichos tramos y en el lecho (parte principal) aguas arriba, a la par de almacenar lo más posible los sedimentos en el lecho (parte ancha) aguas arriba de los tramos angostos cuando ocurren inundaciones que superen un período de retorno de 50 años.

### 1) Análisis de la variación de lecho

La Tabla 4.15.1-5 presenta el resumen del modelo del análisis de variación de lecho y la tabla 4.15.1-6 indica las condiciones del cálculo de los ríos objeto, utilizados en el presente estudio.

Sobre el Río Chincha, en las Figuras 4.15.1-8 y 4.15.1-9 se indican los resultados del análisis de la variación de lecho de ahora a 50 años.

Esta tendencia coincide relativamente con las condiciones del lecho observadas y las informaciones recopiladas a través de entrevistas a la comunidad local.

A partir de esta figura se puede proyectar una futura tendencia de la sedimentación y erosión del lecho, así como su respectivo volumen.

### 2) Tramos que necesitan de mantenimiento

En la Tabla 4.14.1-5 se presentan los posibles tramos que requerirán someter a un proceso de mantenimiento a largo plazo en la cuenca del Río Chincha.

### 3) Costo de operación y mantenimiento

A continuación se presenta el costo directo de obras a precios privados para el mantenimiento (excavación del lecho) requerido en los próximos 50 años en cada cuenca.

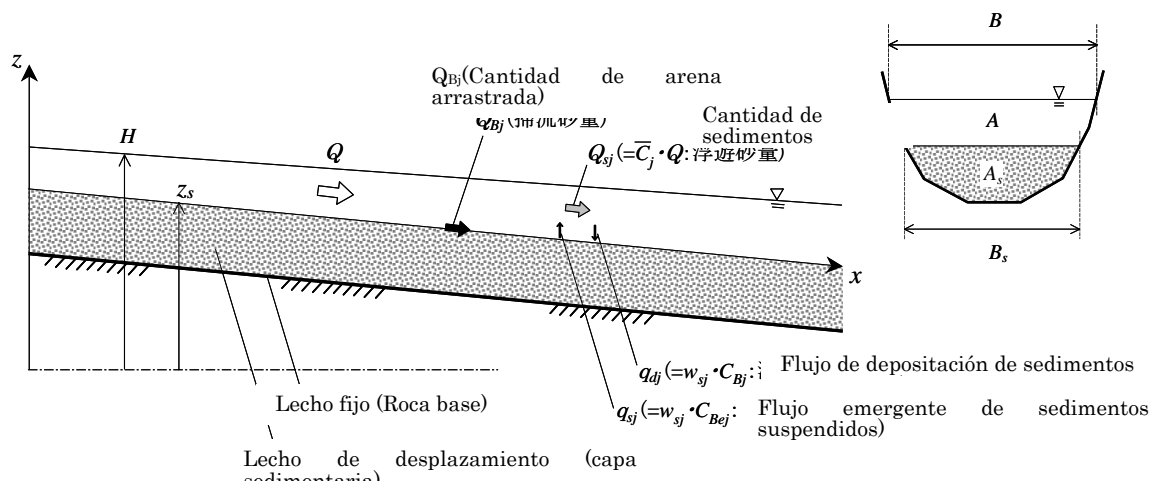
Costo directo de obras

A precios privados:  $479.000 \text{ m}^3 \times 10 \text{ soles} = 4.790.000 \text{ soles}$

En la Tabla 4.15.1-6 y Tabla 4.15.1-7 se presenta el costo del Proyecto de 50 años a precios privados y sociales.

**Tabla 4.15.1-5 Resumen del modelo de análisis de variación de lecho utilizado en el estudio**

Ítem	Descripción
Cálculo de flujo	Modelo mono dimensional de flujo no uniforme
Cálculo de descarga de sedimentos	Modelo mono dimensional de lecho fluvial variable con materiales mezclados de varios diámetros
Acarreos de sedimentos del fondo	Ecuación de volumen de sedimentos acarreados del fondo según el Método Ashida-Michiue
Sedimentos suspendidos	Se considera la característica no equilibrado de los sedimentos suspendidos. Para la concentración de la superficie referencial se adopta el Método Ashida-Michiue.
Solución del cálculo	Método MacCormack



**Figura 4.15.1-7 Imagen conceptual del modelo de análisis de variación de lecho**

**Tabla 4.15.1-6 Principales condiciones del cálculo de los ríos objeto**

	Río Chincha
Área objeto del cálculo	46,0 km
Periodo del cálculo	Próximos 50 años desde ahora
Intervalo espacial ( $\Delta x$ )	100m
Intervalo del tiempo ( $\Delta t$ )	2,0sec
Caudal en el extremo del curso alto	Elaborar datos correspondientes a 50 años a partir de los caudales monitoreados (caudales máximos/año) de cada cuenca (en caso de faltar años, se elaboran repitiendo los datos).
Condición de provisión de sedimentos *1	115 mil m <sup>3</sup> /año
Sedimentos entrantes de los afluentes	No se toman en consideración ya que ningún río tiene grandes afluentes en las áreas objeto.
Granulometría objeto	Se establece un diámetro granular de 8 ó 9 (d = 0.075 -500 mm) tomando como referencia la distribución de granulometría de materiales del lecho fluvial.
Nivel de agua del extremo del curso abajo	Se establece una profundidad neutral en la sección del extremo del curso abajo
Coefficiente de aspereza	n=0,05 (Toda el área)
Porosidad	0,4 (Porosidad representativa de arena y grava))
Otras consideraciones	El cálculo se hizo sobre los dos ríos: Chico y Matagente, bifurcados por un dique divisor.

\*1 Un volumen de descarga de sedimentos desequilibrado se establece a partir de los resultados del estudio de materiales del lecho fluvial. Para el caso del río Cañete, el volumen de sedimentos está rectificado teniendo en cuenta el estado de descarga de sedimentos locales y los resultados de encuestas.

**Tabla 4.15.1-7 Tramos cuyo lecho debe ser excavado en forma programada**

Río		Extensión de la excavación		Método de mantenimiento
Río Chincha	(Chico)	1 tramo	Tramo : 3,5 km-4,5 km Volumen : 53.000 m <sup>3</sup>	Es un tramo desde donde se desbordó el agua del río. Se considera necesario realizar la excavación periódica en estos tramos porque su lecho irá elevándose gradualmente con el tiempo.
	(Matagente)	1 tramo	Tramo : 10,5 km-13,5 km Volumen : 229.000 m <sup>3</sup>	
		2 tramo	Tramo : 21,0 km-23,5 km Volumen : 197.000 m <sup>3</sup>	Es un tramo propenso a la acumulación de sedimentos por la anchura del río. Se considera necesario realizar la excavación periódica en porque su lecho irá elevándose gradualmente con el tiempo con posibles riesgos de desbordamiento.

\* Volumen de sedimentos que se acumularán en 50 años

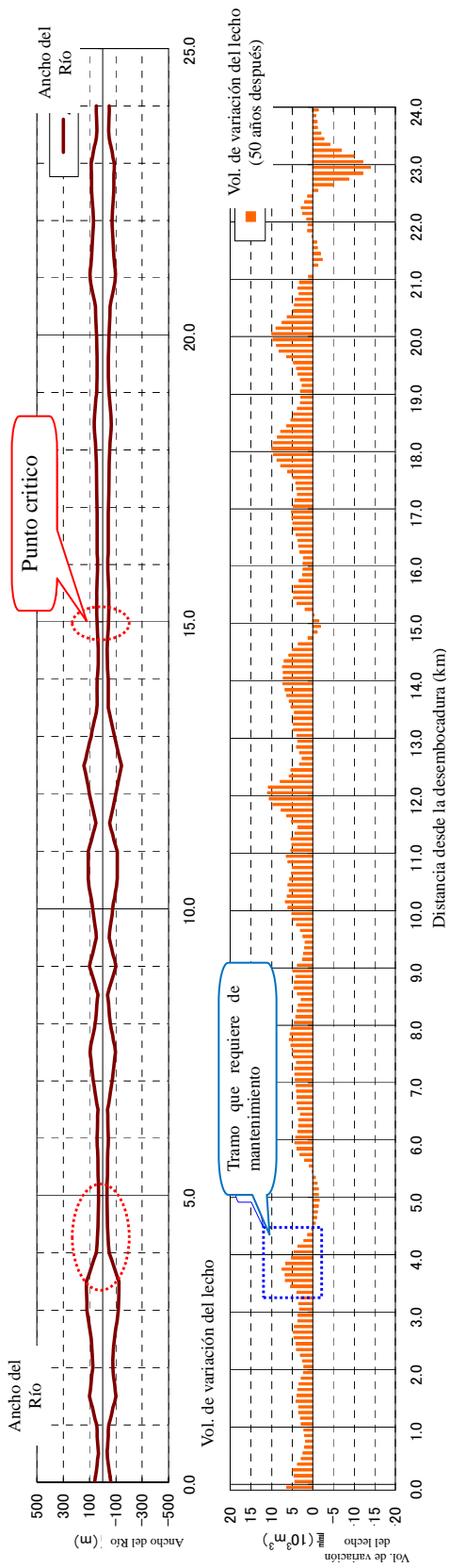


Figura 4.15.1-8 Tramo que requiere de mantenimiento (Río Chincha - Chico)

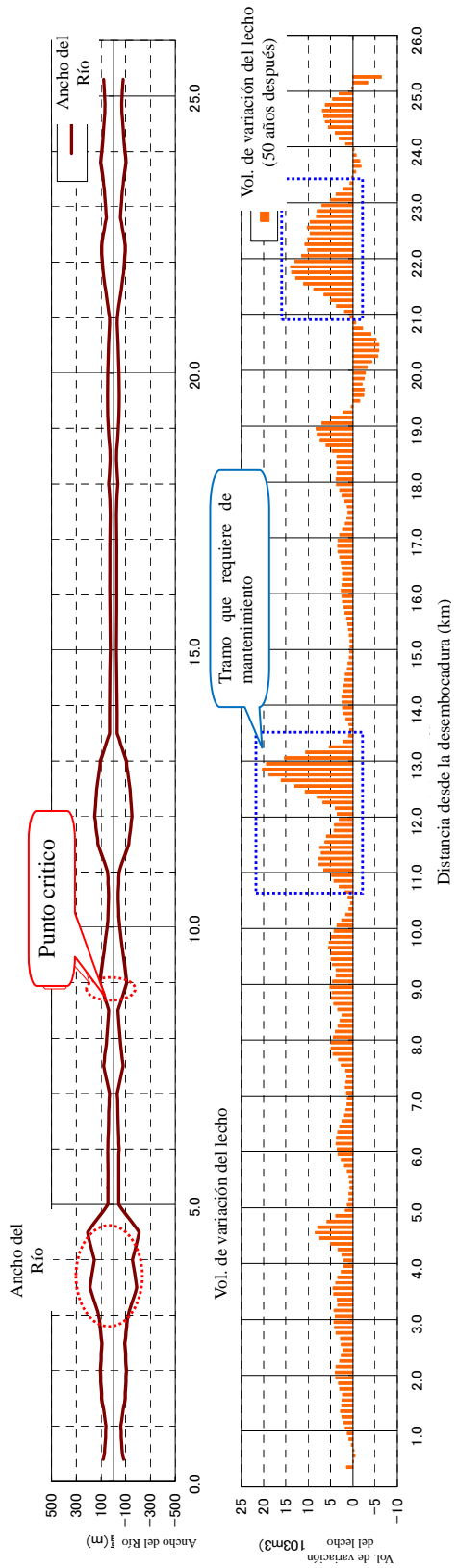


Figura 4.15.1-9 Tramo que requiere de mantenimiento (Río Chincha - Matagente)



Tabla 4.15.1-8 Costo de obras de excavación de lecho (a precios privados) en 50 años

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15*(3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1*(3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18*(6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01*(8)	Expediente Técnico 詳細設計 (10) = 0.05*(8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1*(8)	Costo Total 事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
CHINCHA	4,790	479	5,269	790	527	6,586	1,186	7,772	78	389	777	9,015

Tabla 4.15.1-9 Costo de obras de excavación de lecho (a precios sociales) en 50 años

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15*(3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1*(3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18*(6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Factor de Corrección 修正係数 fc	Costo Total Obra 建設費 (9) = fc*(8)	Impacto Ambiental 環境影響 (10) = 0.01*(9)	Expediente Técnico 詳細設計 (11) = 0.05*(9)	Supervisión 施工管理費 (12) = 0.1*(9)	Costo Total 事業費 (13) = (9)+(10)+(11)+(12)
CHINCHA	4,790	479	5,269	790	527	6,586	1,186	7,772	0.804	6,249	62	312	625	7,248

### (3) Evaluación social

1) Costos a precios privados

i) Monto de daños

En la Tabla 4.14.1-8 se presenta el monto de daños calculado analizando el desbordamiento provocado por inundaciones con períodos de retorno entre 2 y 50 años en el Río Chíncha.

**Tabla 4.15.1-10 Monto de daños de inundaciones con diferentes períodos de retorno**

Daños en miles de S/ 被害額(千ソール)	
t	Chíncha
2	15,262
5	39,210
10	55,372
25	77,797
50	103,947
<b>Total</b>	<b>291,588</b>

ii) Promedio anual de reducción de daños

En la Tabla 4.15.1-10 se presenta el promedio anual de reducción de daños en la cuenca calculado con los datos de la Tabla 4.15.1-11.

iii) Costo del Proyecto y el costo de operación y mantenimiento

En la Tabla 4.15.1-3 se presenta el costo del Proyecto. Asimismo el costo anual de operación y mantenimiento (OyM) de los diques y de las obras de protección de márgenes será el 0,5 % del costo de construcción, más el promedio anual del costo de excavación del lecho indicado en la Tabla 4.15.1-6.

iv) Evaluación económica

En la Tabla 4.15.1-12 se presentan los resultados de la evaluación económica.

**Tabla 4.15.1-11 Promedio anual de reducción de daños**

s/1000									
民間価格:流域全体 (Precios Privados para las cuencas en su TOTALIDAD)									
流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Da ños	年平均被害額の累 計=年平均被害額 減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しな い場合① Sin Proyecto ①	事業を実施した 場合② Con Proyecto ②	軽減額 ③=①-② Daños mitigados ③=①-②				
CHINCHA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	15,262	0	15,262	7,631	0.500	3,816	3,816
	5	0.200	39,210	0	39,210	27,236	0.300	8,171	11,986
	10	0.100	55,372	0	55,372	47,291	0.100	4,729	16,715
	25	0.040	77,797	0	77,797	66,584	0.060	3,995	20,711
	50	0.020	103,947	0	103,947	90,872	0.020	1,817	22,528

**Tabla 4.15.1-12 Resultados de la evaluación económica (costos a precios privados)**

流域名	年平均被害軽減額	評価期間被害軽減額(15年)	事業費	維持管理費	B/C	NPV	IRR(%)
Basin	Annual Average Damage Reduction	Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	Project Cost	O&M Cost	Cost Benefit Ration	Net Present Value	Internal Return of Rate
Chincha	292,863,416	132,251,314	84,324,667	7,429,667	1.71	55,091,224	21%

2) Costos a precios sociales

i) Monto de daños

En la Tabla 4.15.1-11 se presenta el monto de daños calculado analizando el desbordamiento provocado por inundaciones con períodos de retorno entre 2 y 50 años en el Río Chincha

**Tabla 4.15.1-13 Monto de daños de inundaciones con diferentes períodos de retorno**

Daños en miles de S/. 被害額(千ソール)	
t	Chincha
2	16,758
5	44,275
10	74,539
25	101,437
50	133,108
Total	370,117

ii) Promedio anual de reducción de daños

En la Tabla 4.15.1-13 se presenta el promedio anual de reducción de daños en la cuenca calculado con los datos de la Tabla 4.15.1-14.

iii) Costo del Proyecto y el costo de operación y mantenimiento

En la Tabla 4.15.1-4 se presenta el costo del Proyecto. Asimismo el costo anual de operación y mantenimiento de los diques y de las obras de protección de márgenes será el 0,5 % del costo del proyecto, más el promedio anual del costo de excavación del lecho indicado en la Tabla 4.15.1-7.

iv) Evaluación económica

En la Tabla 4.15.1-15 se presentan los resultados de la evaluación económica.

(4) Conclusiones

Los resultados de la evaluación económica demuestra que el Proyecto arroja impacto económico positivo en términos del costo a precios tanto privados como sociales, pero el costo requerido es sumamente elevado (de 84,3 millones de soles, equivalentes a 25,3 millones de yenes), concluyéndose que es poco viable adoptarse en el presente Proyecto.

**Tabla 4.15.1-14 Promedio anual de reducción de daños**

s/1000									
社会価格									
流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Da ños	年平均被害額の累 計-年平均被害軽 減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しな い場合①	事業を実施した 場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CHINCHA	2	0.500	16,758	0	16,758	8,379	0.500	4,189	4,189
	5	0.200	44,275	0	44,275	30,517	0.300	9,155	13,344
	10	0.100	74,539	0	74,539	59,407	0.100	5,941	19,285
	25	0.040	101,437	0	101,437	87,988	0.060	5,279	24,564
	50	0.020	133,108	0	133,108	117,273	0.020	2,345	26,910

**Tabla 4.15.1-15 Resultados de la evaluación económica (costos a precios sociales)**

流域名	年平均被害軽減額	評価期間被害 軽減額(15年)	事業費	維持管理費	B/C	NPV	IRR(%)
Basin	Annual Average Damage Reduction	Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	Project Cost	O&M Cost	Cost Benefit Ration	Net Present Value	Internal Return of Rate
Chincha	349,827,412	157,975,125	67,797,033	5,973,452	2.55	95,938,413	32%

#### 4.15.2 Plan de Reforestación y Recuperación de la Vegetación

Se recomienda, a largo plazo, reforestar en todas las zonas consideradas críticas de la cuenca alta. Por lo tanto, aquí se profundizará en el análisis de esta alternativa.

##### 1) Políticas Generales

- (1) **Objetivos:** Mejorar la capacidad de infiltración del área de fuente de agua, disminuir el flujo de agua en suelos superficiales, y a su vez aumentar el flujo de agua en suelos intermedios y la napa freática. Por todo lo mencionado, se corta el flujo de agua en temporada alta de inundación, aumenta el recurso hídrico en áreas montañosas, se reduce y evita la inundación aumentando así la cantidad y mayor flujo de aguas subterráneas, reduciendo y previniendo las inundaciones.
- (2) **Área de forestación:** Forestar en áreas con posibilidad de sembrar en las cuencas con fuentes de agua o en áreas donde ha disminuido el área boscosa.
- (3) **Método de forestación:** Plantaciones por los pobladores locales. El mantenimiento por cuenta propia de los promotores, la supervisión y asesoramiento será llevado por organizaciones no gubernamentales.
- (4) **Mantenimiento después de la forestación:** Realizar el mantenimiento por el responsable del sembrado de la comunidad, para ello se creará un sistema de pago (Pago por servicios ambientales) por los beneficiarios de aguas abajo
- (5) **Observaciones:** Luego de cada talado se tendrá que reforestar el área, manteniendo y

conservando de manera sostenible a largo plazo. Se deberá diseñar incentivo para los pobladores que viven aguas arriba de la cuenca.

Manteniendo el bosque y reforestando luego del raleo, se conserva el bosque, se amortigua y previene la inundación. Para ello, es necesario que los pobladores locales se concienticen, incentivar a los pobladores aguas abajo, promocionar y difundir durante la ejecución del proyecto la importancia del bosque en el Perú.

## 2) Selección de las áreas a reforestar

Tal como se indicó en el apartado 1), la reforestación en la cuenca alta se realiza con el aporte de mano de obra de la comunidad. En este caso, los habitantes locales participarán en estas actividades en su tiempo libre. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que las cuencas altas en su mayoría pertenecen a la Sierra Andina, donde los habitantes están subsistiendo con la agricultura y ganadería bajo severas condiciones naturales. Así se considera que no están en condiciones para realizar la reforestación y, por lo general, el proceso de concertación toma un tiempo sumamente prolongado.

## 3) Tiempo requerido para el proyecto de reforestación

Dado que la población en sí es muy reducida, la disponibilidad de la fuerza laboral es reducida. Así, el trabajo que se puede realizar al día es limitado, y la eficiencia de trabajo será muy baja. El Equipo de Estudio de JICA estimó el tiempo que se requiere para reforestar la totalidad del área a partir de la población de las zonas sujetas al plan de reforestación, el número de plantas, la eficiencia de trabajo, etc. De acuerdo a esta estimación, se demorarán 14 años para reforestar aproximadamente 40 mil hectáreas de la Cuenca del Río Chíncha.

## 4) Volumen total de reforestación en la cuenca alta, período y costo del proyecto

En la cuenca del río Chíncha, se ha estimado que el área a reforestarse suma un total de 44.000 hectáreas aproximadamente, el período requerido es de 14 años, y el costo se calcula en 119,0 millones de soles. Es decir, se requiere invertir gran cantidad de tiempo y costo para reforestar.

**Tabla 4.15.2-1 Plan de reforestación de la cuenca alta**

Cuenca	Superficie a reforestar (ha)	Tiempo requerido (años)	Costo requerido (soles)
Chíncha	44.068,53	14	118.946.853

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

## 5) Conclusiones

El objetivo del presente Proyecto es ejecutar las obras más urgentes, y destinar un período tan largo para la reforestación que tiene un efecto indirecto cuyo impacto se demora en manifestarse no sería congruente con el objetivo propuesto para el Proyecto. Al considerar que se requiere invertir 14 años y 119,0 millones de soles, se concluye que es poco viable implementar esta alternativa en el presente Proyecto, y que debería de ejecutarse oportunamente en el marco de un plan de largo plazo después de

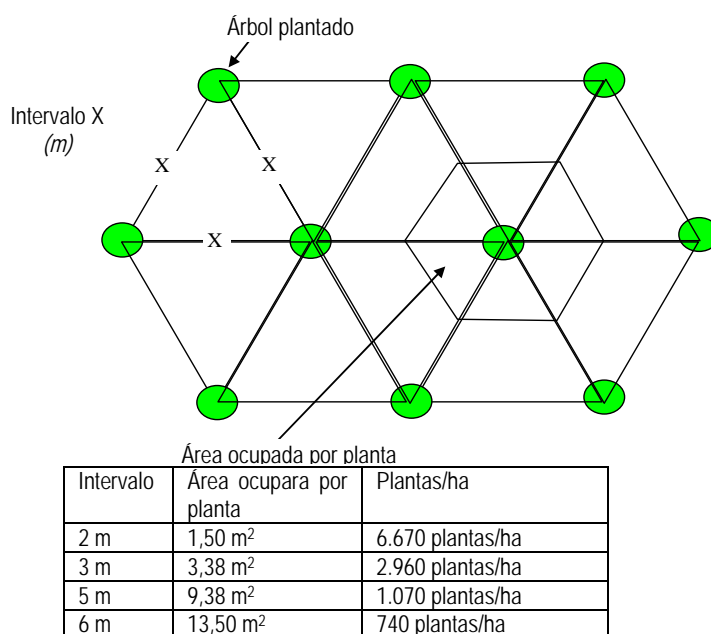
concluido el presente Proyecto.

**(2) Área modelo de reforestación**

Seleccionar un área modelo en la cuenca alta y reforestar dicha área en modalidad del proyecto piloto. (Proyecto existente de Reforestación de la Cuenca del Río Chincha) En esta cuenca, la comisión de regantes ha venido sosteniendo discusiones con las comunidades de la cuenca alta sobre conformación de los bosques para la reserva de agua desde hace diez años aproximadamente, logrando hasta la fecha el consenso para su implementación con algunas comunidades. El PRONAMACHCS (actualmente, AGRORURAL) ha dado seguimiento a este proceso de concertación y llevó a cabo el estudio para la elaboración del plan de reforestación en la Sierra de la región Huancavelica. Sin embargo, lamentablemente, esta iniciativa quedó solo en la fase de estudio sin llegar a materializar debido a la falta de recursos.

1) Configuración (disposición de árboles)

La disposición de los árboles comúnmente adoptada en el Perú es la disposición triangular. Así, en el presente Proyecto se propone adoptar la misma disposición manteniendo un intervalo entre árboles de 3 metros.



**Figura 4.15.2-1 Plano de reforestación estándar**

2) Especies a utilizar

La especie más utilizada para la reforestación en la Sierra Andina del Perú, es el Eucalipto, y le sigue el Pino. En especial, en las alturas de 4.000 msnm es muy común utilizar el Pino. Además, también se plantan las especies nativas como Queñua, Molle, Aliso, etc. Sin embargo, por razones económicas de los productores, las especies predominantes son el Eucalipto y el Pino. Se utiliza Tara en el sistema agroforestal en el caso de priorizar el ingreso en efectivo.

Por lo general, la reforestación es planificada e implementada con el consenso de la comunidad local.

En tal caso, además de explicar sobre el interés público de los bosques, propiedades de las especies, etc., se discuten y se acuerdan sobre las especies a plantar. Dado que el presente Proyecto contempla ejecutar el plan de reforestación en la Sierra de la región de Huancavelica, cuenca alta del Río Chincha, también se propone seguir los mismos procedimientos. En el proyecto de AGRORURAL, las especies a utilizarse son seleccionadas escuchando las opiniones de la comunidad local, que en su mayoría optan por el Pino, o la Queñua en altitudes relativamente bajas. Así en el presente Proyecto también se propone seleccionar las mismas especies.

### 3) Volumen del Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal

Actualmente, hay una superficie a ser reforestada de 44.068,53 hectáreas en la cuenca alta del Río Chincha. Con el fin de identificar el área a reforestarse mediante el presente Proyecto por el volumen reforestable dentro del período establecido, se aplicaron los siguientes criterios de selección.

- Que sea un área de recarga de acuíferos;
- que sea un área de suelo muy eludible;
- que su altitud sea menor a los 4.000 msnm; y,
- que existan varias comunidades cercanas capaces de aportar mano de obra necesaria para la reforestación

En la Figura 4.15.2-2 se muestra la ubicación de las áreas seleccionadas aplicando estos criterios. Se seleccionaron los grupos A y B como áreas sujetas al presente Proyecto. El Grupo C no fue incluido debido a la baja densidad de la población, lo que se traduce en poco aporte de mano de obra para ejecutar el trabajo necesario.

En la Tabla 4.15.2-2 se muestra el volumen del Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal seleccionado.

**Tabla 4.15.2-2 Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal en la cuenca alta**

Grupo A

No. de área	Superficie a reforestar (ha)			Ejecutarse al:
	Pino	Queñua	Total	
47	650,04		650,04	Segundo año
48	311,91		311,91	Segundo año
49	211,90		211,90	Tercer año
50	276,40		276,40	Tercer año
51	79,94		79,94	Tercer año
52	166,27		166,27	Tercer año
53	55,96		55,96	Tercer año
56		0,05	0,05	Tercer año
61	67,58		67,58	Cuarto año
102	548,38		548,38	Cuarto año
103	161,45		161,45	Cuarto año
<b>Total</b>	<b>2.529,83</b>	<b>0,05</b>	<b>2.529,88</b>	

Grupo B

No. de área	Superficie a reforestar (ha)			Ejecutarse al:
	Pino	Queñua	Total	
42		63,03	63,03	Segundo año
43		24,30	24,30	Segundo año
44		12,22	12,22	Segundo año
45	249,00		249,00	Tercer año
65		397,23	397,23	Segundo año
66	14,69		14,69	Tercer año
67	1,06		1,06	Tercer año
68	26,90		26,90	Tercer año
69	30,28		30,28	Tercer año
70	0,00		0,00	Tercer año
71	236,58		236,58	Tercer año
72		76,53	76,53	Cuarto año
73		128,96	128,96	Cuarto año
74	173,82		173,82	Cuarto año
75	55,19		55,19	Cuarto año
76	66,34		66,34	Cuarto año
77	14,82		14,82	Cuarto año
78	165,11		165,11	Cuarto año
79	89,24		89,24	Cuarto año
Total	1.123,03	717,09	1.825,30	

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)



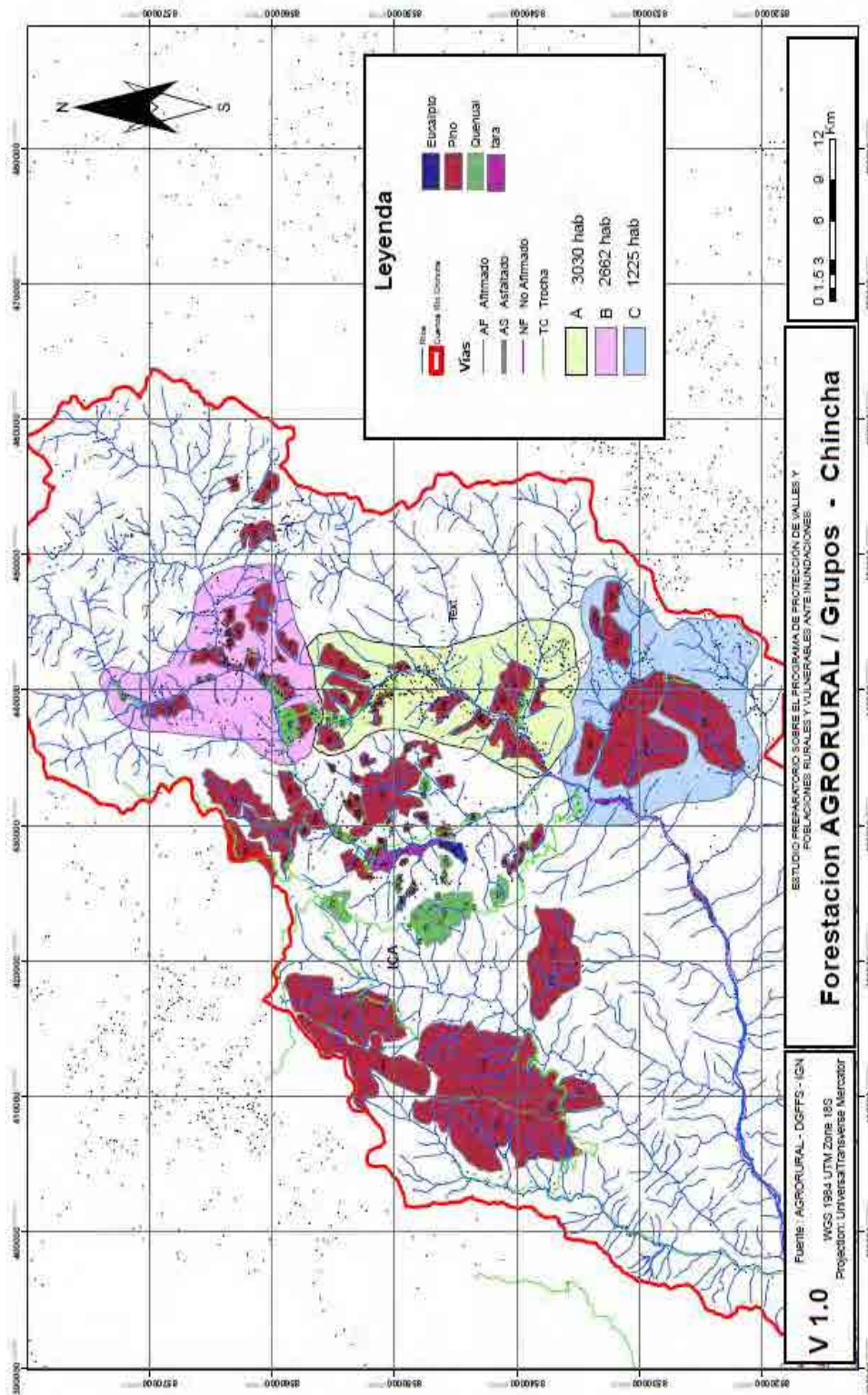


Figura 4.15.2-2 Área de Reforestación y Recuperación Vegetal en la cuenca alta del Río Chíncha

#### 4) Costos de ejecución del Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal

Los costos de ejecución de obras para el Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal fueron estimados de la siguiente manera:

- Costo unitario de los plántones (precio unitario de plánton + transporte)
- Costo de mano de obra

Los proveedores de plántones pueden ser i) AGRORURAL o ii) proveedores privados. Para la reforestación en la cuenca alta del Río Chíncha se comprarán los plántones a AGRORURAL.

Para la estimación del costo unitario de mano de obra, se propone aplicar el costo unitario de mano de obra común para la reforestación de las riberas, mientras que para la cuenca alta del Río Chíncha se contempla contratar a los habitantes locales destinando la mitad del costo laboral, a manera de beneficiar (ingreso adicional) a la comunidad local.

##### (i) Costo unitario de la planta

El costo unitario de los plántones se definió de la siguiente manera, con base en la información obtenida a través de las entrevistas a AGRORURAL. Dado que los precios de los plántones y el costo de transporte varía dependiendo de los proveedores, se aplicó el promedio.

##### (ii) Costo de mano de obra

El rendimiento del trabajo de reforestación se determinó en 40 árboles / persona día, según la información recogida a través de las entrevistas a AGRORURAL y a las comisiones de regantes. En la reforestación de riberas, el costo unitario de mano de obra será de 33,6 soles / hombre-día, en la cuenca alta se determinó en 16,8 soles / hombre – día, que corresponde a la mitad de la primera.

En la Tabla 4.15.2-3 se muestran los costos unitarios aplicados para estimar el costo directo de obras por hectárea.

**Tabla 4.15.2-3 Costo unitario directo de obras**

	Unidades	Eucalipto	Pino	Queñua	Tara
Plantas por hectárea	Planta/ha	2.960	2.960	2.960	2.960
Costo de plantas	Soles/ha	1.332	1.480	1.332	1.332
Costo de mano de obra	Soles/ha	1.243	1.243	1.243	1.243
Costo total de reforestación	Soles/ha	2.575	2.723	2.575	2.575

##### (iii) Costo de ejecución de reforestación

En la Tabla 4.15.1-4 se muestra el costo directo de obra para el plan de reforestación y recuperación vegetal en la cuenca alta.

**Tabla 4.15.2-4 Costo directo de Reforestación y Recuperación vegetal (en soles)**

No. de área	Especies a plantar		
	Pino	Queñua	Total
<b>Grupo A</b>			
2° año	2.619.390	0	2.619.390
3 <sup>er</sup> año	2.152.450	129	2.152.579
4° año	2.116.887	0	2.116.887
Subtotal	6.888.727	129	6.888.856
<b>Grupo B</b>			
2° año	0	1.279.209	1.279.209
3 <sup>er</sup> año	1.520.823	0	1.520.823
4° año	1.537.188	529.137	2.066.325
Subtotal	3.058.011	1.808.345	4.866.356
<b>Total</b>	<b>9.946.738</b>	<b>1.808.474</b>	<b>11.755.212</b>

En el costo del proyecto, se estimará;

11,76 millones de soles (Costo directo de obras) x 1,882 (Costo indirecto de obras, etc.) =22,1 millones de soles

#### 5) Costo-beneficio del presente Proyecto

Para la estimación de los beneficios de la reforestación de la cuenca alta, se tomó como ejemplo el flujo de caja por cada hectárea de un bosque productivo típico de Pino en la región altoandina del Perú, modificando la densidad y el costo de plantación, y agregando el beneficio de sumidero de carbón. Así se determinó una relación de B/C por unidad de hectárea de 5,20 y el Valor Actual Neto Económico (VANE) de US\$ 14.593 (véase la Tabla 4.5.1-9)

#### 6) Calendario de trabajo

El calendario de trabajo de reforestación de la cuenca alta incluye para el primer año: la selección de la ONG (por la firma consultora), para brindar asistencia a la comunidad; elaboración del plan detallado de reforestación (por ONG); organización de la comunidad para realizar la reforestación (por ONG), producción de plántones, etc. (Fase de preparativos)

Para los siguientes tres años (del segundo al cuarto año) se llevarán a cabo las labores de reforestación. La producción de plántones se requiere, por lo general, entre 3 y 6 meses. Con el fin de asegurar una alta supervivencia, conviene utilizar plántones grandes, dedicándose en su producción en la época seca (siete meses entre abril y octubre) y completando el trasplante en la época de lluvias (cuatro meses entre noviembre y marzo).

Se procurará lograr el consenso entre los beneficiarios de la cuenca baja (principalmente, comités de regantes) sobre el tema de PSA dentro del período del Proyecto, para repoblar las áreas forestales después de la corta, estableciendo un sistema de reforestación o repoblación que le permita a la comunidad de la cuenca alta obtener un ingreso adicional, y asistencia financiera a la comunidad de la cuenca baja.

Años	Época seca						Época de lluvias				
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Febrero	Marzo
Primero	Preparativos										
Segundo	Producción de plántones (7 meses)						Trasplante			Reserva	
Tercero	Ídem						Ídem			Reserva	
Cuarto	Ídem						Ídem			Reserva	

**Figura 4.15.2-3 Calendario de reforestación y recuperación vegetal**

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

#### 7) Conclusiones

De acuerdo con la Tabla 4.15.2-5, esta alternativa tendrá un impacto económico positivo si se toman en cuenta los beneficios de absorción de carbonos, no así al atender solamente su impacto para controlar las inundaciones ya que casi no se reducirían los daños de inundaciones reforestando aproximadamente 4.400 hectáreas. El costo del proyecto es elevado estimándose en 22,1 millones de soles, que representa un 51 % del costo total del proyecto de control de inundaciones de este río, de 43,6 millones de soles. Por lo tanto, se concluyó no incluir esta alternativa en el presente Proyecto considerando que la reforestación del área modelo debe ser implementado como un proyecto aparte e independiente al presente Proyecto.

**Tabla 4.15.2-5 Resultados del cálculo de la relación costo-beneficio del proyecto de reforestación de Pino (En US\$/ha)**

Año	Costo de inversión	Labores forestales	Gastos administrativos	Ingreso	Flujo de caja (sin impuestos)	Impuesto a la renta	Flujo de caja (con impuestos)	Total costos	Beneficios como sumidero de carbón	Total beneficios
	(A)	(B)	(C)	(D)	(A)-(B)-(C)	(E)	(D)-(E)	(A)+(B)+(C)	(F)	(D)-(E)+(F)
0	481,56	449,39	321,16	0,00	-1.252,11	0,00	-1.252,11	1.252,11	0,00	0,00
1	226,17	704,13	111,65	0,00	-1.041,95	0,00	-1.041,95	1.041,95	222,79	222,79
2	0,00	704,13	84,49	0,00	-788,62	0,00	-788,62	788,62	445,58	445,58
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	668,37	668,37
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	891,16	891,16
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.113,95	1.113,95
6	0,00	1.000,96	120,12	1.614,55	493,47	148,00	345,47	1.121,08	1.336,74	2.803,29
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.559,53	1.559,53
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.151,08	1.151,08
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.522,39	1.522,39
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.893,71	1.893,71
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.265,03	2.265,03
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.636,34	2.636,34
13	0,00	1.491,46	178,97	4.372,73	2.702,30	809,96	1.892,34	1.670,43	3.007,66	6.570,43
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.378,97	3.378,97
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.178,43	4.178,43
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.513,78	6.513,78
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.849,13	8.849,13
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.184,48	11.184,48
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.519,84	13.519,84
20	0,00	0,00	0,00	7.625,00	7.625,00	-2.288,00	5.337,00	0,00	15.855,19	21.192,19

Valor actual neto del costo = 3.477,84

Valor actual neto del beneficio = 18.071,01

Relación B/C = 5,20

VANE = \$14.593

### 4.15.3 Plan de control de sedimentos

Para el plan de control de sedimentos a largo plazo, se recomienda ejecutar las obras necesarias en la cuenca alta.

El Plan de Control de Sedimentos en la cuenca alta consistirá principalmente en la construcción de presas de control de sedimentos y de obras de protección de márgenes. En la Figura 4.14.3-1 se presenta la disposición de las obras de control de sedimentos que se propone ejecutar en toda la cuenca. Se estimó el costo de las obras de la cuenca del Río Chincha, suponiendo: a) cubrir la totalidad de la cuenca; y b) cubrir solo las zonas prioritarias, analizando la disposición de las obras para cada caso. Los resultados se muestran en la Tabla 4.14.3-1. (Véase Anexo-6 2.3 Plan de Control de Sedimentos)

Dada la extensión de la cuenca del Río Chincha, el costo de construcción para todas las alternativas sería demasiado elevado en caso de disponer las obras de protección de márgenes, presas de control de erosión, etc., además que se requerirá de un tiempo sumamente largo. Esto implica que el Proyecto se demorará en manifestar sus efectivos positivos. Así, se concluye que es poco viable ejecutar esta alternativa dentro del presente Proyecto, debiendo ser ejecutada oportunamente en el marco de un plan a largo plazo, después de terminado el presente Proyecto.

**Tabla 4.15.3-1 Costos estimados de ejecución de obras de control de sedimentos en la cuenca alta**

Cuenca	Alcance	Protección de márgenes		Bandas		Presa de control de sedimentos		Total costo directo de obras	Costo del Proyecto (Millones S/.)
		Vol. (km)	Costo directo (Millones S/.)	Vol. (unidades)	Costo directo (Millones S/.)	Vol. (unidades)	Costo directo (Millones S/.)		
Chincha	Toda la cuenca	381	S/.407	38	S/.1	111	S/.116	S/.524	S/.986
	Tramo prioritario	381	S/.407	38	S/.1	66	S/.66	S/.474	S/.892

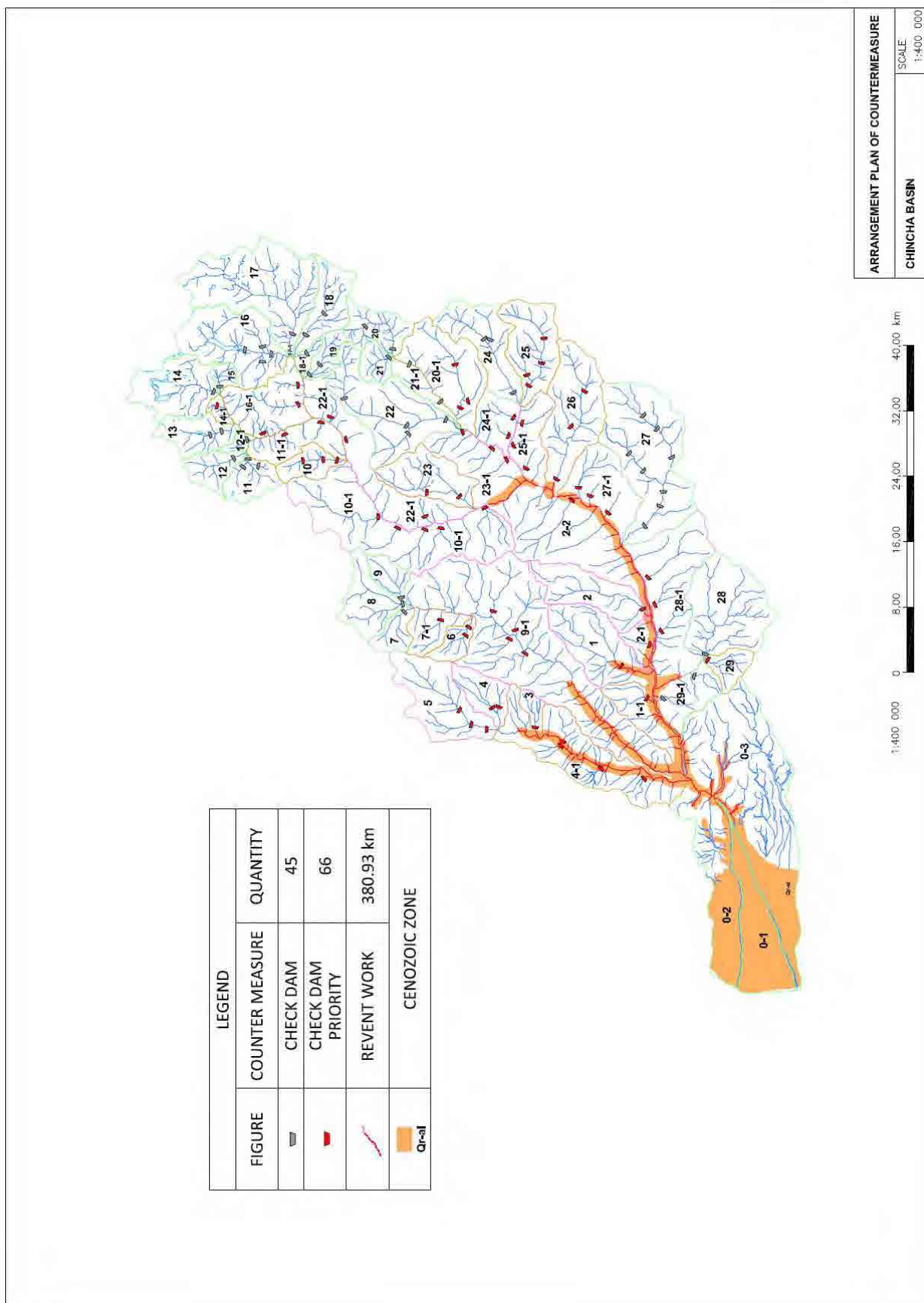


Figura 4.15.3-1 Ubicación de las obras de control de sedimentos de la cuenca del Río Chíncha





## **5. Conclusiones y recomendaciones**

### **5.1 Conclusiones**

La alternativa final seleccionada en el presente Estudio es estructuralmente segura, además que la evaluación social arrojó un valor económico suficientemente alto. Su impacto al medio ambiente es reducido.

La implementación del presente Proyecto contribuirá al alivio de la alta vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones, y al desarrollo socioeconómico local. Por lo tanto, se concluye implementarlo en la mayor brevedad posible.

### **5.2 Recomendaciones**

A continuación se plantean las recomendaciones para atender los problemas y dificultades relacionadas con la implementación del presente Proyecto y con el control de inundaciones hacia el futuro en el Perú, formuladas con base en los hallazgos del presente Estudio.

#### **5.2.1 Recomendaciones sobre el Proyecto**

- (1) Problemas y dificultades para la implementación del presente Proyecto en las siguientes etapas
  - 1) El costo del presente Proyecto será sufragado por el Gobierno Central (MINAG), así como por los gobiernos regionales y las comisiones de regantes de cada cuenca seleccionada. Para los efectos del presente Estudio, se definieron tentativamente los aportes de cada parte en 80 %, 15 % y 5 %, respectivamente. Dado que el costo total del Proyecto ha sido estimado casi definitivamente mediante este estudio de factibilidad, es necesario que el MINAG inicie las negociaciones con las partes relevantes y definir, en brevedad, los porcentajes definitivos de aporte.
  - 2) El presente Estudio ha definido el alcance de las obras de control de inundaciones, así como de la reforestación a lo largo de los ríos. Así, el MINAG deberá determinar claramente el límite entre la zona fluvial y las propiedades privadas, comprar los terrenos necesarios, e iniciar la negociación con los propietarios afectados sobre las obras de compensación, y obtener los terrenos necesarios cumpliendo los procedimientos estipulados en la Ley General de Expropiación; es decir, Publicación de la resolución del Gobierno sobre la expropiación del terreno Mostrar a los propietarios del terreno el precio del terreno y el monto de compensación Formación de un acuerdo con los propietarios desembolso del precio del terreno y el monto de compensación. Fin de la adquisición del terreno. En caso de que no pueda llegar a un acuerdo con los propietarios sobre el monto indicado por el Gobierno, el caso se llevará al juzgado de arbitraje. En el caso de que el terreno sea de propiedad comunitaria, se deberá negociar con la comunidad local

correspondiente y lograr un consenso. Y llegar a una concertación de estas negociaciones a más tardar antes de iniciar las obras.

- 3) Si bien es cierto que el MINAG-PSI ha sido designado tentativamente como el organismo ejecutor del presente Proyecto, aun la DGPI del MEF no está de acuerdo, por lo que es necesario determinar en brevedad el organismo ejecutor definitivo.
- 4) No es necesario realizar más la evaluación del impacto ambiental dado que el presente Proyecto ha sido clasificado en la Categoría I, después de que el MINAG-DGAA ha evaluado el informe de la Evaluación del Impacto Ambiental Preliminar de las cuencas seleccionadas. Ahora que se ha finalizado el E/F, es necesario que la DGIH inicie los procedimientos concernientes a la preservación de los patrimonios culturales, para obtener el CIRA correspondiente hasta antes de iniciar el Proyecto.

En Perú, con el fin de preservar los monumentos históricos y patrimonios culturales, es obligatorio en principio obtener una “Certificación de Inexistente de Restos Arqueológicos: CIRA” para la ejecución de todos los proyectos. La CIRA se emite por la Comisión Nacional Técnica de Arqueología. Para solicitar la CIRA, una vez determinadas las áreas objeto y el contenido del proyecto, la institución ejecutora del proyecto debe presentar al Ministerio de Cultura: 1) Formulario de solicitud, 2) planos que indican las áreas, alcance y contenido del proyecto, 3) recibo de los derechos de solicitud y, 4) certificados de la evaluación arqueológica, etc.

- 5) Las comisiones de regantes deberán asumir la operación y mantenimiento de las obras construidas por el presente Proyecto. Sin embargo, dado que a diferencia de las obras relacionadas con la agricultura, como los canales de riego, bocatomas, etc., ellos no están familiarizados con el manejo de las obras del presente Proyecto. Así, se considera necesario que el MINAG y los gobiernos regionales les brinden asistencia técnica y económica.

## (2) Medidas estructurales

### 1) Lineamiento básico de mejoramiento fluvial

Por lo general, la metodología de mejoramiento de ríos establece iniciar las obras gradualmente desde la cuenca baja hacia el alta. En el presente Estudio se identificaron los puntos críticos (donde el desbordamiento de agua se extiende en grandes zonas, o provoca graves impactos socioeconómicos locales, etc.) para implementar prioritariamente las medidas necesarias. Una medida implementada en el tramo superior puede traer consecuencias en la margen opuesta y en el tramo inferior. Asimismo, luego de mejoradas las condiciones del río, la comunidad tiende a acumular más activos (incremento de daños potenciales), y cuando ocurren inundaciones que superen el caudal

de diseño, los activos afectados serían mucho mayores que antes del mejoramiento del río. Como consecuencia, las pérdidas son mayores. Por lo tanto, es importante sensibilizar a la comunidad para que comprendan que no porque el río haya sido mejorado, se ha conseguido la seguridad total para ellos, y establecer las reglas necesarias, incluyendo la restricción del uso del suelo.

## 2) Problemas en el planeamiento del Río Chíncha

El río Chíncha se caracteriza por una división insuficiente en el curso alto entre el río Chico y el río Matagente y en caso de que todo el flujo de inundaciones bajara concentrándose en uno de los dos ríos, pueden producirse grandes daños puesto que ambos ríos tienen capacidad de descarga deficiente en todos los tramos. Además, aunque el flujo se haya dividido correctamente (1:1), en el Río Chico se producirán desbordamientos a 15 km y a 4 km de la desembocadura extendiéndose considerablemente por la margen izquierda y en el Río Matagente, a 9 km y a 3 km de la desembocadura se producirán desbordamientos y suelen extenderse ampliamente por la margen derecha. Por tanto, las medidas son básicamente la construcción de diques divisorios y obras para garantizar la capacidad de descarga (construcción de diques y excavación) en los lugares de desbordamientos históricos donde presentan una notable falta de capacidad de descarga.

Las medidas para cada lugar están resumidas basándose en el caso de que el flujo de inundaciones se haya dividido correctamente entre los ríos Chico y Matagente. Puesto que el lugar más importante del Río Chíncha es el punto de división en el Río Chico y el Matagente, una vez terminadas las instalaciones de división de flujo, es importante dar un mantenimiento apropiado (monitoreo del estado de sedimentación en las instalaciones divisorias, etc.) para que el flujo se divida correctamente.

Asimismo fueron seleccionados los lugares de obras prioritarias, pero aunque se hayan construido las medidas en dichos lugares, no se puede decir que haya terminado el mejoramiento del Río Chíncha en su totalidad.

De ahora en adelante es importante seguir mejorando los lugares con capacidad de carga deficiente y diques que necesitan refuerzo, que no están incluidos en el presente estudio.

## 3) Problemas en el diseño y ejecución

### i) Periodo de ejecución de obras

La época seca en las áreas objeto del estudio corresponde a los meses de mayo a noviembre. En la práctica, es recomendable establecer un periodo de obras entre abril y diciembre. Hay que tener en cuenta que los Ríos Chíncha es río que presenta marcadas épocas de crecidas y de estiaje.

Asimismo, es importante ejecutar las obras tomando en cuenta el ciclo agrícola (para los detalles véase el Anexo-11 Consideraciones sociales y ambientales/Género, cláusula 2.1.5) como la siembra y la cosecha de cada cuenca, puesto que muchos de los sitios objeto se encuentran cerca de las tierras de cultivo. De esta manera, se puede minimizar el impacto sobre los habitantes locales que deben transportar las maquinarias agrícolas y los cultivos.

ii) Garantizar la estabilidad estructural de diques

En cada cuenca los materiales de los diques están constituidos por un suelo arenoso o suelo gravoso, de alta permeabilidad. Juzgando de las condiciones topográficas y geológicas, será difícil obtener materiales poco permeables.

En caso de construir un dique con materiales de relativamente alta permeabilidad, los posibles problemas en la seguridad del dique son: 1) Ruptura por filtración provocada por el arrastre de tierra y arena fina a causa de sufusión y, 2) Ruptura por deslizamiento a causa de una presión osmótica de la filtración.

Para garantizar la seguridad del dique, es necesario averiguar en el diseño detallado el peso cúbico unitario, resistencia y permeabilidad de los materiales de construcción del dique y determinar una configuración seccional apropiada mediante análisis de filtración y de ruptura por deslizamiento.

Lo importante en la ejecución de la obra es dar una compactación suficiente. Según las normas peruanas del cálculo vigentes, se establece que la compactación se hace con tractores, pero para una compactación con mayor solidez, es deseable el uso de equipos compactadores como los rodillos vibratorios. Para administrar las condiciones de compactación son importantes también los ensayos de densidad y granulometría. Es necesario reflejar dichos ítems en el cálculo del costo. (Véase el punto 3.3 Cálculo del costo directo y el punto 2.2 Costo de administración topográfica del Anexo-9 Plan de Ejecución de Obras y Estimación del Costo.)

iii) Reducción del costo de obras de protección de márgenes

El 80 % del costo directo de medidas de control de inundaciones en los tramos donde construir diques corresponde al costo de construcción de protección de márgenes. Además, el 45 % de dicho costo corresponde al costo de transporte de piedras de las canteras. En los lugares donde tienen protecciones de márgenes y espigones existentes, el re-uso de materiales de estas obras permitirá reducir el costo de obras.

iv) Balance entre la tierra para la construcción de los diques y la tierra excavada

Respecto al balance entre la tierra para la construcción de los diques y la tierra excavada, faltan 122.000 m<sup>3</sup> de tierra para la construcción de los diques en el Río Chincha. Los alrededores de los ríos se aprovechan como terrenos agrícolas, no hay otro remedio que depender la excavación en el lecho para obtener las tierras para la construcción de los diques. Para este caso, se pueden considerar las posibilidades de bajar algo de la altura de diques y de acelerar la socavación del lecho debido a su flujo rápido. Es importante seleccionar canteras adecuadas en el momento del diseño detallado.

v) Estructura del dique divisorio del Río Chincha

Respecto al dique divisorio a construir en un lugar para dividir el flujo entre el río Chincha y el Río Matagente, puesto que el dique existente está desplomado, es importante aclarar el mecanismo del desplome y elaborar un diseño detallado de instalaciones seguras. Inmediatamente curso arriba del dique divisorio está una obra de consolidación que igualmente se encuentra desplomada. El desplome se debe posiblemente a la inestabilidad estructural del concreto del dique, la socavación del cimiento y el impacto dado por el flujo mezclado de tierra y arena. Es deseable juzgar si es necesario el ensayo con un prototipo hidráulico y realizar el estudio de modelo, dependiendo de las necesidades, durante el diseño detallado para aclarar el fenómeno hidráulico.

Asimismo, hay que tener cuidado con la variación del lecho fluvial ya que la obra de consolidación ubicada curso arriba está casi llena de arena.

(3) Medidas no estructurales

1) Forestación y vegetación

El plan de forestación y recuperación vegetal está constituido por (i) plan a corto plazo, (ii) plan a mediano plazo (cuenca alta del Río Chincha), y (iii) plan a largo plazo. De estos, el presente Proyecto atiende únicamente al (i) plan a corto plazo.

Para promover las medidas de control de inundaciones, también es necesario diseñar e implementar los planes (ii) y (iii). No obstante, el plan a largo plazo (iii) incluye componentes cuya implementación requiere de largo tiempo y enorme monto de inversión. Mientras tanto, el plan a mediano plazo (ii) tiene un período de implementación de cuatro años, con una inversión de 29 millones de soles aproximadamente. Si bien es cierto que es un plan relativamente pequeño para implementarse como un proyecto, su viabilidad es alta. Además, en lo concerniente al plan de mediano plazo (ii), las comisiones de regantes ya han venido dialogando con los

productores agrícolas de la cuenca alta, tanto es así que una vez conseguido el presupuesto necesario, es relativamente fácil ponerlo en práctica. Por lo tanto, se considera importante invertir esfuerzos en asegurar los recursos requeridos para la implementación del plan de mediano plazo (ii) como un modelo que pueda ser replicado en otras cuencas, e ir materializando progresivamente el plan a largo plazo (iii).

## 2) Control de sedimentos y variación de lecho fluvial

### i) Plan de control de sedimentos

En cuanto al plan de control de sedimentos, la implementación de las medidas estructurales en la zona montañosa no solo requiere elevado monto de inversión, sino que además toma tiempo en manifestar sus efectos. La relación costo-eficiencia es baja porque existen pocos elementos que proteger en la zona montañosa. Desde el punto de vista del control de inundaciones, es más realista orientar los esfuerzos en la construcción de estructuras fluviales en el abanico aluvial (Río Chíncha) donde se concentran más los elementos a proteger.

Se recomiendan las siguientes medidas no estructurales para aliviar los daños de sedimentos. Estas medidas son más baratas en comparación con las medidas estructurales y son funcionales para defender la vida humana y el patrimonio mínimo necesario contra los desastres.

- \* Restricción mediante reglamentos de construir viviendas y tierras agrícolas
- \* Definición de los niveles de precipitación alarmantes de cada zona, con base en los datos de monitoreo de precipitación y construcción del sistema alerta temprana.
- \* Acumulación de información histórica de desastres y sensibilización y transmisión de conocimientos de prevención de desastres, con el uso de la información recabada.

### ii) Variación de lecho fluvial

Según los resultados del estudio local y análisis de datos numéricos sobre la variación de lecho fluvial, en principio no es necesario tomar urgentemente medidas de control de sedimentos en todos los ríos. Sin embargo, desde un punto de vista a largo plazo, se prevé una subida del lecho, provocando el deterioro de las funciones de control de inundaciones. Asimismo en los Río Chíncha, donde está planeada la construcción de instalaciones de control de sedimentos (dique con funciones decantadoras de arena) en

la cuenca alta, es importante verificar los efectos de dichas instalaciones.

De ahora en adelante es importante establecer un sistema de monitoreo de l levantamiento topográfico del canal fluvial y las socavaciones locales conforme a las características de la variación de lecho de cada río e ir acumulando datos básicos para una administración y mantenimiento apropiado de las funciones de control de inundaciones de los ríos.

(4) Educación de prevención de desastres/Desarrollo de capacidad

1) Medidas no estructurales para mitigar los daños de inundaciones

El caudal de inundaciones de diseño adoptado en el presente Estudio es el caudal con un período de retorno de 50 años, el cual se basa en los datos históricos de precipitaciones tomados del sistema de monitoreo. Sin embargo, debido a los fenómenos meteorológicos anormales y El Niño ocurridos en los últimos años, es muy posible que ocurran inundaciones extraordinariamente mayores que lo diseñado. Dada la dificultad de predecir este tipo de eventos, es difícil atenderlos únicamente con las medidas estructurales. Así, se considera importante planificar también las medidas no estructurales, tales como las actividades preventivas, simulacro de evacuación, preparación de los mapas de amenaza, etc., tener informada a la comunidad local sobre estas medidas y sensibilizarla.

2) Fomento de la prevención de desastres en la comunidad

Como complementar el proyecto constituido mayormente por medidas estructurales, es importante fomentar la prevención de desastres en la comunidad que estimula la participación comunitaria. Para que los miembros de la comunidad aumente el nivel de conciencia sobre auto-ayuda y ayuda mutua y como primer paso de la activación de una organización autónoma y preventiva de desastres comiencen actividades concretas bajo su propia iniciativa, será necesario sensibilizarlos y desarrollar actividades dedicando debido tiempo. Empezando por el componente de educación de prevención de desastres contemplado en el proyecto, es necesario establecer por iniciativa de las comisiones de regantes un sistema de prevención de desastres en la comunidad para mejorar los efectos del proyecto.

**5.2.2 Desafíos del control de inundaciones en el Perú hacia el futuro**

1) Plan maestro de control integral de inundaciones

En cuanto a las obras de control de inundaciones en el Área del Estudio, si bien es cierto que existen algunos tramos con diques, los ríos en su mayoría están desprotegidos y no se han tomado casi ninguna medida de control de inundaciones. Las

obras prioritarias que se proponen construir en el presente Proyecto siguen siendo parciales, y aún está lejos de decir que son medidas cabales y completas. Para las siguientes etapas es necesario elaborar un plan maestro de control integral de inundaciones que abarque todas las cuencas del país, y que incluyan no solo la protección de la agricultura, sino también las áreas urbanas, caminos, puentes, etc. e ir implementando progresivamente.

- 2) El organismo de contraparte peruana del presente Estudio ha sido el MINAG que es el organismo rector del sector agropecuario. Como tal, no es fácil que MINAG implemente un proyecto de prevención de desastres que abarque otros sectores. Con el fin de materializar el 1) es necesario cambiar el rol vigente de los ministerios para que pueda implementar las medidas de defensa contra las inundaciones de propósitos múltiples, o crear un nuevo organismo ejecutor. Se considera pertinente tomar las medidas cabales y completas a través de este organismo en materia del manejo de los ríos (manejo de diques, espigones, erosión ribereña, sedimentación de lecho, bocatomas, etc.)
- 3) En la actualidad no se tiene una clara demarcación entre las zonas fluviales y las propiedades privadas, y el horizonte agrícola se ha extendido en algunas zonas fluviales. Además, existen tramos que se han convertido en botaderos. De esta manera, no existe un esquema de gestión idónea de las zonas fluviales, siendo necesario reforzar el sistema legislativo pertinente y ejercer una gestión estricta.
- 4) Establecimiento de estaciones de monitoreo pluvial y de caudal

Para planear las medidas contra inundaciones es indispensable estimar el caudal e hidrograma de inundaciones como datos fundamentales. Para estimar dichos datos con buena precisión, es necesario contar con estaciones de monitoreo pluvial con una densidad suficiente en toda el área objeto del estudio y estaciones de monitoreo de caudal en los puntos clave a lo largo de los Ríos. En cuanto a estos datos de monitoreo, también se requiere tomar, sin falta, registros horarios para estimar el caudal e hidrograma de inundación arriba mencionados. Sin embargo, los datos disponibles en el área objeto del estudio han sido limitados. Por ejemplo, en la cuenca del Río Yauca (superficie: 4.312 km<sup>2</sup>), una de las cuencas objeto del estudio, existen 7 estaciones de monitoreo pluvial, de las cuales la operativa es solo una: estación de monitoreo Cora Cora 2. En lo que se refiere a los datos de monitoreo, existen sólo los datos de precipitaciones diarias y caudales diarios en las estaciones de monitoreo de todas las cuencas objeto del estudio, no encontrándose ningún dato horario.

De ahora en adelante para impulsar las medidas contra inundaciones en Perú, es



indispensable establecer una red de monitoreo de precipitaciones y caudal.

A tal efecto, será necesario elaborar un plan maestro sobre el establecimiento de red de monitoreo a nivel nacional y dentro del plan establecer las principales estaciones de monitoreo y llevar a cabo el monitoreo.

Para la elaboración de un plan maestro y el análisis de establecimiento de principales estaciones de monitoreo se comprenden los siguientes ítems:

- \* Revisión de datos monitoreados en las estaciones de monitoreo existentes
- \* Seleccionar las estaciones aceptables y no aceptables dentro de las existentes y digitalizar los datos disponibles
- \* Planeamiento de red de monitoreo y clasificación de las estaciones existentes y las proyectadas según el nivel de importancia
- \* Renovación de equipos de las estaciones existentes de acuerdo con su nivel de importancia
- \* Establecimiento de nuevas y principales estaciones de monitoreo
- \* Planteamiento de sistema transmisor de datos de monitoreo
- \* Planteamiento de sistema de registro y archivo de datos de monitoreo
- \* Planteamiento de sistema de administración y mantenimiento
- \* Llevar a cabo el monitoreo en dichas estaciones

Para ejecutar lo arriba mencionado, se puede clasificar todo el territorio peruano según el nivel de importancia y emprender gradualmente. Ante la ejecución, se podría contar con asistencia de otros países.

Actualmente los datos de monitoreo están bajo el manejo de SENAMHI y debería ponerlos al público periódicamente para la conveniencia de todos los usuarios.

