

Ministerio de Agricultura  
República de Perú

**ESTUDIO PREPARATORIO  
SOBRE EL  
PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y  
VULNERABLES ANTE INUNDACIONES  
EN  
LA REPÚBLICA DEL PERÚ**

**INFORME FINAL  
INFORME PRINCIPAL  
I-6 INFORME DE SOPORTE  
ANEXO-6 PLAN DE CONTROL DE  
SEDIMENTOS**

**Marzo de 2013**

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Yachiyo Engineering Co., Ltd.  
Nippon Koei Co., Ltd  
Nippon Koei Latin America – Caribbean Co., Ltd.







## ÍNDICE

1	Producción de sedimentos en las cuencas del área del Estudio.....	1
1.1	Colecta y elaboración de datos .....	1
1.2	Características de las cuencas .....	2
1.3	Situación de la producción de sedimentos .....	21
1.4	Cálculo de la producción de sedimentos.....	32
1.5	Identificación de zonas más erosionables .....	56
2	Plan de Control de Sedimentos .....	63
2.1	Lineamientos Básicos.....	63
2.2	Componente de Control .....	64
2.3	Volumen y costo de los proyectos por componente de control .....	70
2.4	Problemas en la implementación del plan de control de sedimentos .....	90
2.5	Recomendaciones.....	94

## RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1.2.1 Características de altitud de cada cuenca .....	2
Figura 1.2.2 Porcentaje de clasificación de pendientes en cada cuenca .....	3
Figura 1.2.3 Corte longitudinal de los ríos .....	4
Figura 1.2.4 Pendiente de lecho de río de cada cuenca .....	5
Figura 1.2.5 Clasificación de cuencas de acuerdo con la pendiente de lecho .....	5
Figura 1.2.6 Mapa de distribución de curvas (Cuenca del Chira) .....	11
Figura 1.2.7 Mapa distribución de curvas Cuenca de Cañete) .....	12
Figura 1.2.8 Mapa de distribución de curvas (Cuenca de Chincha) .....	13
Figura 1.2.9 Mapa de distribución de curvas (Cuenca de Pischo) .....	14
Figura 1.2.10 Mapa de distribución de curvas (Cuenca de Yauca) .....	15
Figura 1.2.11 Mapa de distribución de curvas (Cuenca de Camaná-Majes) .....	16
Figura 1.2.12 Superficie de volumen pluviométrico en cada cuenca .....	17
Figura 1.2.13 Relación entre pendiente y altitud en cada cuenca .....	18
Figura 1.2.14 Características de las Cuencas .....	21
Figura 1.3.1 Zonas de desprendimiento de bases andesítica o basáltica .....	22
Figura 1.3.2 Situación de la producción de sedimentos de rocas sedimentarias .....	22
Figura 1.3.3 Situación de la invasión de cactus .....	22
Figura 1.3.4 Situación de la erosión de las terrazas .....	22
Figura 1.3.5 Corte transversal de la Cuenca de Majes .....	24
Figura 1.3.6 Ubicación de la generación del aluvión .....	25
Figura 1.3.7 Situación alrededor del Km 60 .....	25
Figura 1.3.8 Situación de deposición de sedimentos en el río Cosos .....	25
Figura 1.3.9 Carretera rural (=local) que cruza el río Cosos .....	26
Figura 1.3.10 Situación de Ongoro .....	26
Figura 1.3.11 Situación de la deposición de sedimentos en el río San Francisco .....	26
Figura 1.3.12 Situación de río Jorón .....	26
Figura 1.3.13 Situación alrededor de la desembocadura del Km110 .....	26
Figura 1.3.14 Intersección del río Camaná y río Andamayo .....	26
Figura 1.3.15 Ubicación de la Estación Pluviométrica .....	27
Figura 1.3.16 Situación de la producción de sedimentos en situaciones ordinarias .....	29
Figura 1.3.17 Situación de la producción de sedimentos en épocas de lluvias con El Niño .....	29
Figura 1.3.18 Producción de sedimentos en grandes crecidas .....	30
Figura 1.3.19 Relación entre el volumen de producción de sedimentos y volumen de lluvias anual, 31	
Figura 1.4.1 Clasificación de cuencas de acuerdo con Strehler .....	32
Figura 1.4.2 Metodología de primalidad de las cuencas .....	32
Figura 1.4.3 Metodología para cálculo de volumen posible de transporte de sedimentos del lecho de río .....	33
Figura 1.4.4 Cálculo del volumen de producción de sedimentos dentro del área de tracción .....	33
Figura 1.4.5 Volumen anual de afluencia en la Presa Poechos y acumulación de sedimentos .....	37
Figura 1.4.6 Relación entre el volumen anual de afluencia y volumen de acumulación de sedimentos .....	37
Figura 1.4.7 Situación de la acumulación de sedimentos .....	38
Figura 1.4.8 Comparativo anual del volumen de sedimentos arrastrados .....	38
Figura 1.4.9 Estaciones pluviométricas cerca de la cuenca Chira .....	41
Figura 1.4.10 Relación entre el volumen anual de lluvias y volumen de acumulación de sedimentos .....	44
Figura 1.4.11 Relación entre máximo volumen de lluvias y volumen de acumulación de .....	44
Figura 1.4.12 Relación entre máximo volumen de lluvias y volumen de acumulación de sedimentos .....	44
Figura 1.4.13 Volumen de lluvias y volumen de afluencia anual .....	45
Figura 1.4.14 Volumen de afluencia y volumen de acumulación de sedimentos anual .....	45
Figura 1.4.15 Relación entre el volumen de afluencia y volumen de acumulación de sedimentos .....	45

Figura 1.4.16 Relación entre volumen de lluvias y volumen de acumulación de sedimentos anual	45
Figura 1.4.17 Volumen de sedimentos arrastrados en 1 km <sup>2</sup> por 1mm de lluvias	47
Figura 1.4.18 Relación entre pendientes y la profundidad de la erosión anual	47
Figura 1.4.19 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Cañete	51
Figura 1.4.20 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Chíncha	52
Figura 1.4.21 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Pisco	53
Figura 1.4.22 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Yauca	54
Figura 1.4.23 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Camaná-Majes	55
Figura 1.5.1 Mapa de características de erosión en Chira	57
Figura 1.5.2 Mapa de características de erosión en Cañete	58
Figura 1.5.3 Mapa de características de erosión en Chíncha	59
Figura 1.5.4 Mapa de características de erosión en Pisco	60
Figura 1.5.5 Mapa de características de erosión en Yauca	61
Figura 1.5.6 Mapa de características de erosión en Camaná-Majes	62
Figura 2.2.1 Concepto de las medidas contra el arrastre de sedimentos	64
Figura 2.2.2 Ejemplo típico de construcción en laderas	66
Figura 2.2.3 Estructuras típicas de obras de contención de laderas	66
Figura 2.3.1 Plano de obras de protección de márgenes	70
Figura 2.3.2 Plano de bandas	71
Figura 2.3.3 Factor de corrección de arrastre	72
Figura 2.3.4 Plano de obras de medidas en la cuenca Chira	82
Figura 2.3.5 Plano de obras de medidas en la cuenca Cañete	83
Figura 2.3.6 Plano de obras de medidas en la cuenca Chíncha	84
Figura 2.3.7 Plano de obras de medidas en la cuenca Pisco	85
Figura 2.3.8 Plano de obras de medidas en la cuenca Yaura	86
Figura 2.3.9 Plano de obras de medidas en la cuenca Camana-Majes	87
Figura 2.3.10 Resultado de análisis 1	89
Figura 2.3.11 Mapa de localización de Presa Plantanal	89
Figura 2.4.1 Evolución poblacional de las provincias pertinentes a las cuencas	92
Figura 2.4.2 Evolución de la población rural en las provincias pertinentes a las cuencas	92

## RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1.1.1 Cuadro de datos recolectados	1
Tabla 1.2.1 Características de la altitud de cada cuenca	2
Tabla 1.2.2 Porcentaje de áreas de clasificación de pendientes en cada cuenca	3
Tabla 1.2.3 Pendiente de lecho de cada cuenca	5
Tabla 1.2.4 Cuadro general de la vegetación característica en las cuencas de Cañete, Chíncha, Pisco y Yauca	6
Tabla 1.2.5 Cuadro general de la vegetación en la Cuenca de Chira	7
Tabla 1.2.6 Condiciones geológicas favorables a la ocurrencia de desastre por arrastre de	8
Tabla 1.2.7 Áreas de volumen pluviométricos anuales en cada cuenca	17
Tabla 1.2.8 Relación entre pendientes y altitudes en cada cuenca	19
Tabla 1.2.9 Relación entre el área y altitud de cada cuenca	20
Tabla 1.3.1 Generación del aluvión en la aguas arriba del río de Majes	24
Tabla 1.3.2 Lista de Estación Pluviométrica para verificar la precipitación	27
Tabla 1.3.3 Probabilidad de precipitación de cada Estación Pluviométrica y la mayor cantidad de precipitación por días en 1998	27
Tabla 1.4.1 Volumen de sedimentos con probabilidad de arrastre, y ancho y profundidad de volumen de sedimentos producidos	34
Tabla 1.4.2 Volumen posible de arrastre de cada cuenca	35
Tabla 1.4.3 Estación pluviométrica de la cuenca del río Chira	39
Tabla 1.4.4 Periodo de medición utilizado en las estaciones medidoras	42
Tabla 1.4.5 Detalles de la composición del volumen de lluvias	42
Tabla 1.4.6 Área de la cuenca de la Presa Poechos	42
Tabla 1.4.7 Volumen de afluencia, acumulación de sedimentos y lluvias en la Presa Poechos	43

Tabla 1.4.8 Ponderación de la profundidad de erosión por inclinación de la pendiente.....	47
Tabla 1.4.9 Volumen de arrastre de sedimentos por 50mm de lluvia .....	47
Tabla 1.4.10 Diferencias en el volumen de arrastre de sedimentos de acuerdo con la Geología .....	47
Tabla 1.4.11 Volumen comparativo de arrastre en las cuatro cuencas.....	49
Tabla 1.4.12 Condiciones de capacidad de entrada de cada río.....	49
Tabla 1.4.13 Volumen de sedimentos calculados por el método de volumen de arrastre .....	50
Tabla 1.4.14 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Cañete .....	51
Tabla 1.4.15 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Chincha .....	52
Tabla 1.4.16 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Pisco.....	53
Tabla 1.4.17 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Yauca.....	54
Tabla 1.4.18 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Camaná-Majes .....	55
Tabla 1.4.19 Volumen de producción de sedimentos en cada cuenca .....	56
Tabla 1.5.1 Clasificación de la erosión.....	56
Tabla 1.5.2 Características de la erosión en cada cuenca .....	56
Tabla 2.1.1 Lineamientos básicos del componente control de sedimentos .....	64
Tabla 2.2.1 Clasificación de medidas contra el arrastre de sedimentos.....	65
Tabla 2.2.2 Aplicabilidad de las medidas de control de sedimentos en el área objeto .....	65
Tabla 2.3.1 Estimación de costos de obras protección de márgenes .....	70
Tabla 2.3.2 Estimación de costos de obras de bandas .....	71
Tabla 2.3.3 Condiciones para el cálculo de volumen de sedimentos.....	71
Tabla 2.3.4 Número y estimación de costos de presas de control de sedimentos.....	73
Tabla 2.3.5 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos de cada cuenca (Cuenca de Chira) .....	75
Tabla 2.3.6 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos en cada cuenca (Cuenca Cañete).....	76
Tabla 2.3.7 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos en cada cuenca (Cuenca Chincha).....	77
Tabla 2.3.8 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos en cada cuenca (Cuenca Pisco) .....	78
Tabla 2.3.9 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos en cada cuenca (Cuenca Yauca) .....	79
Tabla 2.3.10 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos en cada cuenca (Cuenca Camaná-Majes).....	80
Tabla 2.3.11 Resultados de los análisis de la variación de lecho.....	88
Tabla 2.4.1 Costo estimado para cada cuenca .....	89
Tabla 2.4.2 Población en la sierra y en el abanico aluvial .....	91
Tabla 2.4.3 Clasificación de las áreas de protección ambiental .....	93
Tabla 2.4.4 Restricciones en áreas de protección ambiental manejadas por el país .....	93
Tabla 2.5.1 Número de ocurrencias de desastres en el Perú.....	96

# 1 Producción de sedimentos en las cuencas del área del Estudio

## 1.1 Colecta y elaboración de datos

### (1) Organización de colecta de material

Con el objeto de evaluar la producción de sedimentos en las cuencas área del proyecto, fueron recolectados los siguientes materiales.

**Tabla 1.1.1 Cuadro de datos recolectados**

Información recopilada	Año	Formato	Institución
Planos Cartográficos (S=1/50,000)	2003	Shp	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN)
Planos Geológicos (S=1/100,000)	2007	Shock Wave	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
DEM 30x30 Digital Elevation Model	2008	GEO TIFF	Nacional Aeronautics and Space Administration (NASA)
Información de ríos	2008	SHP	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN)
Información de cuencas	2010	SHP	Autoridad Nacional del Agua (ANA)
Planos de isoyetas	1965-74	PDF	ANA
Plano de clasificación de Erosión	1996	SHP	Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)
Plano de clasificación de Suelos	1996	SHP	Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)
Plano de cobertura vegetal	2000 1995	SHP Año 2000 PDF Año 1995	Dirección General de Flora y Fauna Silvestre (DGFFS)
Información pluviométrica		Text	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)
Mapa de distribución poblacional	2007	SHP	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

### (2) Elaboración de datos para evaluación

Los siguientes datos fueron elaborados a partir de los datos recolectados. Estos datos serán incluidos al final.

- Mapa hidrológico
- Mapa de cuencas hidrográficas (zonificación por cuencas de tercer orden)
- Mapa geológico y hidrográfico
- Mapa de erosión y mapa hidrográfico
- Mapa de zonificación de vegetación - año 2000
- Mapa de zonificación de vegetación - año 1995
- Mapa geológico y pendiente de lecho
- Mapa de zonificación hidrológica y pendiente de lecho
- Mapa de zonificación de suelo y mapa hidrológico
- Curva de precipitaciones
- Mapa de clasificación poblacional

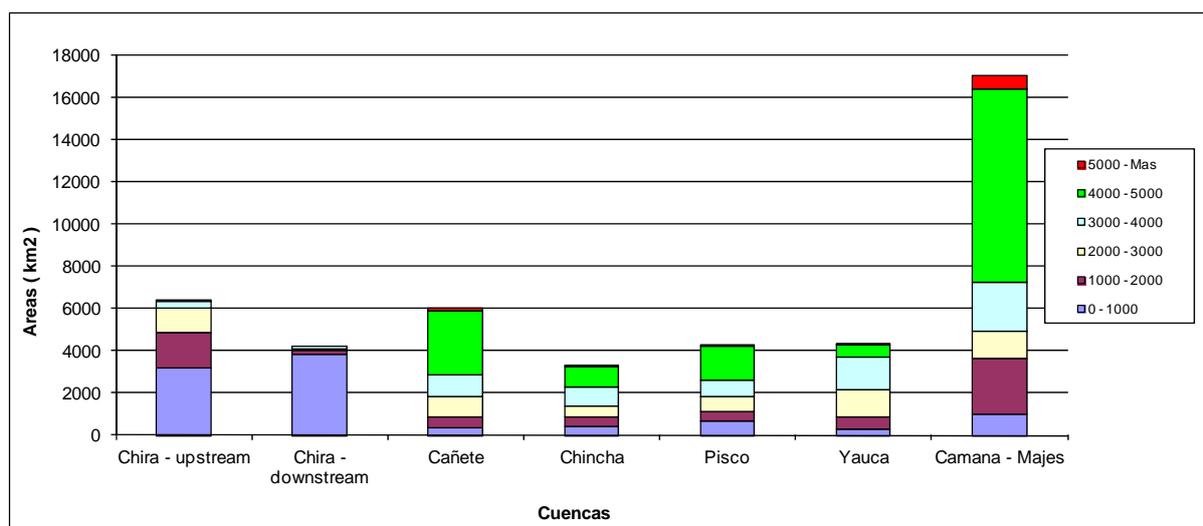
## 1.2 Características de las cuencas

A seguir presentamos una descripción de las cuencas objeto del Estudio. La Cuenca de Chira ha sido clasificada en cuenca alta y cuenca baja de acuerdo con los criterios de la presa de Poechos.

### (1) Altitud

La distribución de altitud de cada cuenca se muestra en la Figura 1.2.1 y en la Tabla 1.2.1. La cuenca de Cañete y Camaná-Majes muestran porcentajes elevados de altitudes superiores a los 4,000m. Estas altitudes presentan una topografía menos accidentada con muchos nevados y lagunas. Las cuencas de Cañete y Camaná-Majes poseen extensas áreas en estas condiciones y cuenta con más fuentes de agua y por lo tanto mayor volumen de flujo de agua, comparada a otras cuencas. Sobre todo en la cuenca de Camaná-Majes, el 53% del área está ubicado entre 4,000 a 5,000 msnm. La Cuenca de Chira tiene más porcentaje de zonas entre los 0-1,000m.

**Figura 1.2.1 Características de altitud de cada cuenca**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA basado en los datos de la NASA

**Tabla 1.2.1 Características de la altitud de cada cuenca**

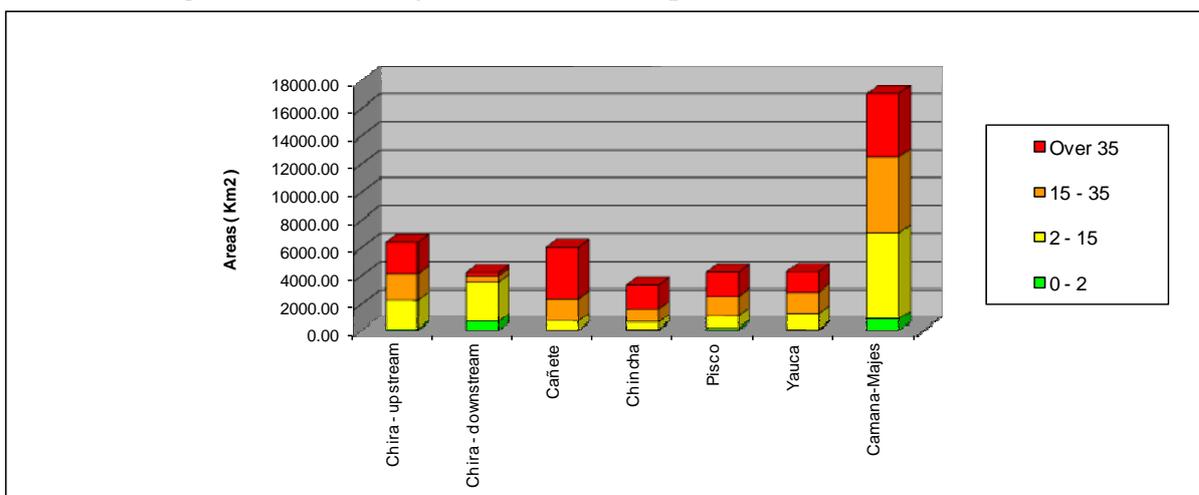
Altitud (msnm)	Área (Km <sup>2</sup> )						
	Chira aguas arriba	Chira aguas abajo	Cañete	Chincha	Pisco	Yauca	Camaná Majes
0 - 1000	3262.43	3861.54	381.95	435.6	694.58	332.79	1040.56
1000 - 2000	1629.48	207.62	478.2	431.33	476.7	575.82	2618.77
2000 - 3000	1153.61	43.24	1015.44	534.28	684.78	1302.58	1277.54
3000 - 4000	313.74	156.11	1012.58	882.39	760.47	1504.8	2305.64
4000 - 5000	0.22	0.00	3026.85	1019.62	1647.8	602	9171.56
5000 - Mas	0.00	0.00	108.95	0.67	6.19	0.55	635.44
<b>TOTAL</b>	<b>6359.48</b>	<b>4268.51</b>	<b>6023.97</b>	<b>3303.89</b>	<b>4270.52</b>	<b>4318.54</b>	<b>17049.51</b>
Max Altitude		4110.00	5355.00	5005.00	5110.00	5060.00	5251.00

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA basado en los datos de la NASA

## (2) Zonificación de pendientes

Fueron preparadas zonificaciones de pendientes para cada cuenca. La Figura 1.2.2 y la Tabla 1.2.2 muestran el porcentaje de pendientes en cada cuenca. Con esto se observa que la topografía es más acentuada en las cuencas de Cañete, Chincha, Pisco, Yauca, Camaná-Majes y Chira, en este orden. Más de 50% del total de áreas con inclinaciones superiores a los 35° se encuentran en las cuencas de Cañete y Chincha. Mientras más fuerte la inclinación topográfica, más común es la ocurrencia de arrastre de sedimentos, por lo que se puede estimar que los arrastres ocurren con más frecuencia de acuerdo con el orden mencionado arriba.

**Figura 1.2.2 Porcentaje de clasificación de pendientes en cada cuenca**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA basado en los datos de la NASA

**Tabla 1.2.2 Porcentaje de áreas de clasificación de pendientes en cada cuenca**

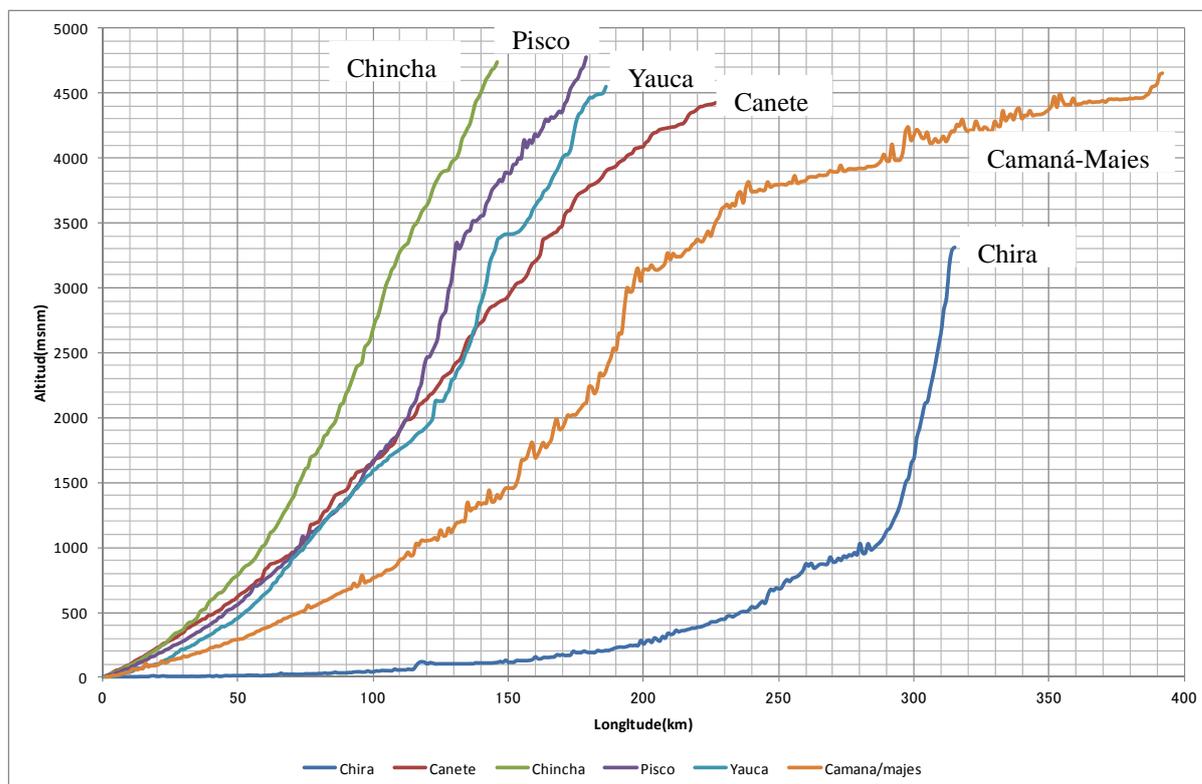
Slope Basin ( % )	Chira aguas arriba		Chira aguas abajo		Cañete		Chincha	
	Area(km2)	percentage	Area(km2)	Area(km2)	Area(km2)	percentage	Area(km2)	percentage
0 - 2	131.62	2%	651.28	90.62	36.37	1%	90.62	3%
2 - 15	2167.69	34%	2859.35	499.68	650.53	11%	499.68	15%
15 - 35	1852.79	29%	465.86	1019.77	1689.81	28%	1019.77	31%
Over 35	2237.64	35%	261.76	1693.82	3647.26	61%	1693.82	51%
TOTAL	6389.74	100%	4238.25	3303.89	6023.97	100%	3303.89	100%
Slope Basin ( % )	Pisco		Yauca		Camaná-Majes			
	Area(km2)	percentage	Area(km2)	percentage	Area(km2)	percentage		
0 - 2	168.57	4%	79.01	2%	869.75	5.1%		
2 - 15	947.86	22%	1190.19	28%	6210.54	36.4%		
15 - 35	1426.18	33%	1591.21	37%	5452.97	32.0%		
Over 35	1727.91	40%	1458.13	34%	4516.25	26.5%		
TOTAL	4270.52	100%	4318.54	100%	17049.51	100%		

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA basado en los datos de la NASA

### (3) Corte longitudinal del río

Los cortes longitudinales de los ríos se muestran en la Figura 1.2.3. Los cortes longitudinales de los ríos de las cuencas de Cañete, Chíncha, Pisco y Yauca son similares. Sin embargo, la longitud del río de la cuenca de Camaná-Majes es empinada hasta los 200km y a partir de 200km hasta lo 400km se vuelve plano. Por otro lado en la Cuenca de Chira es plano hasta los 300km y empinada a partir de ella.

Figura 1.2.3 Corte longitudinal de los ríos

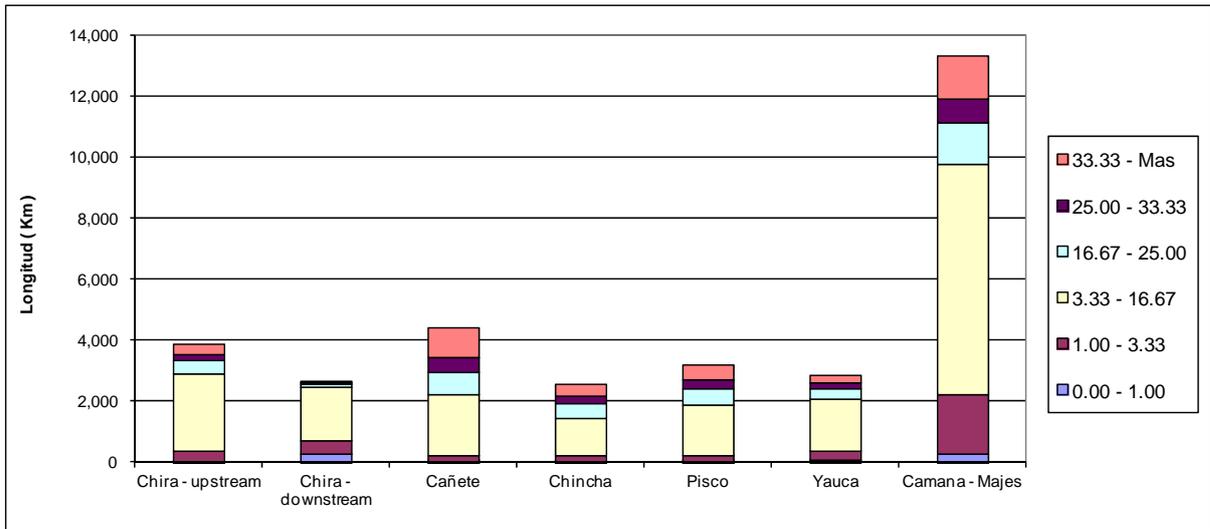


Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA basado en los datos de la NASA

### (4) Pendiente del lecho

Tal como se muestra en la, las quebradas pueden ser clasificadas en zonas de tracción y zonas de lodo, de acuerdo con la pendiente del lecho. La clasificación de la pendiente se muestra en la Figura 1.2.5 y la Tabla 1.2.3. En general, zonas que producen lodo se encuentran en quebradas con pendientes superiores a 1/3 y esta es más frecuente en la Cuenca de Cañete. El área que corresponde a las zonas de sedimentación presenta porcentajes más elevados en inclinaciones 1/30~1/6. Esto indica que en todas las cuencas el volumen de regulación del lecho de los ríos es elevado.

**Figura 1.2.4 Pendiente de lecho de río de cada cuenca**



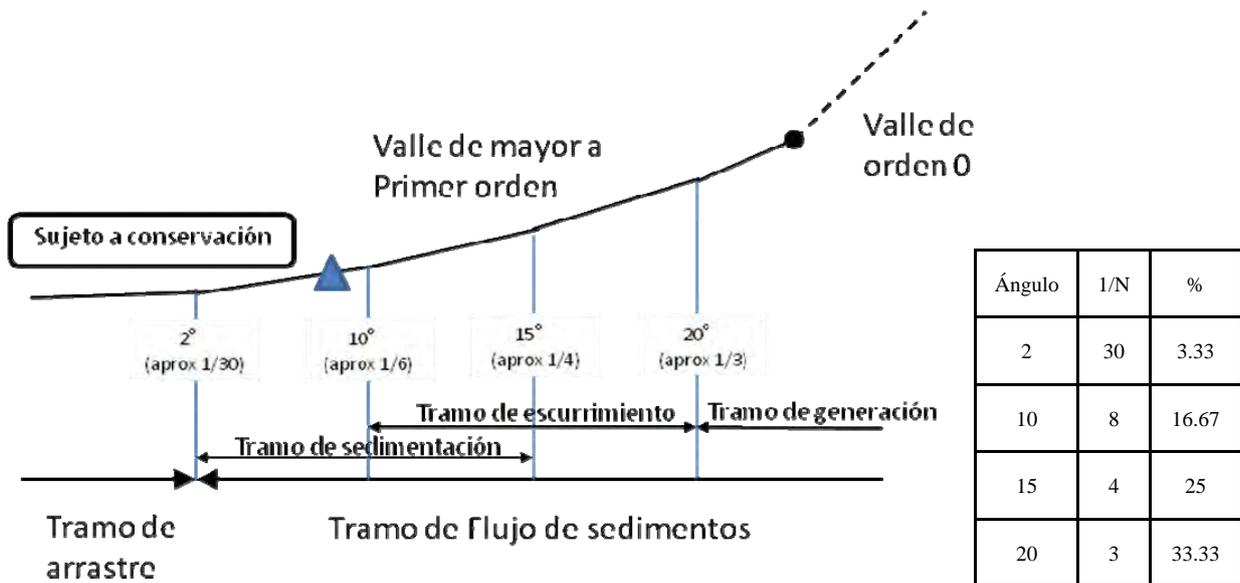
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA basado en los datos de la NASA

**Tabla 1.2.3 Pendiente de lecho de cada cuenca**

Slope River ( % )	Chira aguas arriba	Chira aguas abajo	Cañete	Chincha	Pisco	Yauca	Camaná Majes
0.00 - 1.00	6.00	233.34	12.82	5.08	12.15	39.13	263.45
1.00 - 3.33	345.77	471.67	173.88	177.78	165.05	312.82	1953.19
3.33 - 16.67	2534.14	1751.16	1998.6	1250.82	1683.15	1687.19	7511.73
16.67 - 25.00	435.46	97.84	753.89	458.76	519.64	352.42	1383.17
25.00 - 33.33	201.72	37.51	467.78	255.98	291.84	185.78	761.15
33.33 - Mas	318.46	42.72	975.48	371.8	511.76	226.92	1425.65
TOTAL	3841.55	2634.24	4382.45	2520.22	3183.59	2804.26	13298.34

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA basado en los datos de la NASA

**Figura 1.2.5 Clasificación de cuencas de acuerdo con la pendiente de lecho**



**(5) Vegetación (tomada del Anexo 7)**

**(a) Cuencas de Cañete, Chincha, Pisco y Yauca**

De acuerdo con el análisis del Mapa de Vegetación de 1995, las cuencas de Cañete, Chincha, Pisco y Yauca se extienden desde la costa hasta la cordillera de los Andes pero la distribución vegetal presenta características distintas de acuerdo con la altitud. Desde la costa hasta altitudes cerca a los 2,500m (Cu,Dc) la vegetación es escasa y excepto a las orillas de los ríos, predominan las zonas de escasa vegetación con pastizales y cactus, cuando no inexistente; y aún en zonas más altas, solamente se encuentran algunos arbustos. A partir de los 2,500m hasta los 3,500m de altitud se encuentran bosques debido a mejores condiciones pluviométricas, pero altitudes más elevadas a estas no favorecen el crecimiento de vegetación debido a las bajas temperaturas. Aún en zonas arborizadas, la vegetación no presenta una altura más elevada a los 4m. Sin embargo, en las zonas desérticas existen bosques con árboles altos a lo largo de los ríos. Prácticamente no se encuentra ninguna vegetación en la zona correspondiente a Ms, ni gramíneas ni arbustos. Como casi no llueve, tampoco no hay mucha erosión; sin embargo, en la ocurrencia de lluvias se estima que el volumen erosionado debe ser significativo.

**Tabla 1.2.4 Cuadro general de la vegetación característica en las cuencas de Cañete, Chincha, Pisco y Yauca**

Símbolo	Zona de vida	Altitud	Precipitación	Vegetación representativa
1)Cu	Terrenos de Cultivos costeros	Costa	Casi nula.	Cultivos costeros
2)Dc	Desierto costero	0~1,500msnm	Casi nula, hay zonas de neblinas.	Casi nula, existen lomas con vegetación
3)Ms	Matorral seco	1,500~3,900msnm	120~220mm	Cactáceas y herbáceas
4)Msh	Matorral subhúmedo	Norte-centro: 2,900~3,500msnm Interandina 2,000~3,700mnsnm	220~1,000mm	Arbustos perennes, no mayor de 4m de alto
5)Mh	Matorral húmedo	Norte: 2,500~3,400msnm Sur 3,000~3,900msnm	500~2,000mm	Arbustos perennes, menos de 4m de alto
6)Cp	Césped de puna	Alrededor de 3,800mnsnm	Sin descripción	Gramíneas
7)Pj	Pajonal	3,200~3,300msnm Centro-Sur hasta 3,800msnm	Zona sur de poca precipitación: menor de 125mm Vertientes orientales: mayor de 4,000mm	Gramíneas
8)N	Nevados		—	—

Fuente : Elaborada por el Equipo de JICA a base del Mapa Forestal.

**(b) Cuenca Camaná-Majes**

Según el Cuadro de Clasificación de la vegetación de 1995, la distribución de la vegetación es casi similar a los que se han mencionado arriba. Las diferencias representativas de la Cuenca de Camaná y las otras 4 Cuencas son tres: i) no tienen Cultivos costeros (Cu), ii) Existen Lomas (Lo), iii) existen Bofedales (Bf).

La explicación de la vegetación que existe en la Cuenca del río Camaná-Majes y que no están clasificados en las otras 4 cuencas (a) se mencionará a continuación.

(i) Lo : Lomas1

Se extiende desde 0 a 1,000msnm. Se distribuye desde el desierto costero del norte del Perú hasta Chile. En época de invierno (mayo a setiembre) la neblina proveniente del mar permite el desarrollo de comunidades de plantas. Se caracteriza por las especies predominantes como *Tillandsia spp*, la tara (*Caesalpinia spinosa*), la flor de amancaes (*Ismene amancae*), cactus (*Haageocereus spp.*), trébol (*Oxalis spp.*), papa silvestre (*Solanum spp*) entre otros. Por otro lado, el área del desierto costero es de 11% del territorio peruano, 2,000Km a lo largo de la costa de norte a sur, además el área es de 14,000Km<sup>2</sup> No se pudo encontrar el área de las lomas costeras de la cuenca en estudio.

(ii) Bf : Bofedales2

Se extiende desde los 3,900 a 4,800 msnm, cuya topografía está dada en terrenos planos, por laderas suaves o con ligeras depresiones. Se dan en lugares donde la napa freática es superficial, donde hay presencia de manantiales y tienen un permanente suministro de agua todo el año, ya sea por escorrentías que vienen de los nevados o porque ahí afloran manantiales. Se caracteriza por las especies predominantes como champa (*Distichia muscoides*), sillu - sillu (*Alchemilla pinnata*), libro-libro (*Alchemilla diplophylla*), chillihua (*Festuca dolichophylla*), crespillos (*Calamagrostis curvula*), tajlla (*Lilecopsis andina*), sora (*Calamagrostis eminens*), ojho pilli (*Hipochoeris stenocephala*) entre otros. Estas plantas son de bajos tamaños, y los camélidos americanos (llama, alpaca, vicuña y guanaco) se alimentan de ella.

**(c) Cuenca de Chira**

De acuerdo con los análisis y por el mapa de vegetación de 1995, la Cuenca de Chira, diferentemente de las otras 4 cuencas, cuenta con numerosos bosques de xerofitos. Al interior de la cuenca se encuentran tres tipos de bosques de xerofitos: i) Bosques xerofitos de la sabana (Bs sa), ii) xerofitos en mesetas (Bs co) y iii) xerofitos de montaña (Bs mo) y sus características son determinadas de acuerdo con la altitud. (Ver Tabla 1.2.5). La principal especie de la sabana es el algarrobo (*Prosopis pallida*) y en estos bosques se alternan grandes árboles con arbustos. Las especies que componen los xerofitos de las mesetas y montaña son casi las mismas y compuesto mayormente de caducifolios, cuyos ejemplares pueden llegar a los 12m. Como la napa freática es alta en el margen de los ríos, existe vegetación perenne cuyos ejemplares pueden llegar a diámetros de más de 10cm. Los bosques de xerofitos se encuentran en áreas condiciones naturales

---

<sup>1</sup> (Fuente1) Proyecto Atiquipa  
<http://www.lomasdeatiquipa.com/lomas.htm>

(Fuente 2) Plan Maestro de la Reserva Nacional de Lomas de Lachay (2003 – 2007)  
[http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/publicaciones/RN\\_Lachay/Plan\\_maestro\\_2003-2007\\_RN%20Lachay.pdf](http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/publicaciones/RN_Lachay/Plan_maestro_2003-2007_RN%20Lachay.pdf)

<sup>2</sup> (Fuente1) Cosecha de agua, Una práctica ancestral. Manejo sostenible de las praderas naturales, DESCO (Centro de Estudio y Promoción de desarrollo)

HP : <http://www.descosur.org.pe/publicaciones/Manual004.pdf>

HP : <http://www.desco.org.pe/quienessomos.shtml>

(Fuente) Monografía: Biodiversidad del Valle del Colca (Arequipa), Wilmer Paredes

HP:<http://www.monografias.com/trabajos53/biodiversidad-colca/biodiversidad-colca2.shtml>

muy severas por lo que una vez degradada, su recuperación es muy difícil. Los bosques húmedos en altitudes elevadas tienen especies variadas pero su altura raramente es superior a los 10m.

**Tabla 1.2.5 Cuadro general de la vegetación en la Cuenca de Chira**

Símbolo	Zona de vida	Altitud	Precipitación	Vegetación típica
1)Bs sa	Bosque seco tipo sabana	0~500msnm	160~240mm	Bosque de algarrobo (perennifolio), ascendiendo la altitud, aparecen los árboles caducifolios y cactáceas.
2)Bs co	Bosque seco de colinas	400~700msnm	230~1,000mm	Casi similar al bosque seco de montañas.
3)Bs mo	Bosque seco de montañas	500~1,200msnm	230~1,000mm	Constituido principalmente con árboles caducifolios, que conforman bosque de 12m de alto.
4)Bh mo	Bosque húmedo de montañas	Hasta 3,200msnm en la Amazonía alta hasta la zona norte. En la vertiente oriental de la zona centro-sur hasta 3,800msnm.	Se desarrollan bosques de neblina debido a la frecuencia de neblinas.	Abundante vegetación conformada con árboles grandes de unos 10m, palmeras de 2-4m y hierbas.

Además de estas zonas, existen el desierto costero (Dc, Cu), el Matorral subhúmedo (Msh) y el Matorral húmedo.

Fuente: Elaborada por el Equipo de JICA a base del Mapa Forestal.

## (6) Geología

La Tabla 1.2.6 muestra los tipos de suelos organizados de acuerdo con ejemplos de arrastre de sedimentos que ocurren en Japón. Con esto queda claro que estos son más comunes en áreas con rocas volcánicas, tierras andesíticas y basálticas y lutitas terciarias. Estas formaciones geológicas están ampliamente distribuidas en todas las cuencas objeto, por lo que podemos decir que las condiciones geológicas favorecen la ocurrencia de arrastre de sedimentos. A seguir se describen las características geológicas de cada cuenca

**Tabla 1.2.6 Condiciones geológicas favorables a la ocurrencia de desastre por arrastre de sedimentos**

Lugar de ocurrencia		Tipo de roca
Hokkaidou	Monte Usu (Río Ousu)	Roca volcánica, Lava
	(Río Nishiyama, Río Kousu)	Ceniza volcánica
Prefectura de Iwate	Monte Iwaki (Río Kurasagawa)	Andesita, lava
Prefectura de Tochigi	Monte Akanagi (Río Arasaka,)	Andesita, toba calcárea
Prefectura de Niigata	Hiramaru	Pizarra de la época Terciaria
	Monte Ino	Pizarra de la época Terciaria
Prefectura de Nagano	Yakedake (Río Kamikamihori)	Andesita, lava
	(Río Nigorikawa)	Granito
Prefectura de Gifu	Prefectura de Gifu	Granito
Prefectura de Hyougo	Isla de Shoudojima	Granito
Prefectura de Kumamoto	Amakusa	Roca Sedimentaria de la Edad Media
Kagoshima	Sakurajima (Río Nojiri)	Roca volcánica

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

### (a) Cuenca de Chira

Abajo de la Presa Poechos, se encuentran depósitos aluviales. Corriente arriba al este de la Presa de Poechos, se encuentran rocas volcánicas del periodo cretácico y estas rocas volcánicas corresponden al

32% de la superficie del área de captación en el Perú. A este de la cuenca se encuentran rocas basálticas y dioritas, que representan el 18% de la superficie del área de captación del lado peruano. Las pendientes en estas zonas son bastante pronunciadas, superiores a los 35 grados. Al lado oeste se encuentran rocas sedimentarias del periodo cretácico.

**(b) Cuenca de Cañete**

En esta cuenca objeto de análisis se encuentran distribuidos diversos estratos aluviales. A una distancia de 15km~ 30km desde el estuario se encuentran granodioritas. En altitudes de 1,000~2,000m se encuentran dioritas y entre los 2,000~4,000m se encuentran granodioritas y rocas sedimentarias. A partir de los 4,000m de altitud, se encuentran rocas sedimentarias del mesozoico y del cenozoico. En altitudes elevadas las pendientes son más suaves, con 447 lagunas naturales. Gran parte de estas lagunas fueron formadas a partir de la erosión topográfica por el deshielo o por sedimentación glaciaria pero algunas fueron conformadas por cerramiento del río.

**(c) Cuenca de Chincha**

Hasta los 1,000m se encuentran aluviones. Entre los 1,000 y 3,000m de altitud se encuentran granitos y granodioritas. De los 3,000m hasta los 4,000m se encuentran granodioritas y rocas sedimentarias del mesozoico. A partir de los 4,000m de altitud, se encuentran rocas sedimentarias del mesozoico y del cenozoico.

**(d) Cuenca de Pisco**

Hasta los 1,000m se encuentran aluviones. Entre los 1,000 y 3,000m de altitud se encuentran granitos y granodioritas. De los 3,000m hasta los 4,000m se encuentran rocas sedimentarias del mesozoico. A partir de los 4,000m de altitud, se encuentran rocas sedimentarias del cenozoico.

**(e) Cuenca de Piura**

Hasta los 1,000m se encuentran aluviones. Entre los 1,000 y 3,000m de altitud se encuentran granitos y granodioritas. De los 3,000m hasta los 4,000m se encuentran rocas sedimentarias del mesozoico. A partir de los 4,000m de altitud, se encuentran rocas basálticas.

**(f) Cuenca de Camaná-Majes**

Hasta 1,000m de altitud se distribuye el terreno aluvial. Por otro lado, entre 1,000 a 4,000m se distribuyen las rocas sedimentarias, rocas basálticas y granodioritas del periodo mesozoico. A partir de los 4,000m se distribuye las rocas sedimentarias del periodo mesozoico. Entre las altitudes de 1,000 a 4,000 se ubica el Cañón de Colca, es uno de los cañones más profundos del planeta.

**(7) Precipitaciones**

A partir de los datos de precipitaciones en el periodo de 1965 a 1974 recolectados por el SENAMHI se elaboró un gráfico de la curva de distribución pluvial para confeccionar los gráficos de distribución para

cada cuenca (Ver **Figura 1.2.6** A Figura 1.2.10) ). Abajo se muestran las características del régimen de precipitaciones en cada cuenca.

Cuenca del Chira: La precipitación anual en las áreas de inundación a ser analizado es de 0~200mm. La precipitación anual en el área a este, con altitudes superiores a 2,000m es de 750~1,000mm.

Cuenca de Cañete: La precipitación anual en las áreas de inundación a ser analizado es de 0~25mm. La precipitación anual en el área al norte con altitudes de 4.000m es de 750~1,000mm.

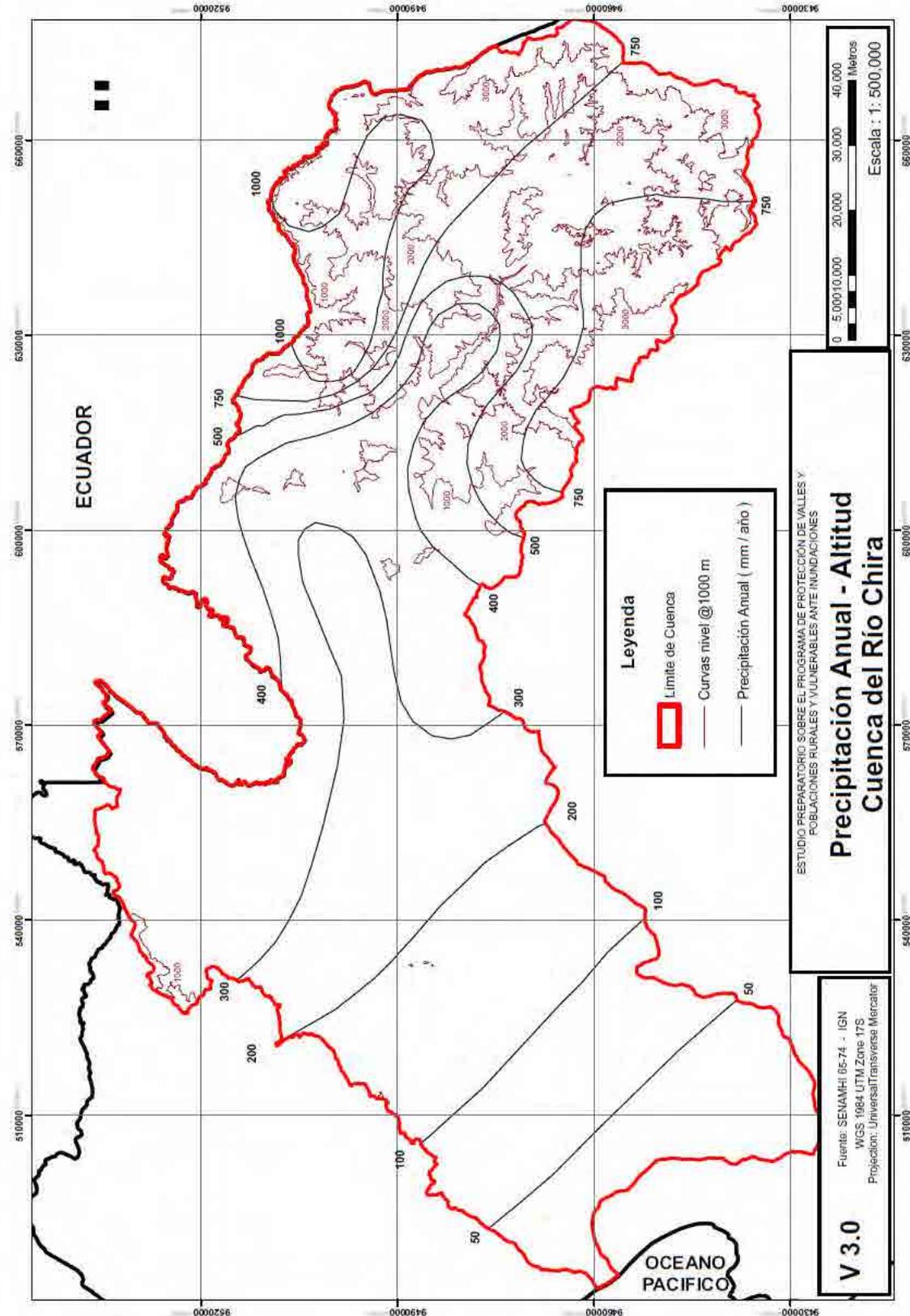
Cuenca de Chincha: La precipitación anual en las áreas de inundación a ser analizado es de 0~25mm. La precipitación anual en el área a este con altitudes de 4,000m es de 500~750mm.

Cuenca de Pisco: La precipitación anual en las áreas de inundación a ser analizado es de 0~25mm. La precipitación anual en el área a este con altitudes de 4,000m es de 500~750mm.

Cuenca de Yauca: La precipitación anual en las áreas de inundación a ser analizado es de 0~25mm. La precipitación anual en el área a este con altitudes de 4,000m es de 500~750mm.

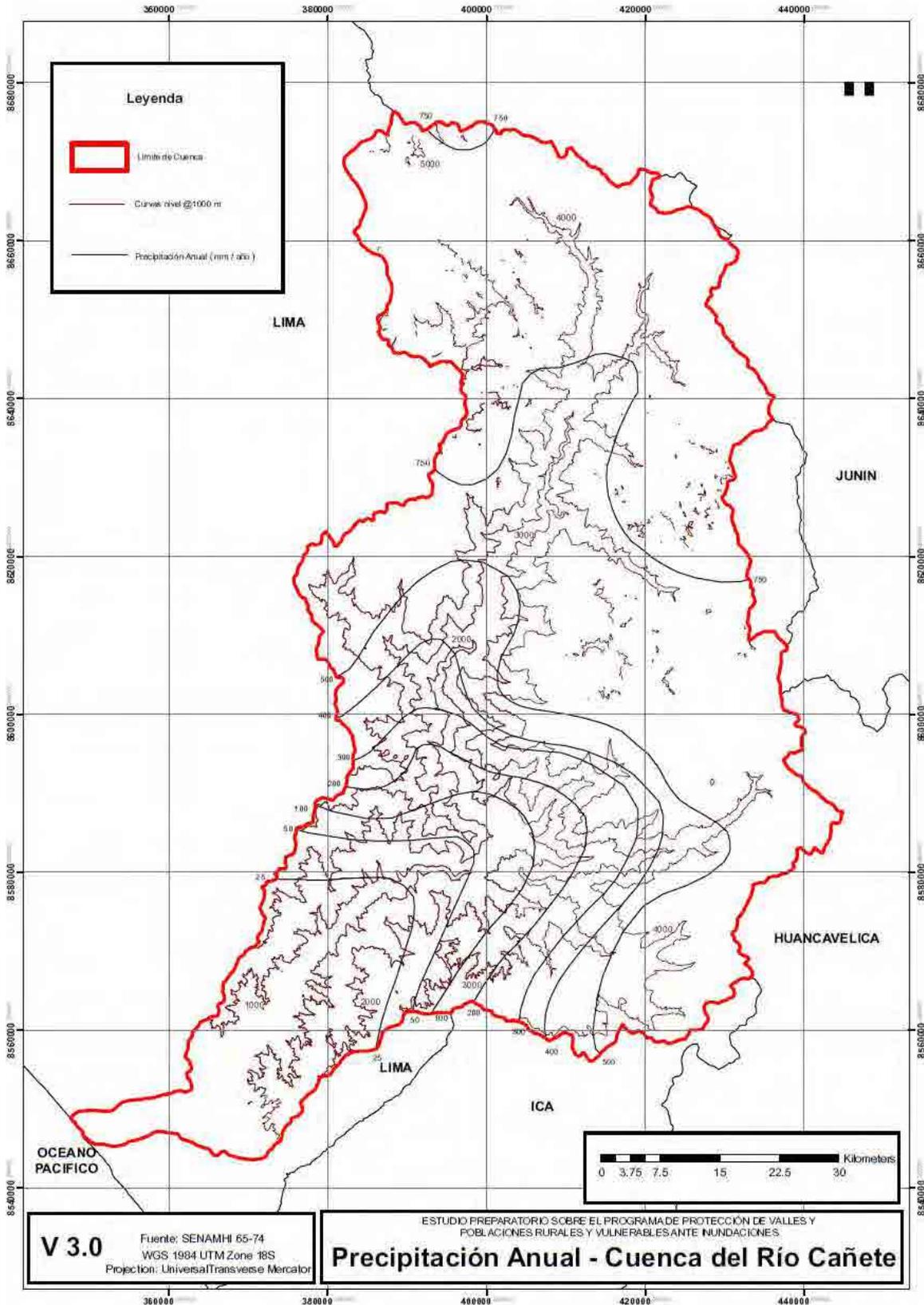
Cuenca de Camaná-Majes: La precipitación anual en las áreas de inundación a ser analizado es de 0~50mm. La precipitación anual en el área al norte con altitudes entre 3,000~4,000m es de 500~750mm.

Figura 1.2.6 Mapa de distribución de curvas (Cuenca del Chira)



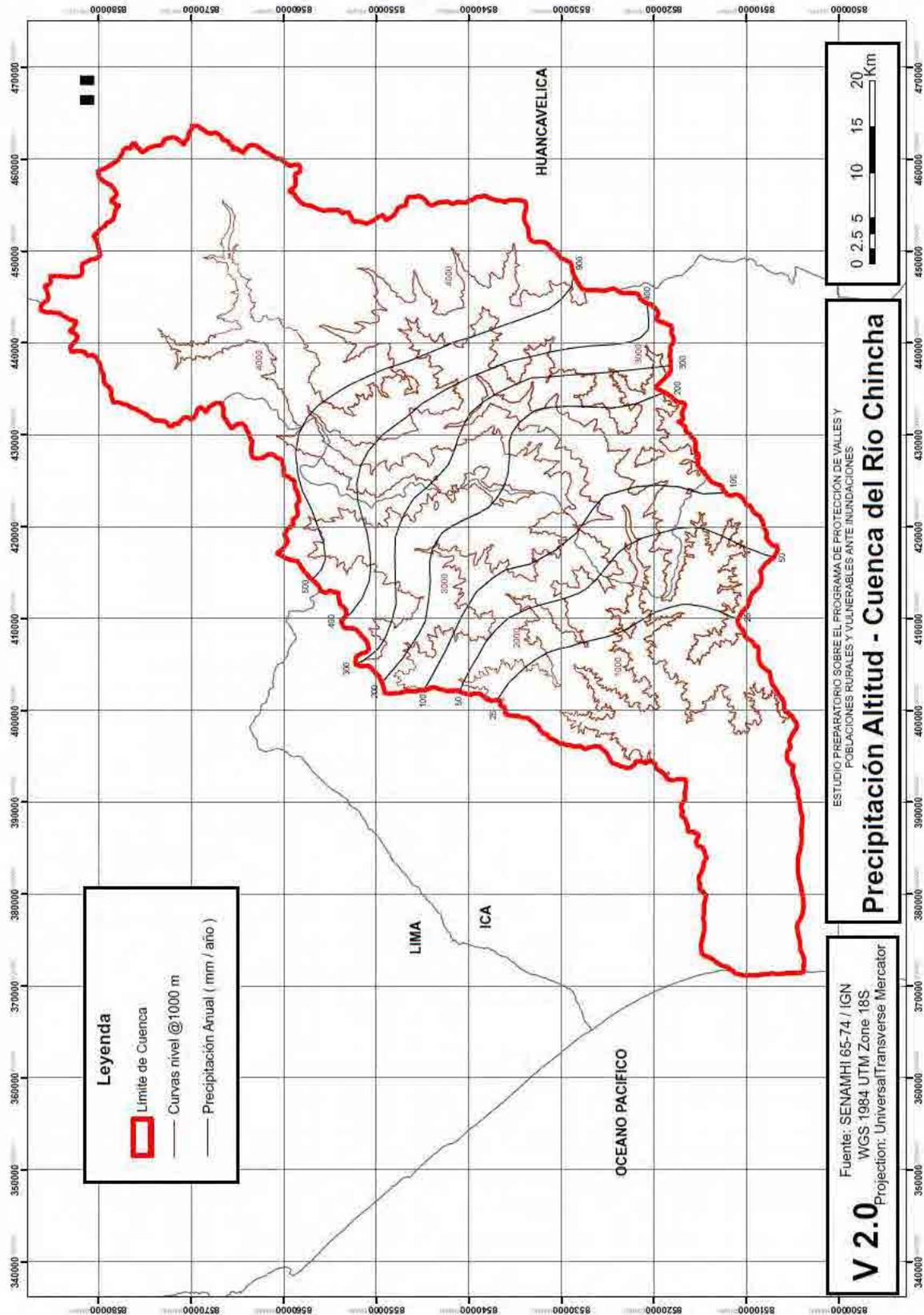
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del SENAMHI

Figura 1.2.7 Mapa distribución de curvas (Cuenca de Cañete)



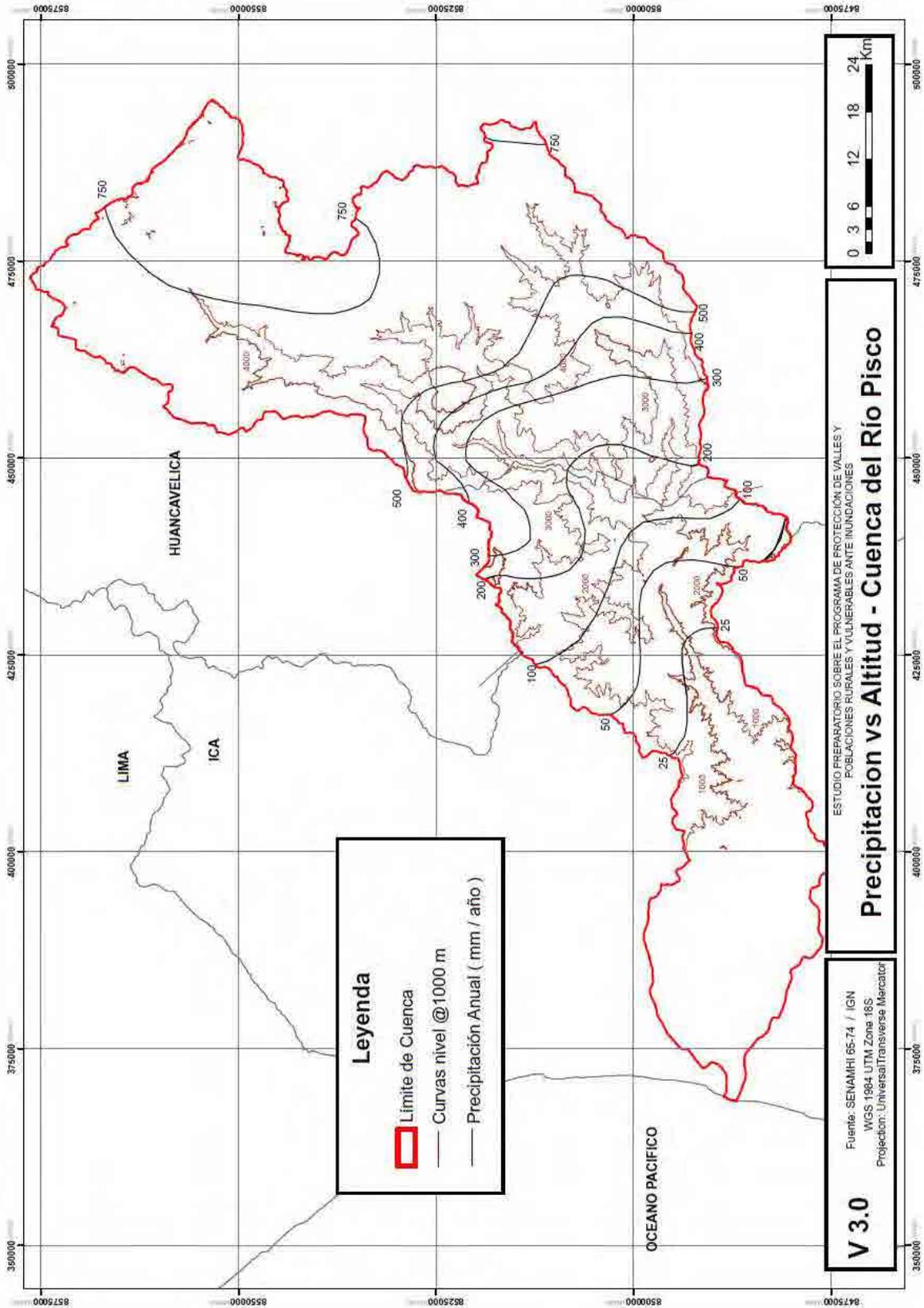
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del SENAMHI

Figura 1.2.8 Mapa de distribución de curvas (Cuenca de Chincha)



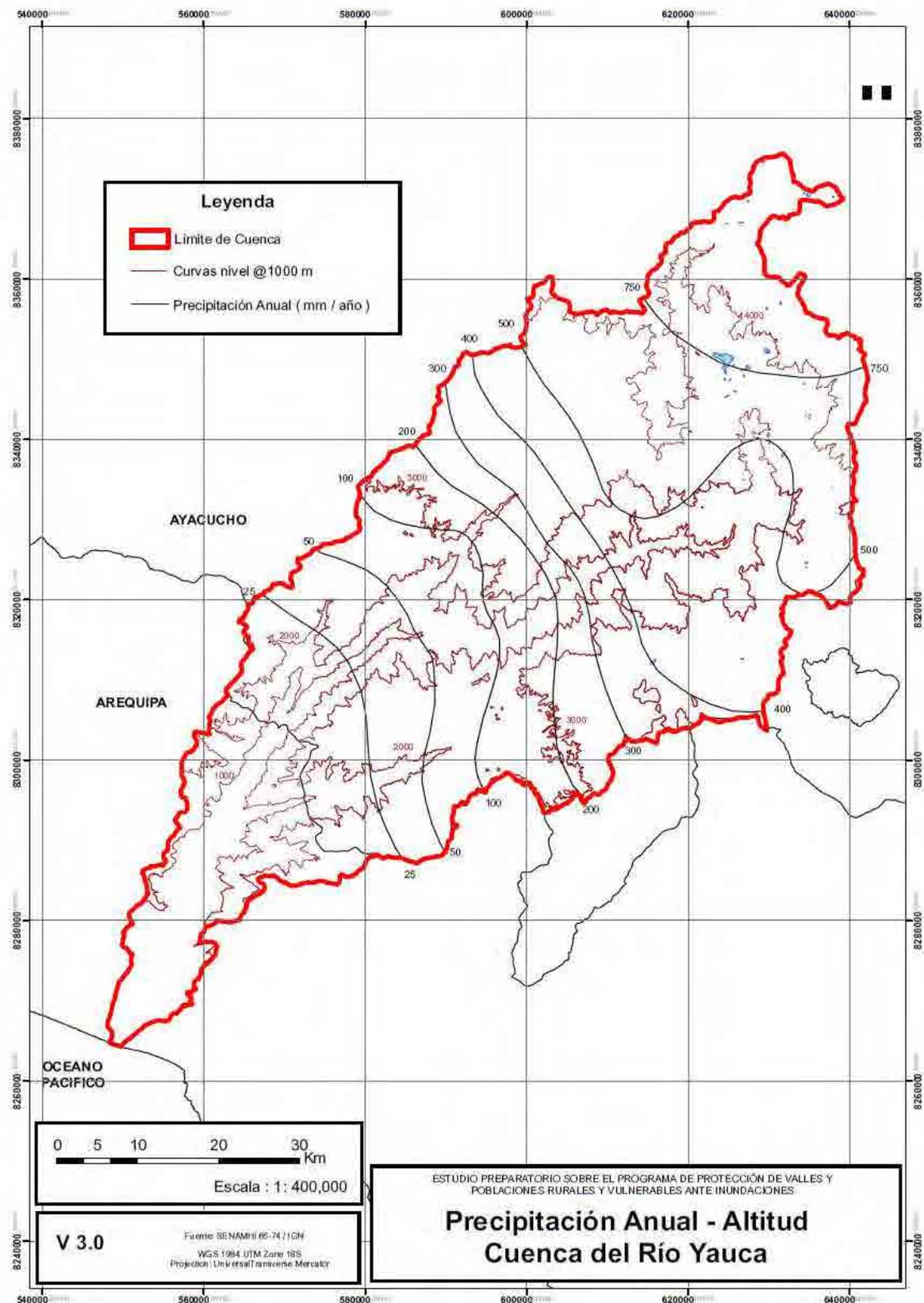
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del SENAMHI

Figura 1.2.9 Mapa de distribución de curvas (Cuenca de Pisco)



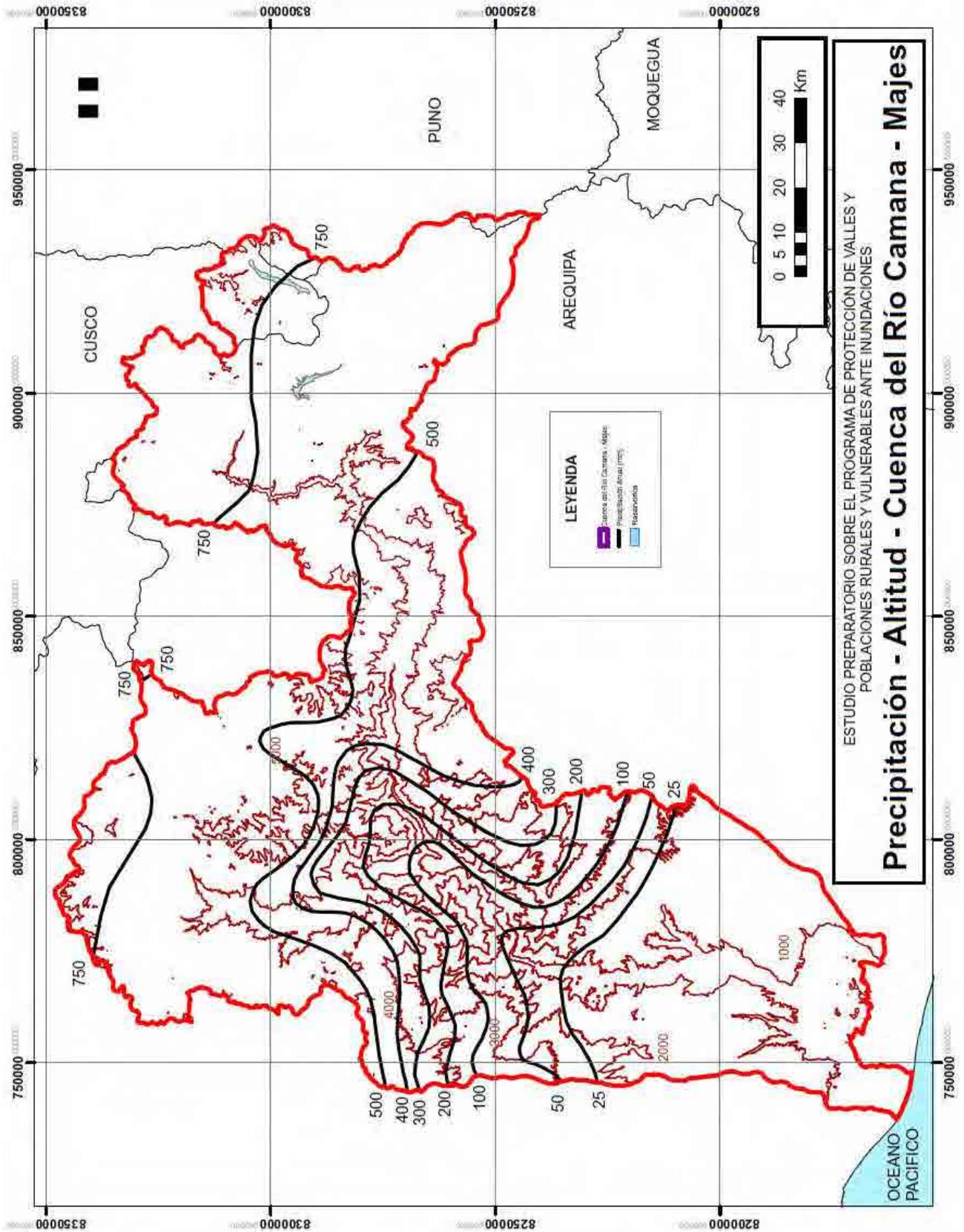
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del SENAMHI

Figura 1.2.10 Mapa de distribución de curvas (Cuenca de Yauca)



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del SENAMHI

Figura 1.2.11 Mapa de distribución de curvas (Cuenca de Camaná-Majes)



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del SENAMHI

Fue calculada la superficie entre los espacios de las curvas de distribución del mapa de distribución de curvas. (Ver Tabla 1.2.7 y Figura 1.2.12). En la cuenca alta de Chira, existen muchas áreas con 300-400mm, representando el 30% del total. Se observan algunas áreas con precipitación entre 1,000-1,500mm.

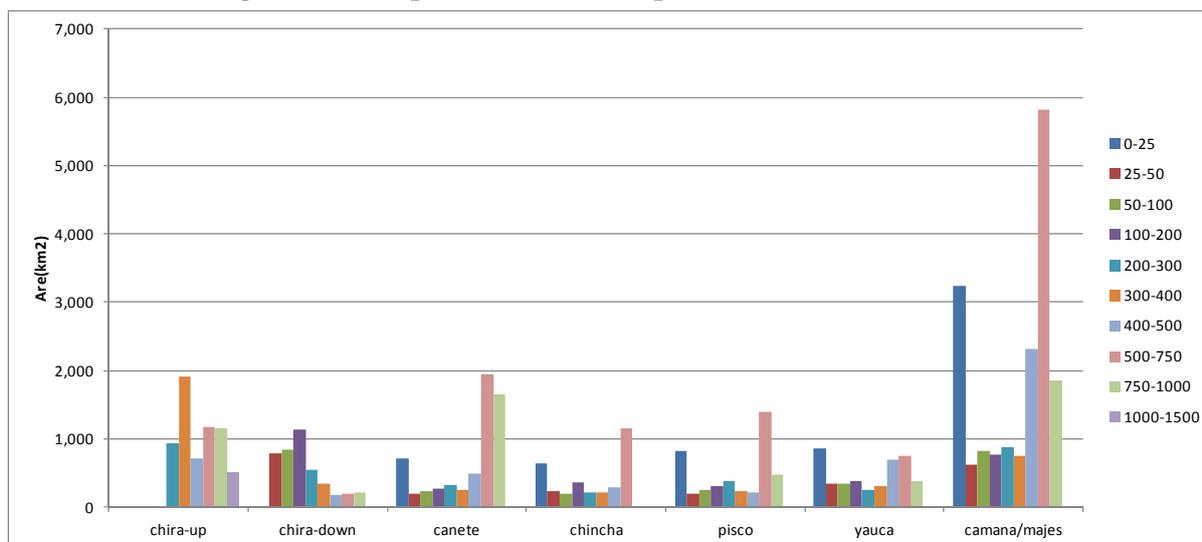
- En la cuenca baja del Chira, gran parte de las áreas cuentan con 0-200mm, con un volumen de precipitación comparativamente bajo.
- En Cañete existen muchas áreas con 500-1,000mm y representan la mitad del total de la cuenca.
- En Chincha, Pisco y Camaná-Majes, existen muchas áreas con 500mm-750mm, representando cerca de 30% de la cuenca.
- Yauca, comparada a las otras cuencas presenta un volumen de precipitación muy bajo, y áreas con 0-25mm representan el 20% de la cuenca.

**Tabla 1.2.7 Áreas de volumen pluviométricos anuales en cada cuenca**

precipitaciones	Chira aguas arriba		Chira aguas abajo		Cañete		Chincha		Pisco		Yauca		Camaná Majes	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
0-25		0%		0%	703	12%	643	19%	829	19%	865	20%	3,243	19%
25-50		0%	789	19%	198	3%	226	7%	191	4%	338	8%	624	4%
50-100		0%	847	20%	237	4%	202	6%	257	6%	349	8%	823	5%
100-200		0%	1,127	27%	263	4%	353	11%	307	7%	379	9%	762	4%
200-300	936	15%	551	13%	318	5%	211	6%	377	9%	247	6%	869	5%
300-400	1,909	30%	340	8%	252	4%	220	7%	231	5%	314	7%	746	4%
400-500	713	11%	172	4%	495	8%	296	9%	211	5%	701	16%	2,313	14%
500-750	1,167	18%	200	5%	1,955	32%	1,153	35%	1,390	33%	754	17%	5,816	34%
750-1000	1,162	18%	213	5%	1,645	27%		0%	479	11%	375	9%	1,849	11%
1000-1500	502	8%		0%		0%		0%		0%		0%		0%
total	6,390	100%	4,238	100%	6,066	100%	3,304	100%	4,272	19%	4,323	100%	17,049	100%

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del SENAMHI

**Figura 1.2.12 Superficie de volumen pluviométrico en cada cuenca**



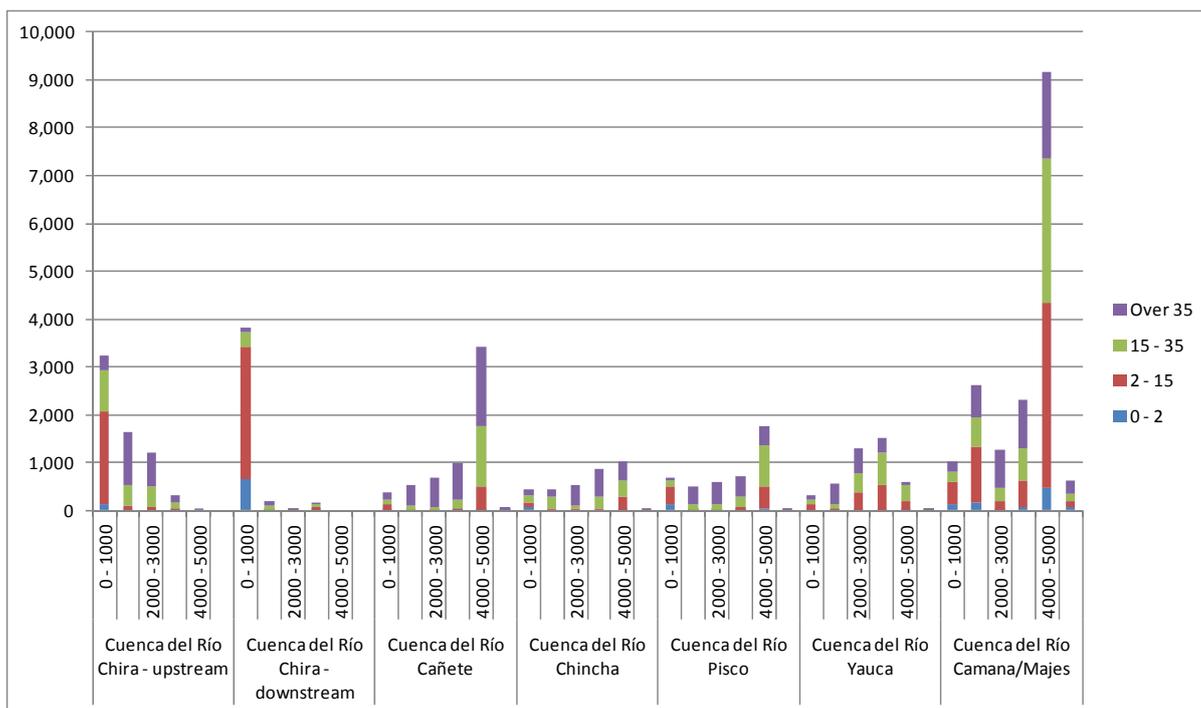
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del SENAMHI

### (8) Pendientes y Altitud

La relación entre pendiente y altitud de cada cuenca fue analizada (Figura 1.2.13 y Tabla 1.2.8)). En la cuenca alta de Chira, en altitudes entre los 1,000~3,000m se encuentran muchas pendientes superiores a 35°. En la cuenca baja las pendientes con 2~15° representan el 67% del total. En la cuenca de Cañete, las pendientes superiores a 35° representan el 60%, existen muchas pendientes con más de 35°, principalmente en altitudes entre 4,000~5,000m. En la cuenca Chincha, para altitudes entre 2,000~4,000m, las pendientes superiores a 35° son predominantes. En la cuenca de Pisco, las pendientes con más de 35° son numerosas en altitudes entre 1,000~4,000m. En altitudes superiores a los 4,000m, las pendientes se tornan más suaves, inferiores a los 35°. La cuenca de Yauca, las pendientes superiores a los 35° son más frecuentes en altitudes entre 1,000~3,000m. Para altitudes superiores a los 3,000m, las pendientes son más suaves, con inclinación inferior a los 35°.

En la Cuenca de Camaná-Majes existen grandes cambios de terreno entre los 1,000m a 4,000m de altitud. Aquí se ubica el Cañón de Colca, es uno de los cañones más profundos del planeta.

**Figura 1.2.13 Relación entre pendiente y altitud en cada cuenca**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del SENAMHI

**Tabla 1.2.8 Relación entre pendientes y altitudes en cada cuenca**

Cuenca	Pendiente	Altura (m.s.n.m.)												Total
		0 - 1000		1000 - 2000		2000 - 3000		3000 - 4000		4000 - 5000		5000 - Mas		
Chira aguas arriba	0 - 2	129.06	98%	1.34	1%	0.83	1%	0.39	0%	0.00	0%	0.00	0%	131.62
	2 - 15	1934.27	89%	99.74	5%	84.46	4%	49.22	2%	0.00	0%	0.00	0%	2167.69
	15 - 35	859.87	46%	443.18	24%	432.88	23%	116.86	6%	0.00	0%	0.00	0%	1852.79
	Over 35	319.67	14%	1084.79	48%	677.65	30%	155.31	7%	0.22	0%	0.00	0%	2237.64
Chira aguas abajo	0 - 2	647.61	99%	0.21	0%	0.13	0%	3.33	1%	0.00	0%	0.00	0%	651.28
	2 - 15	2777.68	97%	12.58	0%	6.70	0%	62.39	2%	0.00	0%	0.00	0%	2859.35
	15 - 35	300.77	65%	87.38	19%	10.34	2%	67.37	14%	0.00	0%	0.00	0%	465.86
	Over 35	100.13	38%	108.92	42%	31.86	12%	20.85	8%	0.00	0%	0.00	0%	261.76
Cañete	0 - 2	15.51	60%	0.56	2%	0.15	1%	0.52	2%	8.88	35%	0.05	0%	25.67
	2 - 15	111.54	17%	18.13	3%	11.10	2%	35.27	5%	490.68	73%	3.26	0%	669.98
	15 - 35	101.99	6%	75.00	4%	64.27	4%	193.48	11%	1252.70	73%	21.88	1%	1709.32
	Over 35	141.11	4%	435.02	12%	604.91	17%	751.43	21%	1668.31	46%	59.99	2%	3660.77
Chincha	0 - 2	78.15	86%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	12.47	14%	0.00	0%	90.62
	2 - 15	80.09	16%	50.00	10%	47.83	10%	32.12	6%	289.52	58%	0.12	0%	499.68
	15 - 35	148.11	15%	234.91	23%	64.87	6%	256.02	25%	315.65	31%	0.21	0%	1019.77
	Over 35	129.25	8%	146.42	9%	421.58	25%	594.25	35%	401.98	24%	0.34	0%	1693.82
Pisco	0 - 2	132.09	76%	1.79	1%	2.08	1%	3.58	2%	33.74	19%	0.02	0%	173.30
	2 - 15	371.35	39%	25.01	3%	23.33	2%	67.75	7%	459.43	48%	1.51	0%	948.38
	15 - 35	118.98	8%	107.69	8%	101.38	7%	230.25	16%	856.43	60%	4.06	0%	1418.79
	Over 35	60.92	4%	373.82	22%	479.29	28%	415.34	24%	398.45	23%	3.8	0%	1731.62
Yauca	0 - 2	21.13	27%	1.48	2%	14.72	19%	25.07	32%	16.56	21%	0.05	0%	79.01
	2 - 15	106.81	9%	40.14	3%	350.89	29%	498.75	42%	193.38	16%	0.22	0%	1190.19
	15 - 35	86.07	5%	94.66	6%	399.92	25%	685.64	43%	324.82	20%	0.10	0%	1591.21
	Over 35	118.78	8%	439.54	30%	537.05	37%	295.34	20%	67.24	5%	0.18	0%	1458.13
Camaná & Majes	0 - 2	140.95	15%	158.22	17%	14.72	2%	78.54	8%	480.22	51%	61.23	7%	140.95
	2 - 15	446.73	7%	1164.54	18%	350.89	5%	560.22	9%	3850.12	59%	128.91	2%	446.73
	15 - 35	222.03	4%	622.51	12%	399.92	8%	673.63	13%	3014.22	59%	154.69	3%	222.03
	Over 35	230.75	5%	677.32	15%	537.05	12%	993.25	22%	1823.81	40%	290.08	6%	230.75

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del SENAMHI

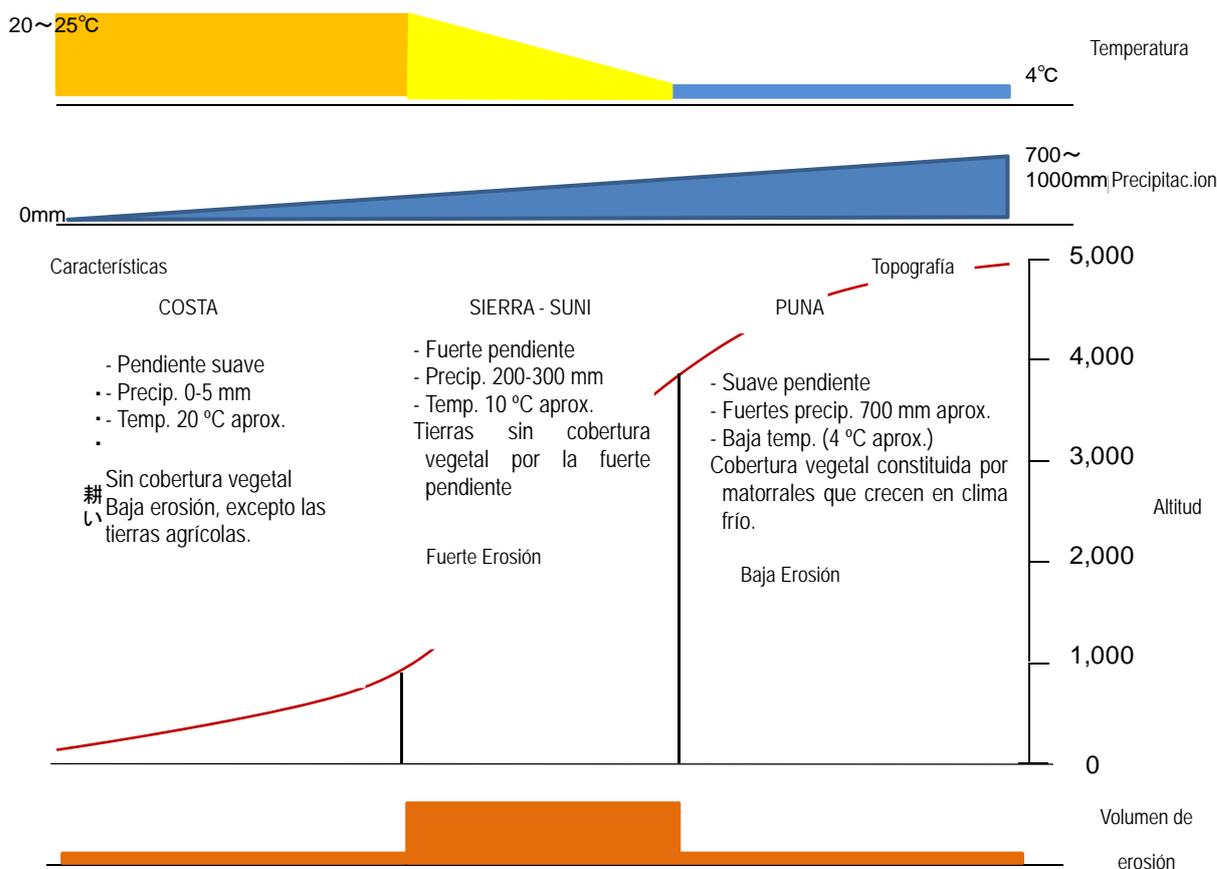
### (9) Características de las cuencas

(10) En la Figura 1.2.14 se muestra las características de cada cuenca excepto por la Cuenca de Chira.

En el inferior a los 500 msnm, no existe vegetación, la precipitación es poca y el volumen de erosión es pequeño. (Área A). Esta área se llama la Costa (Zona costera) y se forma una zona desértica al norte desde Ecuador al sur hasta Chile que abarca 2.414 Km, y se refiere al área hasta los 500 msnm del Océano Pacífico hacia el interior. Entre los 1.000 y 4.000 msnm, la vegetación es escasa con topografía acentuada con tierras infértiles (Área B). Esta zona se llama la Sierra (Zona montañosa), la región Quechua y la región Suni. La Sierra (Zona montañosa) que constituye aproximadamente el 28% de la superficie del país se refiere a la zona superior a 500

msnm de la vertiente occidental hasta la zona alrededor de los 1.500 msnm de la vertiente oriental de los Andes. La región Quechua (o Kichua) se refiere a la zona templada entre los 2.300 y 3.500 msnm. La región Suni (o Jalca) se refiere a la zona fría entre los 3.500 y 4.000 msnm. Por otro lado, superior de los 4.000 msnm la precipitación es intensa y la temperatura es baja. Las especies arbustivas adecuadas para baja temperatura cubren la superficie del suelo y además como la topografía es suave, la erosión no es significativa (Área C). Esta área se llama la región Puna. La Tabla 1.2.9 muestra la relación entre el área de cada cuenca y la altitud.

**Figura 1.2.14 Características de las Cuencas**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

**Tabla 1.2.9 Relación entre el área y altitud de cada cuenca**

Área	Cañete	Chincha	Pisco	Yauca	Camaná-Majes
A	0-500	0-500	0-500	0-500	0-500
B	500-3,500	500-3,500	500-3,500	500-3,500	500-3,000
C	3,500-5,000	3,500-5,000	3,500-5,000	3,500-5,000	3,000-5,000

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

### 1.3 Situación de la producción de sedimentos

#### (1) Resultados de los estudios de campo

Se puede afirmar que las cuencas (a excepción de las cuencas de Chira y Camaná-Majes) se encuentran próximas y prácticamente presentan condiciones similares. En la cuenca alta del río Chira, se encuentra la Presa Poechos, los sedimentos no son arrastrados hacia más abajo, porque se acumulan en este punto. Se muestra el resultado de los estudios realizados in situ de las cuencas de Pisco, Cañete y Camaná-Majes.

##### (a) Cuencas de Pisco y Cañete

A continuación se describen los resultados del estudio.

- 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 (Ver Figura 1.3.1 y Figura 1.3.2)
- Como se muestra en la foto, no se observa vegetación enraizada (Figura 1.3.3) probablemente por el arrastre 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. (Figura 1.3.4).
- En la cuenca alta se observó menos terrazas y los sedimentos arrastrados de las laderas entran directamente al río, aunque su cantidad es sumamente reducida.

**Figura 1.3.1 Zonas de desprendimiento de bases andesítica o basáltica**  
**Figura 1.3.2 Situación de la producción de sedimentos de rocas sedimentarias**



**Figura 1.3.3 Situación de la invasión de cactus**

Se observa la presencia de cactus donde la superficie del suelo es rugosa y los sedimentos son poco arrastrados.



**Figura 1.3.4 Situación de la erosión de las terrazas**

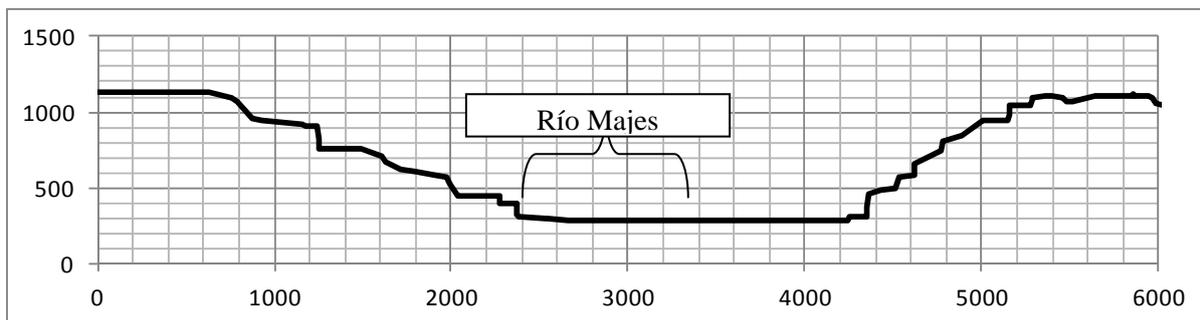


(b) Cuenca de Camaná-Majes

A continuación se describen los resultados del estudio.

- Se ha formando un cañón por la erosión de 800m aproximadamente de suelo, donde en el medio recorre el río. El ancho del valle es de 4.2km, el ancho del río es de 400m (Figura 1.3.5). Tiene las características de la disposición del terreno similares a la Cuenca de Yauca sin embargo, la profundidad y el ancho de la Cuenca de Camaná-Majes es mucho mayor.
- En la superficie de la montaña no se aprecia vegetación alguna, se observan la formación de depósito de materiales clásticos desprendidos por el derrumbe o por la erosión eólica (ver la Figura 1.3.13)
- La roca sedimentaria del periodo Mesozoico es la principal de los patrones de producción, principalmente por el mecanismo de la caída de grandes gravas y fracturación y la erosión eólica. Como se muestra en la foto, no se observa vegetación enraizada probablemente por el arrastre de sedimentos en tiempo ordinario (Ver Figura 1.3.7 y Figura 1.3.13)
- En caso del tramo de estudio, el ancho de la base del valle es amplio (a 111km de la desembocadura del río, en la intersección de Andamayo), en 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. (Figura 1.3.13).
- En la cuenca alta se observó menos terrazas y los sedimentos arrastrados de las laderas entran directamente al río, aunque su cantidad es sumamente reducida (Figura 1.3.13).
- Según el resultado de las entrevistas, se muestra a continuación la situación de la generación de sedimentos de las subcuencas del tramo de estudio. Por otro lado, se decía que hubo arrastre de sedimentos desde aguas arriba colmatando el cauce, sin embargo no se ha observado ese hecho.
- En el cañón, se han desarrollado las terrazas, los pies de las terrazas están en contacto con el canal de flujo en varios puntos. Se puede pensar que la corriente de agua ordinaria (incluyendo pequeñas y medianas inundaciones durante la temporada de lluvia) trae consigo los sedimentos.

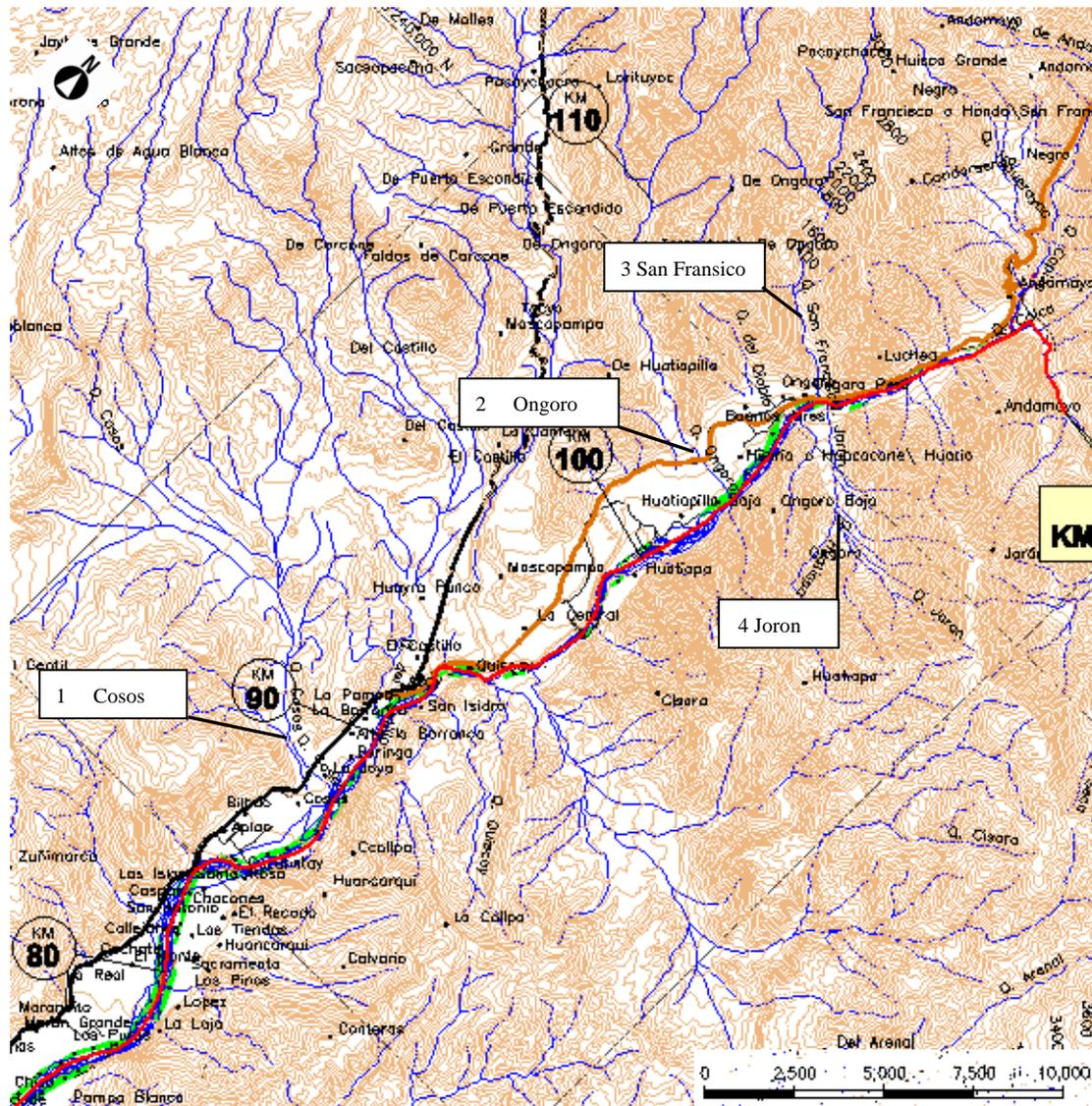
**Figura 1.3.5 Corte transversal de la Cuenca de Majes (50km aprox. desde la desembocadura)**



**Tabla 1.3.1 Generación del aluvión en la aguas arriba del río de Majes**

No	Nombre del río	Distancia	Situación
1	Cosos	88km aprox.	En temporada de lluvia, una vez al mes, se generan aluviones ocasionando obstrucción en las carreteras rural (=local) a causa de los arrastres de los sedimentos. En un día se logra restaurar. A veces afecta las tuberías de abastecimiento de agua.
2	Ongoro	103km aprox.	En 1998, se generó un aluvión, 2 personas fallecieron debido al arrastre de sedimentos. Tomó un mes para recuperar los daños en los canales de riego. 30 minutos antes aprox. 8 familias escucharon desde la montaña un sonido de anticipo de aluvión logrando evacuarse. Estas 8 familias actualmente viven en el mismo lugar de desastre. El río principal del río Majes es muy grande y no se ha colmatado el cauce. Una ONG apoyó para la restauración de los canales de riego.
3	San Francisco	106km aprox.	En 1998, se generó un aluvión, ocasionado daños en los canales de riego. Se demoró 1 mes para la restauración temporal y 4 años para la restauración. El tamaño del aluvión de sedimentos de arena ha sido de 10m. de alto aprox.
4	Jorón	106km aprox.	Se generó el aluvión y se arrastró los sedimentos hasta el río principal. El tamaño del aluvión de sedimentos de arena ha sido de 10m. de alto. Se cree que se ha arrastrado 100,000 a 1'000,000 m3 de sedimentos.

**Figura 1.3.6 Ubicación de la generación del aluvión**



**Figura 1.3.7 Situación alrededor del Km 60 (formación del valle de aprox. 5km de ancho)**

**Figura 1.3.8 Situación de deposición de sedimentos en el río Cosos (Ancho aprox. 900m)**



**Figura 1.3.9 Carretera rural (=local) que cruza el río Cosos (en temporada de lluvia los sedimentos cubre la carretera rural, sin embargo se restaura en un día)**

**Figura 1.3.10 Situación de Ongoro (en 1998, fallecieron 2 personas a causa del aluvión)**



**Figura 1.3.11 Situación de la deposición de sedimentos en el río San Francisco (obstrucción de los canales de riego a causa del desastre. Las paredes de la carretera son los sedimentos de tierra y arena de ese entonces)**

**Figura 1.3.12 Situación de río Jorón (los sedimentos del aluvión llegó hasta el río principal en 1998)**



**Figura 1.3.13 Situación alrededor de la desembocadura del Km110 (Se puede deducir que es poca la afluencia de los sedimentos desde las laderas hasta el canal del río)**

**Figura 1.3.14 Intersección del río Camaná y río Andamayo (el río Andamayo es un aliviadero)**



## **(2) Relación de los daños por sedimentos y la precipitación**

En 1998, se ha están produciendo múltiples daños por sedimentos en la Cuenca de Camaná-Majes. Por ello, se hizo un estudio de la precipitación del 1998. Los datos de precipitación es obtenida del análisis hidrológico del Anexo 1 de Reporte de Soporte.

Se verificaron las estaciones Pluviométricas (Tabla 1.3.2) más cercanas de los puntos que se han identificado los sedimentos, obteniendo la información de años con probabilidad de mayor precipitación y la mayor cantidad de días de lluvia en 1998, como se muestra en la Tabla 1.3.3. En Chuquibamba se ha observado datos de probabilidad de precipitación de 150 años, en Pampacola 25 años, en Aplao y Huambo sólo 2 años.

En general, en el muy poderoso Fenómeno de El Niño de los años 1982-1983 y 1998, ha aparecido en casi cada 50 años<sup>3</sup>, se considera que ha sido precipitaciones de 50 años, y por lo tanto se determinó

---

<sup>3</sup> (Fuente) Lorenzo Huertas DILUVIOS ANDINOS A TRAVÉS DE LAS FUENTES DOCUMENTALES - COLECCIÓN CLÁSICOS PERUANOS 05/2003

que los daños por sedimentos se han producido por estas precipitaciones.

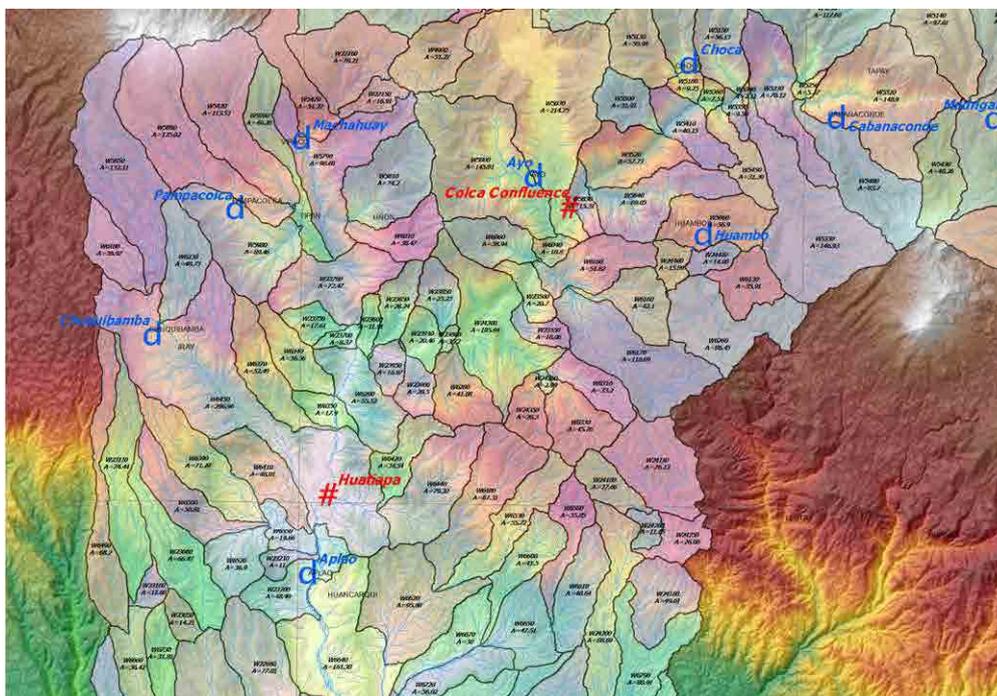
**Tabla 1.3.2 Lista de Estación Pluviométrica para verificar la precipitación**

Estación	Coordenadas		
	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Aplao	16° 04'10	72° 29'26	625
Chuquibamba	15° 50'17	72° 38'55	2839
Huambo	15° 44'1	72° 06'1	3500
Pampacolca	15° 42'51	72° 34'3	2895

**Tabla 1.3.3 Probabilidad de precipitación de cada Estación Pluviométrica y la mayor cantidad de precipitación por días en 1998**

Estación	Precipitación para T (años)							Precipitación en 1998
	2	5	10	25	50	100	200	
Aplao	1.71	5.03	7.26	9.51	10.71	11.56	12.14	1.20
Chuquibamba	21.65	36.96	47.09	59.89	69.39	78.82	88.21	82.00
Huambo	22.87	30.14	34.96	41.05	45.57	50.05	54.52	25.30
Pampacolca	21.13	29.11	34.40	41.08	46.04	50.95	55.86	42.40

**Figura 1.3.15 Ubicación de la Estación Pluviométrica**



### (3) Proyección de la producción y arrastre de sedimentos

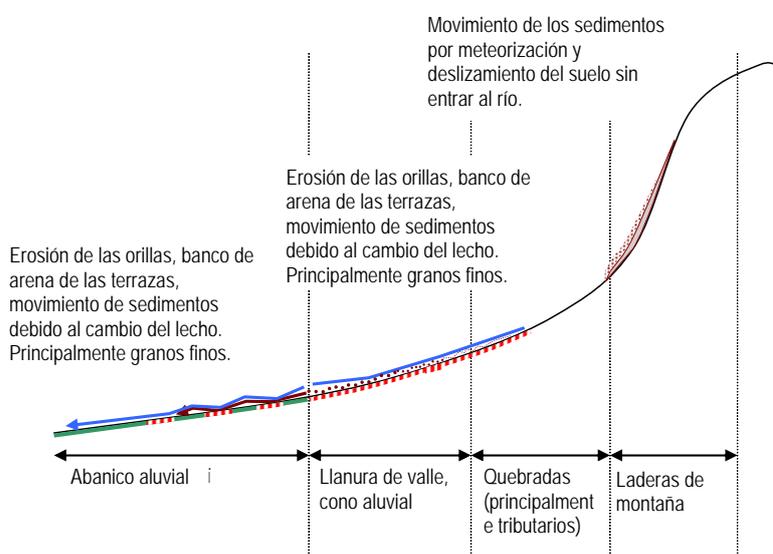
Se prevé que la cantidad de producción y arrastre de sedimentos varía dependiendo de la magnitud de los factores como las precipitaciones, caudal, etc. Dado que no se ha realizado un levantamiento secuencial cuantitativo, ni un estudio comparativo, aquí se presentan algunas observaciones cualitativas para un año ordinario, un año con precipitaciones de la magnitud de fenómeno de El Niño y un año con crecidas extraordinarias

#### (a) Años ordinarios

La muestra la producción de sedimentos durante las épocas normales.

- Prácticamente no se observa producción de 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.

Figura 1.3.16 Situación de la producción de sedimentos en situaciones ordinarias



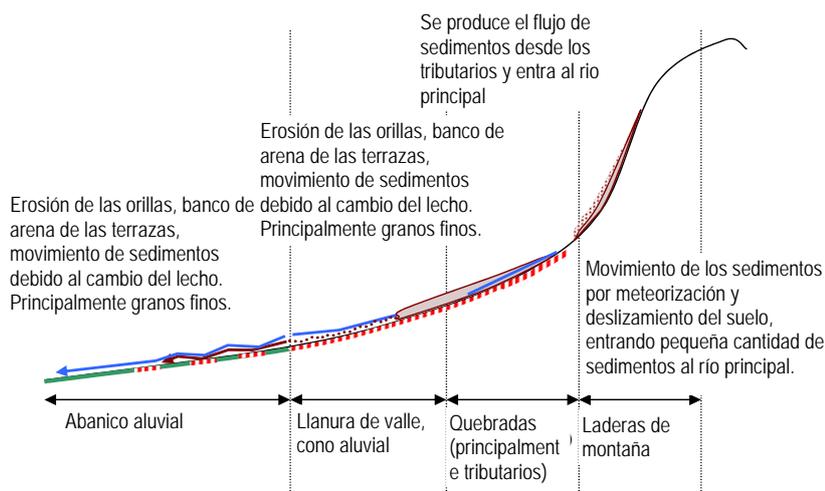
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

#### (b) Lluvias de magnitud similar al El Niño

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. La Figura 1.3.17 muestra la producción y arrastre de sedimentos durante las lluvias torrenciales de magnitud similar al fenómeno de El Niño. Ahora bien, el periodo de retorno es de 1 en 50 años.

- La cantidad de los sedimentos arrastrada varía dependiendo de la cantidad de agua
- 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 1.3.17 Situación de la producción de sedimentos en épocas de lluvias con El Niño (1/50)**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

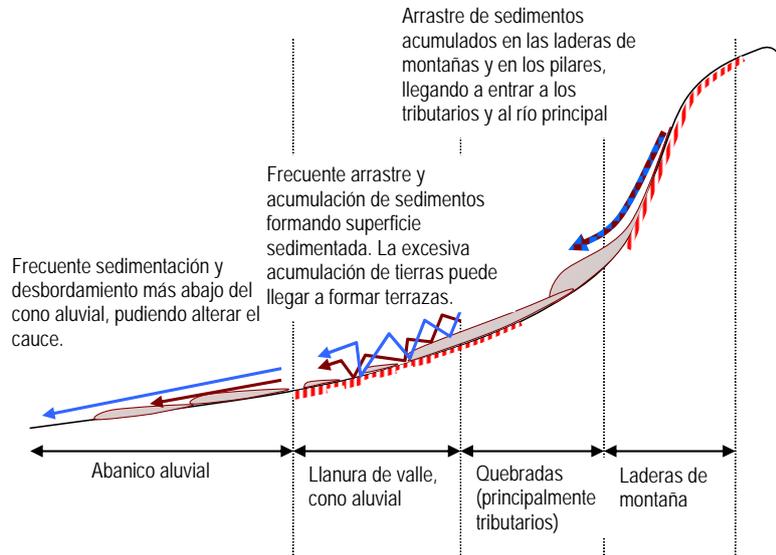
**(c) Crecidas de enorme magnitud (que puedan dar lugar a la formación de terrazas similares a las existentes actualmente), con período de retorno de 1:1000 años**

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

En caso de ocurrir la precipitación de la escala de probabilidad baja mayor de la escala de probabilidad más de varios miles de años aproximadamente, se considera que ocurre la siguiente forma de producción de sedimentos (ver la figura 1.3.18). Además, la frecuencia de inundación a gran escala ha sido estimado en varios miles de años que coinciden con el ciclo de calentamiento - enfriamiento 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 cerrar las quebradas o cauces.
- Destrucción de las presas naturales de los cauces cerrados 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.

**Figura 1.3.18 Producción de sedimentos en grandes crecidas (escala geológica)**

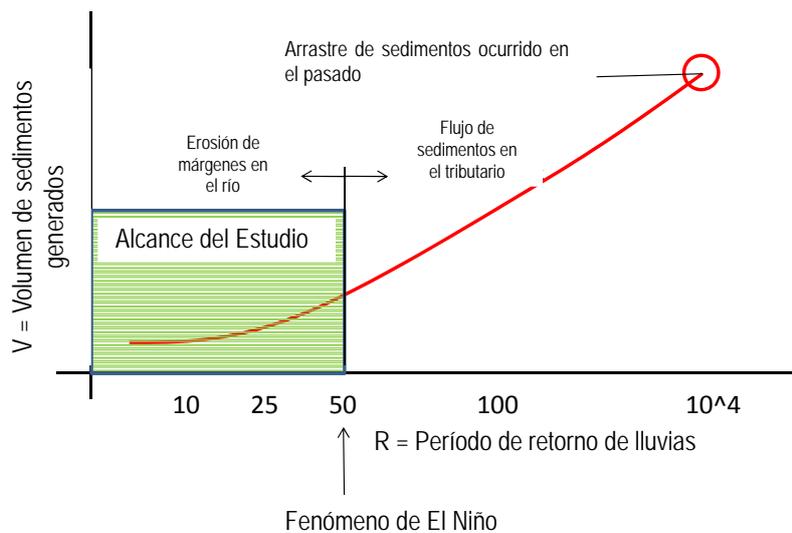


Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

**(4) Alcance del presente Estudio**

El alcance del presente Estudio está enfocado a las precipitaciones con período de retorno de 50 años, lo cual equivale a precipitaciones que producen el flujo de sedimentos desde los tributarios

**Figura 1.3.19 Relación entre el volumen de producción de sedimentos y volumen de lluvias anual, y área de superficie del alcance del presente Estudio**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

## 1.4 Cálculo de la producción de sedimentos

Para analizar los cambios en el lecho del río, es necesario calcular el volumen de descarga de sedimentos. Para tanto, fue calculado el volumen de producción de sedimentos en cada cuenca. El volumen de producción de sedimentos fue determinado a partir del cálculo del volumen de los 3 tipos de sedimentos indicados abajo.

- (1) Volumen probable de arrastre de sedimentos
- (2) Volumen comparativo de descarga de sedimentos utilizando el volumen de sedimentos de la Presa Poechos
- (3) Volumen de descarga de sedimentos a partir de la velocidad de flujo

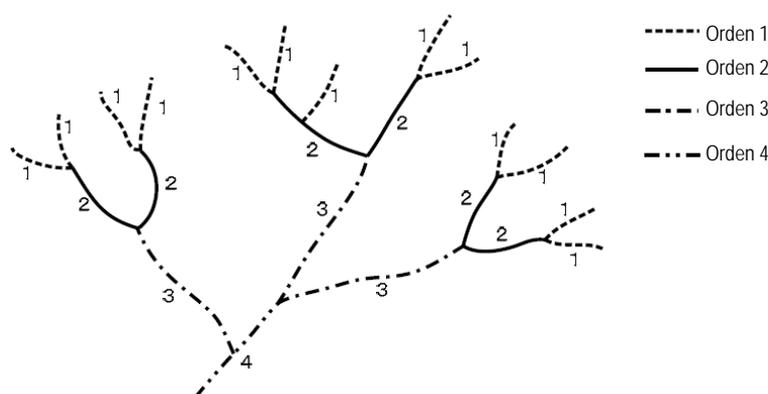
### (1) Cálculo del volumen probable de arrastre

#### (a) Clasificación de cuencas

Para el cálculo del volumen posible de arrastre fueron elaborados mapas hidrológicos y la clasificación de cuencas. La clasificación de ordenes de cuencas fue realizada aplicándose la metodología Strehler (Ver Figura 1.4.1). La metodología de determinación, considera la cuenca de orden 0, utilizando un mapa topográfico en escala  $S=1/50,000$  para verificar la depresión de las curvas de nivel con profundidad menor que el ancho del grupo de líneas de contorno.

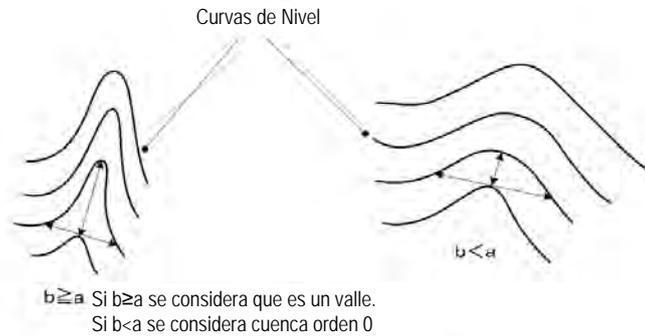
El volumen posible de arrastre ha sido calculado a partir de la suma del volumen posible de producción de sedimentos en el área de arrastre y el volumen de producción de sedimentos en el área de tracción. En Japón, se incluye el cálculo del volumen posible de arrastre a partir de la cuenca de orden 0 en el volumen posible de arrastre de sedimentos; sin embargo, en esta evaluación, una vez que las pendientes son escarpadas y las rocas están expuestas, además las lluvias son escasas, se estima que el volumen de arrastre de sedimentos es pequeño, por lo que no se incluye el volumen posible de arrastre a partir de la cuenca de orden 0.

**Figura 1.4.1 Clasificación de cuencas de acuerdo con Strehler**



Fuente : Normas Técnicas de Control de Sedimentos en Ríos del Ministerio de Construcción, capítulo de Investigación

**Figura 1.4.2 Metodología de primalidad de las cuencas**



Fuente : Normas Técnicas de Control de Sedimentos en Ríos del Ministerio de Construcción, capítulo de Investigación

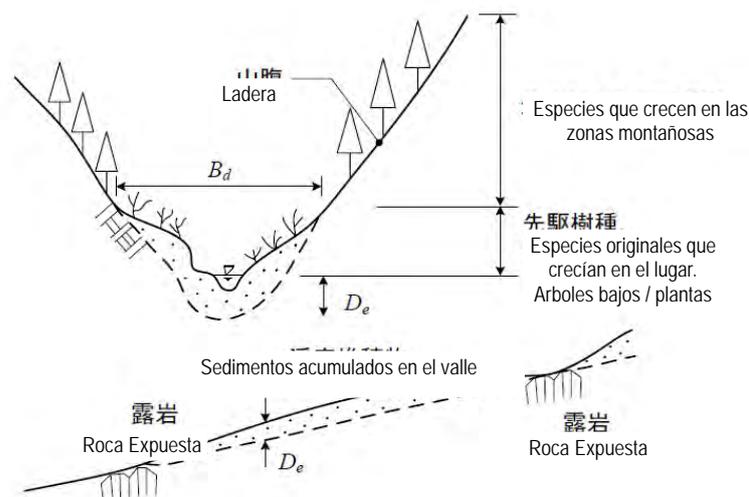
**(b) Cálculo del volumen posible de sedimentos en el área de arrastre**

El volumen posible de sedimentos en el área de arrastres es calculado a partir de la suma del volumen posible de arrastre de sedimentos acumulados en el cauce y el volumen posible de arrastre de sedimentos. Como la profundidad de penetración de la erosión en la cuenca de orden 0 es irrisoria, en esta ocasión no se considera el volumen posible de arrastre.

**(c) Volumen posible de arrastre de sedimentos en el cauce**

El volumen posible de arrastre de sedimentos del cauce es calculado a partir del producto entre el ancho promedio del cauce durante el arrastre de sedimentos ( $B_d$ ) y la profundidad promedio ( $D_e$ ) donde se estima la erosión al momento de la generación de sedimentos.

**Figura 1.4.3 Metodología para cálculo de volumen posible de transporte de sedimentos del lecho de río**

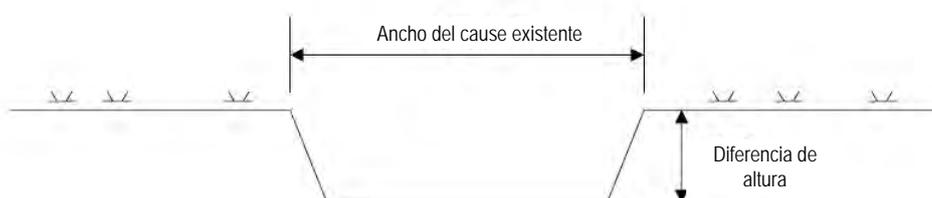


Fuente : Guía Metodológica Básica para Planificación de Proyectos de Control de Sedimentos (Medidas contra Aluviones y arrastre de maderas flotantes)

**(d) Cálculo del volumen de producción de sedimentos en otras áreas (tracción, etc.)**

En las áreas de tracción se estima la producción de sedimentos por erosión secundaria de sedimentos en el cauce y erosión de los márgenes, entre otros. Cuando es difícil determinar la producción de sedimentos en el cauce existe un método de determinación (2 a 3 veces el ancho del cauce actual x altitud comparativa (Ver figura abajo) x la longitud de diseño). En esta ocasión, el cálculo de volumen de sedimentos ha sido calculado de esta manera. Cuando las pendientes son muy acentuadas y el cauce es muy angosto y serpenteado se calcula con el triple del ancho actual y cuando el cauce es ancho, con pocas curvas y sin pendientes se calcula el doble del ancho actual; por lo que en esta situación, como los cauces son serpenteados, consideramos el triple para el cálculo.

**Figura 1.4.4 Cálculo del volumen de producción de sedimentos dentro del área de tracción**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

La siguiente Tabla muestra el ancho (Bd) y profundidad (De) utilizados para calcular el volumen de producción de sedimentos y el volumen posible de arrastre en cada cuenca. Para el cálculo del volumen de sedimentos se asume que las cuencas de orden 1-3 como área de sedimentos y la cuencas de orden 4-7 como área de tracción.

**Tabla 1.4.1 Volumen de sedimentos con probabilidad de arrastre, y ancho y profundidad del volumen de sedimentos producidos**

Orden	Intervalo	Ancho (Bd)	Profundidad (De)
1	Aluvión	2	0.2
2	Aluvión	5	0.5
3	Aluvión	15	4
4	Flujo de tracción	30	5
5	Flujo de tracción	60	7
6	Flujo de tracción	90	10
7	Flujo de tracción	100	10

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

El volumen posible de arrastre de sedimentos en cada cuenca se muestra a continuación. En todas las cuencas el porcentaje de cuencas de primer orden es del 60%. Existen variaciones entre cada cuenca pero el volumen posible de arrastre de sedimentos es de 4,000m<sup>3</sup> a 5,600m<sup>3</sup> por 1 km<sup>2</sup>. La cuenca de Pisco tiene mayor volumen por km<sup>2</sup> en comparación con las otras, esto es debido a que la cuenca de 6° orden es un poco mayor que las otras.

**Tabla 1.4.2 Volumen posible de arrastre de cada cuenca**

Cuenca			Chira※1			Canete			Chincha		
Area (km2)			Area(km2) 10627.99			Area(km2) 6023.97			Area(km2) 3303.89		
sedimentos (m3/km2)			47,932		m3/km	42,122		m3/km	47,323		m3/km
Orden	ancho (m)	profundidad (m)	longitud (km)	volumen (m3)	relación (%)	longitud (km)	volumen (m3)	relación (%)	longitud (km)	volumen (m3)	relación (%)
1	2	0.2	3,698	1,479,348	57%	2,500	1,000,104	57%	1,522	608,878	60%
2	5	0.5	1,210	3,025,625	19%	931	2,326,441	21%	530	1,325,893	21%
3	15	4	625	37,501,200	10%	441	26,482,162	10%	170	10,204,388	7%
4	30	5	397	59,601,000	6%	210	31,549,328	5%	132	19,728,461	5%
5	60	7	223	93,542,400	3%	162	67,845,999	4%	52	21,856,708	2%
6	90	10	81	73,269,000	1%	138	124,539,795	3%	114	102,627,283	5%
7	100	10	241	241,000,000	4%						
1-3 total			5,534	42,006,173	85%	3,872	29,808,707	88%	2,223	12,139,159	88%
4-7 total			6,079	467,412,400	15%	4,172	223,935,122	12%	2,389	144,212,452	12%
total			6,476	509,418,573	100%	4,382	253,743,830	100%	2,520	156,351,611	100%
Cuenca			Pisco			Yauca			Kamana/Majes		
Area (km2)			Area(km2) 4270.52			Area(km2) 4318.54			Area(km2) 17049.51		
sedimentos (m3/km2)			56,634		m3/km	39,780		m3/km	42,739		m3/km
Orden	ancho (m)	profundidad (m)	longitud (km)	volumen (m3)	relación (%)	longitud (km)	volumen (m3)	relación (%)	longitud (km)	volumen (m3)	relación (%)
1	2	0.2	1,955	1,479,348	61%	1,681	1,000,104	60%	8,142	608,878	61%
2	5	0.5	600	3,025,625	19%	541	2,326,441	19%	2,599	1,325,893	20%
3	15	4	236	37,501,200	7%	275	26,482,162	10%	1,141	10,204,388	9%
4	30	5	102	59,601,000	3%	87	31,549,328	3%	610	19,728,461	5%
5	60	7	110	93,542,400	3%	119	67,845,999	4%	348	21,856,708	3%
6	90	10	182	73,269,000	6%	100	124,539,795	4%	459	102,627,283	3%
7	100	10		241,000,000							
1-3 total			2,790	42,006,173	88%	2,498	29,808,707	89%	11,882	12,139,159	89%
4-7 total			3,082	467,412,400	12%	2,717	223,935,122	11%	1,417	144,212,452	11%
total			3,184	509,418,573	100%	2,804	253,743,830	100%	13,298	156,351,611	100%
※solo peru											
Fuente: Equipo Estudios de JICA											

## **(2) Cálculo de volumen de descarga de sedimentos utilizando el volumen comparativo de descarga de sedimentos**

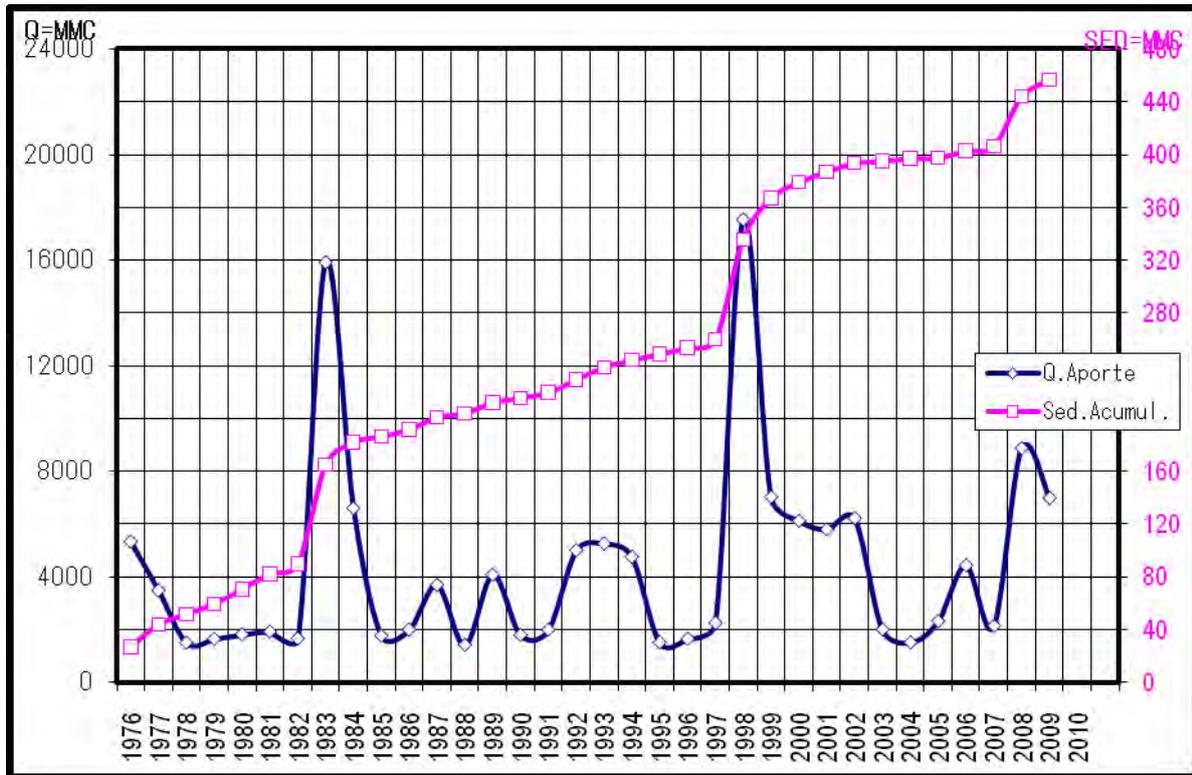
En la Presa Poechos se realizan mediciones de sedimentos periódicamente. A partir de este volumen de descarga de sedimentos se ha calculado el volumen comparativo de sedimentos y este a su vez ha sido utilizado para calcular el volumen de descarga de sedimentos de las otras cuencas.

### **(a) Volumen de sedimentos en la Presa Poechos**

La Presa Poechos se encuentra en la cuenca alta del río Chira, cerca de la frontera con Ecuador. Esta Presa fue construida durante el periodo de 1972 y 1976 y inició sus operaciones a partir de esta fecha. La superficie de la cuenca es de aproximadamente 13,000km<sup>2</sup> y la mitad de la misma se encuentra ubicada en el país vecino del Ecuador. La capacidad de almacenamiento es de 790 millones t pero 34 años después de inaugurada, se acumularon 460 millones t de sedimentos y la capacidad de almacenamiento se redujo en 410 millones de t, además presenta problemas en la capacidad de regulación de inundaciones. (Ver Figura 1.4.5 y Figura 1.4.7). Por este motivo, en épocas ordinarias el nivel de agua lleno ha sido elevado de 103m para 104m.

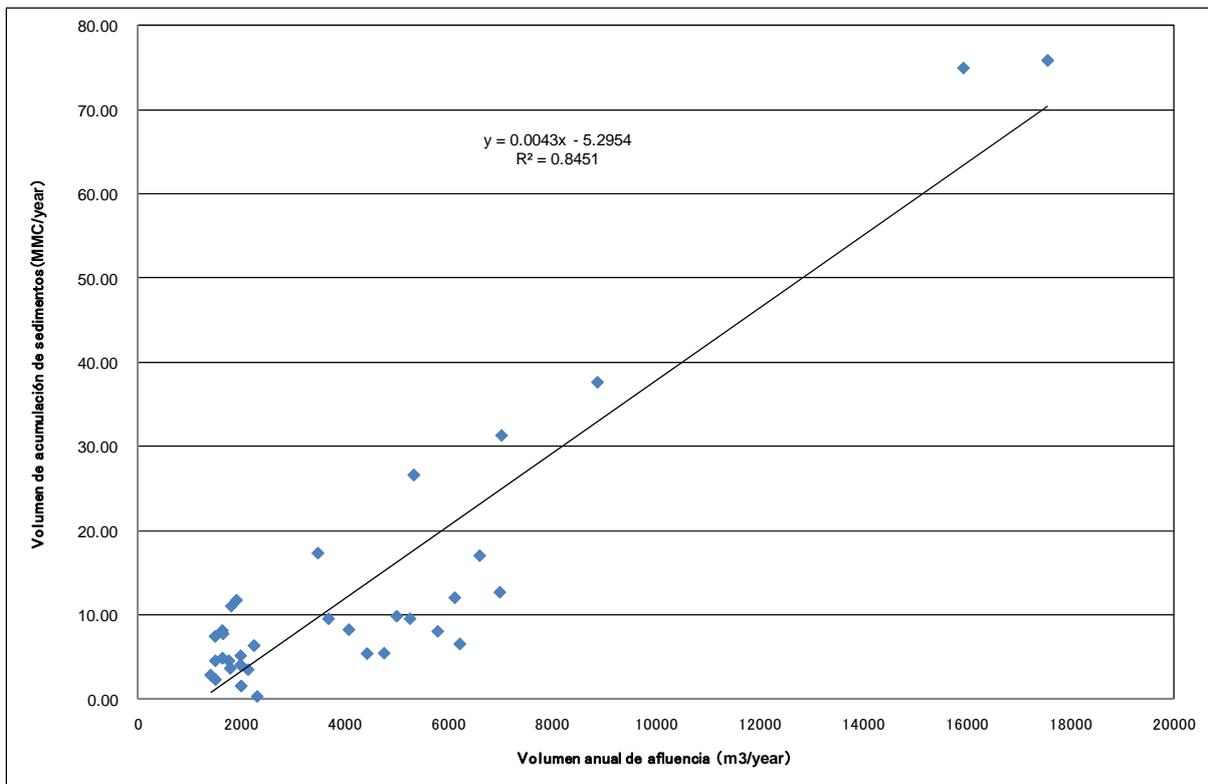
Observándose el volumen de descarga de sedimentos, en los años 1983 y 1998 cuando ocurrió el fenómeno de El Niño, hubo mucha precipitación y durante un año se registró una descarga de sedimentos de cerca de 7,500t. El volumen comparativo de descarga de sedimentos considera 500m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/año, pero durante la ocurrencia del Niño, este llega a 6,000m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/año, cerca de 10 veces más de lo normal. La medición del volumen de descarga de sedimentos se da de manera transversal. En algunas Presas de Japón también, se han registrado un incremento de hasta dos dígitos en el volumen de sedimentos generados por la ocurrencia de inundaciones, con relación a años normales.

Figura 1.4.5 Volumen anual de afluencia en la Presa Poechos y acumulación de sedimentos



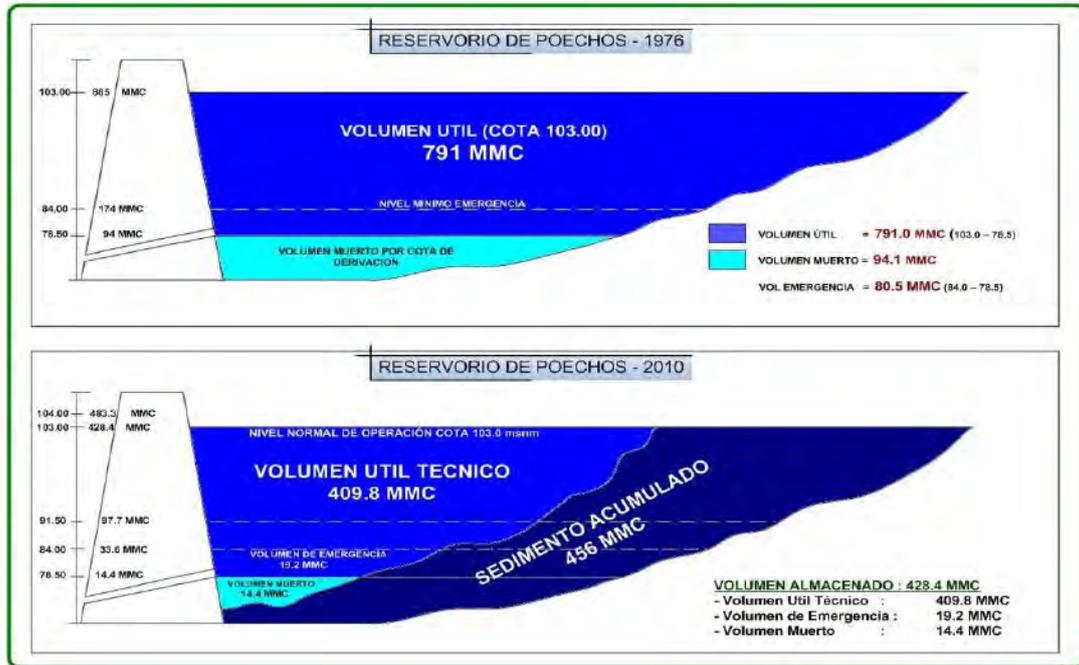
Fuente: : PECHP

Figura 1.4.6 Relación entre el volumen anual de afluencia y volumen de acumulación de sedimentos



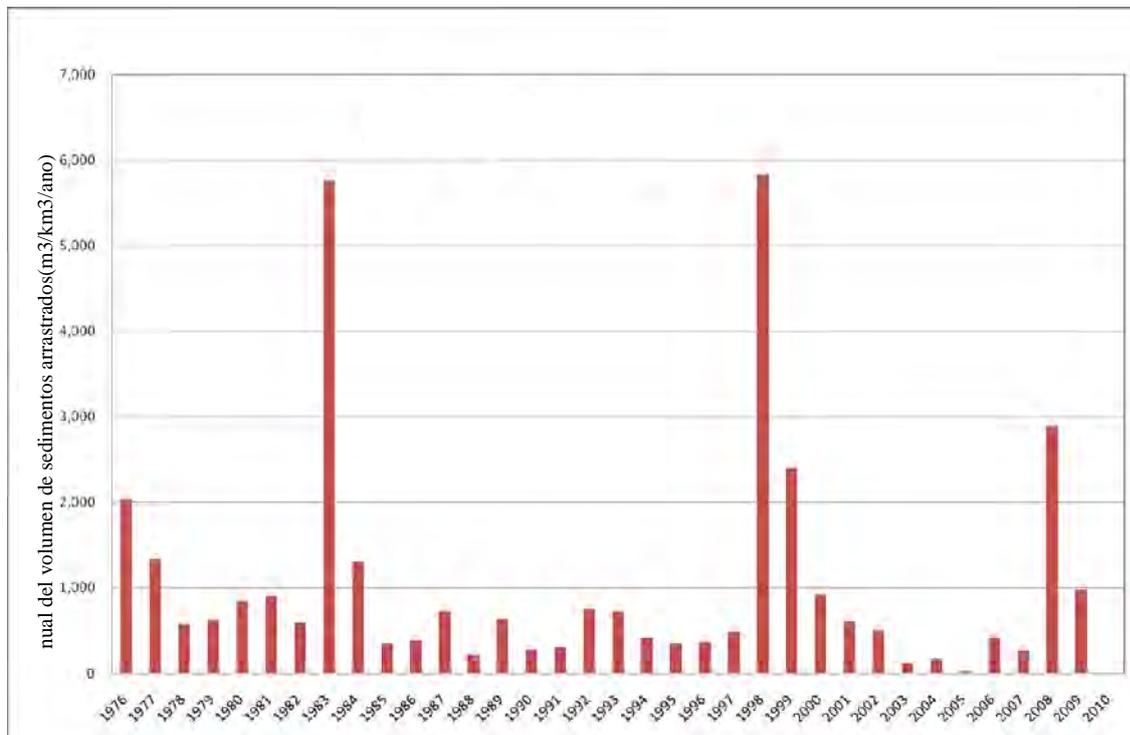
Fuente: Equipo Estudios de JICA

**Figura 1.4.7 Situación de la acumulación de sedimentos (arriba 1976 – abajo 2010)**



Fuente: : PECHP

**Figura 1.4.8 Comparativo anual del volumen de sedimentos arrastrados**



Fuente: Equipo Estudios de JICA

**(a) Cálculo del volumen de descarga comparativo**

Con base en los datos de la situación de sedimentos de la Presa Poechos se calcula el volumen comparativo de descarga de sedimentos para una inundación.

**1) Datos pluviométricos**

Los datos pluviométricos en los alrededores de la Presa Poechos fueron organizados. Se muestran en la Figura 1.4.3, Figura 1.4.9 y Tabla 1.4.4. Para elaborar el componente pluviométrico fueron seleccionadas estaciones relativamente cerca entre ellas, con periodos de medición largos. El periodo de medición utilizado en cada estación se muestra en la Tabla 1.4.5. La superficie de la cuenca abarca cerca de 6,500km<sup>2</sup>, cubriendo tanto el Perú y el Ecuador, como se muestra en la Tabla 1.4.6.

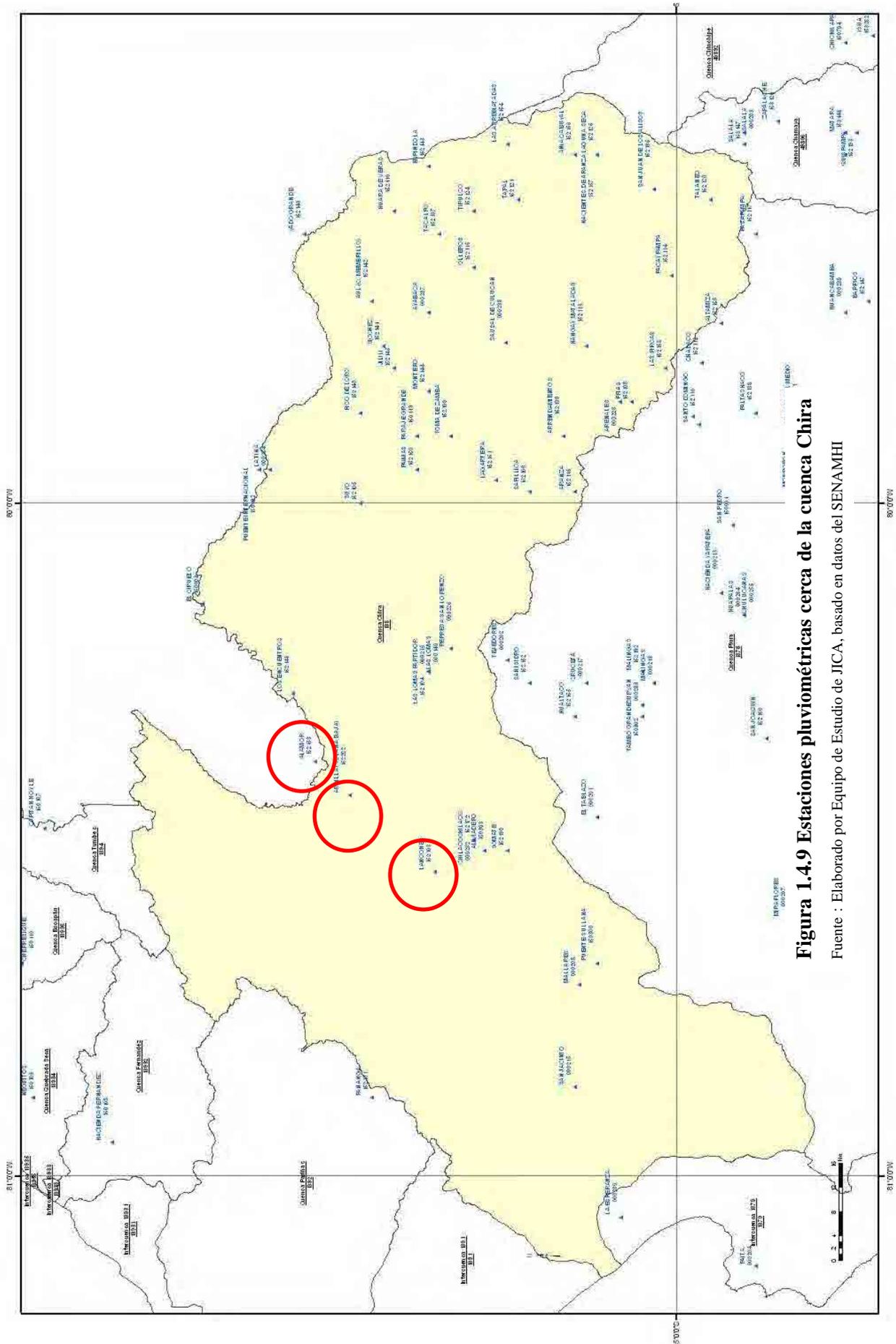
**Tabla 1.4.3 Estación pluviométrica de la cuenca del río Chira**

Nombre de Estación	Región	Provincia	Ciudad	Longitud	Latitud	m.s.n.m.
ALAMOR	PIURA	SULLANA	LANCONES	80°23'00.0"	04°28'00.0"	150
ALVIADERO	PIURA	SULLANA	LANCONES	80°31'00.0"	04°43'00.0"	103
ALTAMIZA	PIURA	MORROPON	CHALACO	79°44'00.0"	05°04'00.0"	2600
ANIA CABUYAL	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°29'00.0"	04°51'00.0"	2450
ARANZA	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°59'00.0"	04°51'00.0"	1300
ARDILLA (SOLANA BAJA)	PIURA	SULLANA	LANCONES	80°26'00.0"	04°31'00.0"	150
ARENALES	PIURA	AYABACA	FRIAS	79°51'00.0"	04°55'00.0"	3010
ARRENDAMIENTOS	PIURA	AYABACA	LAGUNAS	79°54'00.0"	04°50'00.0"	3010
AUL (C. MEMBRILLO)	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°42'00.0"	04°33'00.0"	640
AYABACA	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°43'00.0"	04°38'00.0"	2700
CHALACO	PIURA	MORROPON	CHALACO	79°47'30.0"	05°02'13.0"	2276
CHILACO	PIURA	SULLANA	LANCONES	80°30'00.0"	04°42'00.0"	90
EL CIRUELO	PIURA	AYABACA	SUYO	80°09'00.0"	04°18'00.0"	202
EL TABLAZO	PIURA	PIURA	TAMBO GRANDE	80°28'00.0"	04°53'00.0"	148
ESPINDOLA	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°30'00.0"	04°38'00.0"	2300
FRIAS	PIURA	AYABACA	FRIAS	79°51'00.0"	04°56'00.0"	1700
HACIENDA YAPATERA	PIURA	MORROPON	CHULUCANAS	80°08'00.0"	05°04'00.0"	117
HUARA DE VERAS	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°34'00.0"	04°35'00.0"	1680
JILILI	PIURA	AYABACA	JILILI	79°48'00.0"	04°35'00.0"	1330
LA ESPERANZA	PIURA	PAITA	COLAN	81°03'38.0"	04°55'04.0"	12
LA TINA	PIURA	AYABACA	SUYO	79°57'00.0"	04°24'00.0"	427
LAGARTERA	PIURA	AYABACA	SAPILLICA	79°58'00.0"	04°44'00.0"	307
LAGUNA SECA	PIURA	AYABACA	PACAI PAMPA	79°29'00.0"	04°53'00.0"	2450
LANCONES	PIURA	SULLANA	LANCONES	80°32'50.0"	04°38'34.0"	150
LAS ARREBIATADAS	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°28'00.0"	04°45'00.0"	3450
LAS LOMAS	PIURA	PIURA	LAS LOMAS	80°15'00.0"	04°38'00.0"	265
LAS PIRCAS	PIURA	AYABACA	FRIAS	79°48'00.0"	04°59'00.0"	3300

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y  
VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ  
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL  
I-6 INFORME DE SOPORTE  
ANEXO-6 PLAN DE CONTROL DE SEDIMENTOS*

LOS ENCUENTROS	PIURA	SULLANA	LANCONES	80°17'00.0"	04°26'00.0"	175
MALLARES	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA	80°42'52.9"	04°51'25.6"	47
MONTERO	PIURA	AYABACA	MONTERO	79°50'00.0"	04°38'00.0"	1070
NACIENTES DE ARANZA	PIURA	AYABACA	PACAIPAMPA	79°29'00.0"	04°53'00.0"	2450
NANGAY MATALACAS	PIURA	AYABACA	PACAIPAMPA	79°46'00.0"	04°52'00.0"	2100
OLLEROS	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°39'00.0"	04°42'00.0"	1360
PACAYPAMPA	PIURA	AYABACA	PACAIPAMPA	79°39'46.0"	04°59'35.0"	2041
PAIMAS	PIURA	AYABACA	PAIMAS	79°57'00.0"	04°37'00.0"	545
PAITA	PIURA	PAITA	PAITA	81°08'00.0"	05°07'00.0"	3
PANANGA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA	80°53'00.0"	04°33'00.0"	480
PARAJE GRANDE	PIURA	AYABACA	PAIMAS	79°54'00.0"	04°37'00.0"	555
<b>PARTIDOR</b>	<b>PIURA</b>	<b>SULLANA</b>	<b>LANCONES</b>	<b>80°15'00.0"</b>	<b>04°38'00.0"</b>	<b>265</b>
PASAPAMPA	PIURA	HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	79°36'00.0"	05°07'00.0"	2410
PICO DE LORO	PIURA	AYABACA	SUYO	79°52'00.0"	04°32'00.0"	1325
PUENTE INTERNACIONAL	PIURA	AYABACA	SUYO	79°57'00.0"	04°23'00.0"	408
PUENTE SULLANA	PIURA	SULLANA	SULLANA	80°41'00.0"	04°53'00.0"	32
REPRESA SAN LORENZO	PIURA	PIURA	LAS LOMAS	80°13'00.0"	04°40'00.0"	300
SAN ISIDRO	PIURA	PIURA	LAS LOMAS	80°16'00.0"	04°47'00.0"	160
SAN JACINTO	PIURA	SULLANA	IGNACIO ESCUDERO	80°52'00.0"	04°51'00.0"	103
SAN JUAN DE LOS ALISOS	PIURA	AYABACA	PACAIPAMPA	79°32'00.0"	04°58'00.0"	2150
SAPILICA	PIURA	AYABACA	SAPILICA	79°59'00.0"	04°47'00.0"	1456
SAUSAL DE CULUCAN	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°45'42.0"	04°44'52.0"	980
SICCHEZ	PIURA	AYABACA	SICCHEZ	79°46'00.0"	04°34'00.0"	1435
SOMATE	PIURA	SULLANA	SULLANA	80°31'00.0"	04°45'00.0"	112
SUYO	PIURA	AYABACA	SUYO	80°00'00.0"	04°32'00.0"	250
TACALPO	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°36'00.0"	04°39'00.0"	2012
TALANEO	PIURA	HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	79°33'00.0"	05°03'00.0"	3430
TAPAL	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°33'00.0"	04°46'00.0"	1890
TEJEDORES	PIURA	PIURA	LAS LOMAS	80°14'00.0"	04°45'00.0"	230
TIPULCO	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°34'00.0"	04°42'00.0"	2600
TOMA DE ZAMBA	PIURA	AYABACA	LAGUNAS	79°54'00.0"	04°40'00.0"	585
VADO GRANDE	PIURA	AYABACA	AYABACA	79°36'00.0"	04°27'00.0"	900

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio de JICA a base de datos de SENAMHI



**Figura 1.4.9 Estaciones pluviométricas cerca de la cuenca Chira**

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del SENAMHI

**Tabla 1.4.4 Periodo de medición utilizado en las estaciones medidoras**

RIO CHIRA	1976	1977	1978	1979	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	
ALAMOR																																				
EL CIRUELO																																				
PARTIDOR																																				

Fuente: Equipo Estudios de JICA

**Tabla 1.4.5 Detalles de la composición del volumen de lluvias**

Estación	Periodo de utilización	Periodo faltante (sin datos)
ALAMOR	1ro de Diciembre – 31 de Marzo de 1996	Mayo de 1992 – Junio de 1993 Agosto de 1995
EL CIRUELO	1ro de Abril de 1996 – 31 Diciembre de 1997	
PARTIDOR	1ro de Enero de 1998 -25 de Junio de 2010	Junio de 1998 – Diciembre de 1998 Enero de 2009, Marzo de 2010

※Los años 1992 y 1993 fueron excluidos del análisis ya que no existen datos. Los meses de enero a mayo del año 1998 si se tomaron en cuenta ya que se cuenta con los datos respectivos.

Fuente: Equipo Estudios de JICA

**Tabla 1.4.6 Área de la cuenca de la Presa Poechos**

	Área (km <sup>2</sup> )
Cuenca parte Peruana	6,410
Cuenca parte Ecuatoriana	Aprox. 6,590
Total	Aprox. 13,000

Fuente: Equipo Estudios de JICA

## 2) Relación entre la pluviometría y el volumen de descarga de sedimentos

El volumen de descarga en la Presa Poechos, el volumen de sedimentos y el volumen pluviométrico se muestran en la Tabla 1.4.7 y las Figura 1.4.10 a Figura 1.4.16. Durante los años 1983 y 1998, cuando ocurrió el fenómeno de El Niño, fue registrado un acumulo de sedimentos de 370 millones m<sup>3</sup>. El volumen pluviométrico anual y el volumen de descarga anual son congruentes, así como la relación de estos con el volumen de sedimentos. Como la superficie de la cuenca es prácticamente la misma tanto para el Perú como para el Ecuador, hemos considerado el volumen de sedimentos así como el volumen de descarga en 50%.

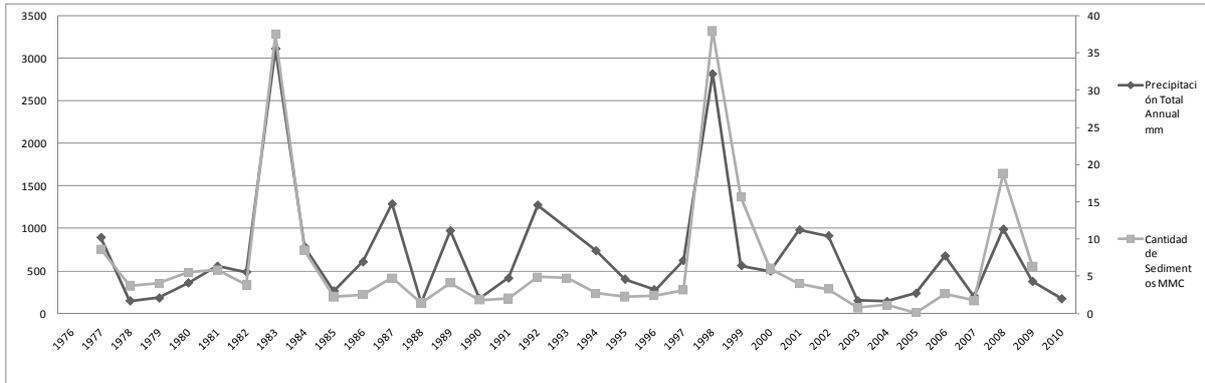
**Tabla 1.4.7 Volumen de afluencia, acumulación de sedimentos y lluvias en la Presa Poechos**

Año	Precipitación máxima en 24 horas mm	Máxima Precipitación continua mm	Precipitación Total Anual mm	Cantidad de Sedimentos 1 MMC	Cantidad de flujo entrante 1 MMC	Observaciones
1976				13.30	2,661.5	
1977	135.9	234.1	894.2	8.65	1,736.5	
1978	28.0	38.2	149.3	3.70	744.0	
1979	30.0	70.1	181.9	4.05	814.5	
1980	72.9	187.4	360.1	5.50	900.0	
1981	93.2	450.5	555.2	5.85	951.0	
1982	100.8	199.7	488.6	3.85	821.0	
1983	209.1	942.0	3112.6	37.50	7,965.0	El Niño
1984	82.5	196.4	783.5	8.50	3,297.0	
1985	49.7	111.9	265.3	2.25	876.0	
1986	100.5	206.1	607.9	2.55	990.5	
1987	152.3	401.5	1288.8	4.75	1,838.5	
1988	16.1	25.3	120.4	1.40	701.0	
1989	91.0	185.4	973.5	4.10	2,035.0	
1990	18.3	58.3	173.9	1.80	890	
1991	105.3	163.8	416.1	2.00	989.5	
1992	186.0	411.5	1275.4	4.90	2,496.5	
1993				4.75	2,625.0	no data
1994	116.5	245.0	737.6	2.70	2,375.5	
1995	85.0	145.9	404.4	2.25	747.1	
1996	76.5	172.5	299.4	2.40	815.6	
1997	91.8	180.4	622.8	3.15	1,120.0	
1998	191.4	599.8	2816.8	37.95	8,778.0	El Niño
1999	108.6	239.5	562.9	15.65	3,508.7	
2000	53.7	85.7	499.3	6.00	3057	
2001	99.4	495.1	983.2	4.00	2,892.5	
2002	105.6	382.6	914.1	3.25	3,105.5	
2003	55.0	58.1	149.6	0.75	996.0	
2004	35.4	36.1	140.5	1.13	747.9	
2005	48.9	128.4	238.2	0.13	1,150.5	
2006	105.6	140.3	677.1	2.68	2,210.6	
2007	48.2	78.3	202.4	1.73	1,062.9	

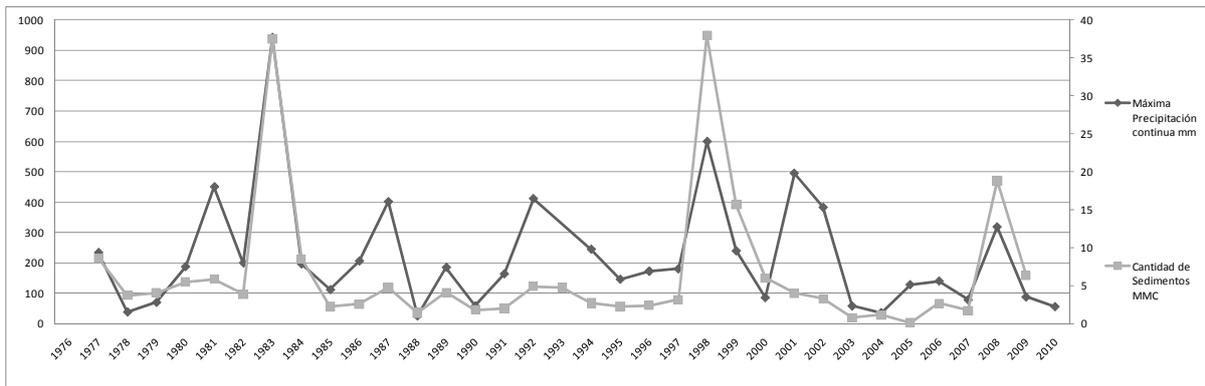
2008	114.3	318.6	990.7	18.82	4,433.8	
2009	51.3	87.7	377.2	6.33	3,491.4	

※Se toma 50% ya que las áreas de las cuencas de Perú y Ecuador son aproximadamente la mitad del área total de la cuenca  
 Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del PECHP

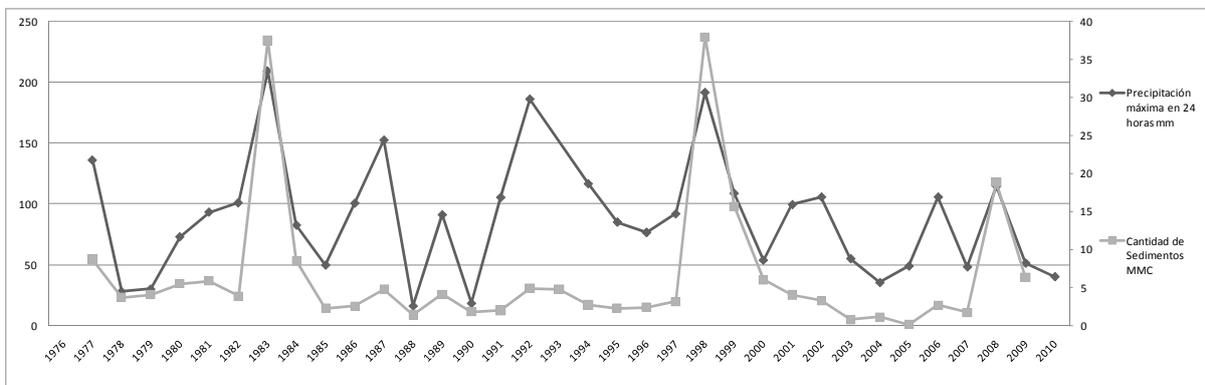
**Figura 1.4.10 Relación entre el volumen anual de lluvias y volumen de acumulación de sedimentos**



**Figura 1.4.11 Relación entre máximo volumen de lluvias y volumen de acumulación de sedimentos Anual**

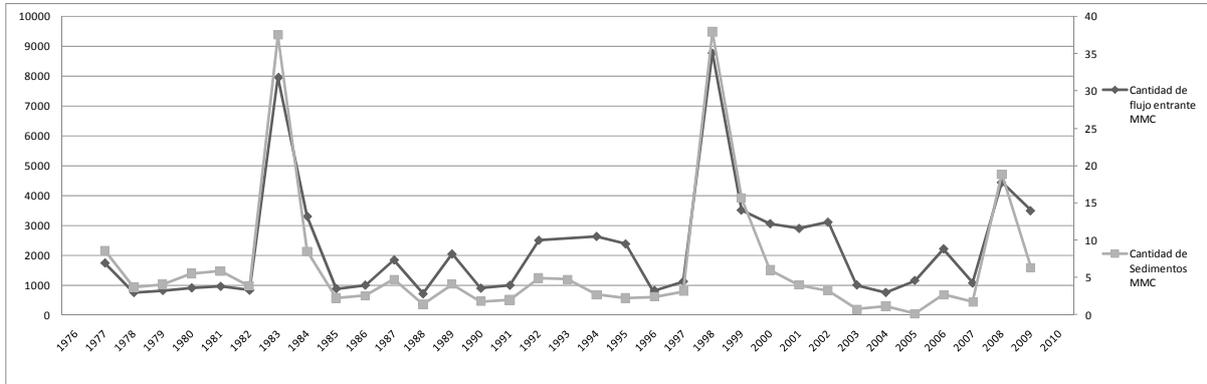


**Figura 1.4.12 Relación entre máximo volumen de lluvias y volumen de acumulación de sedimentos diario**

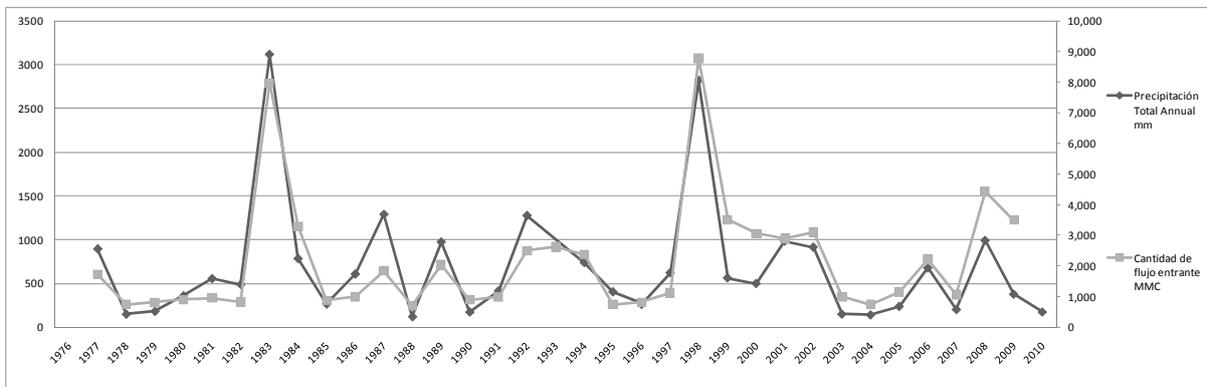


Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

**Figura 1.4.13 Volumen de lluvias y volumen de afluencia anual**

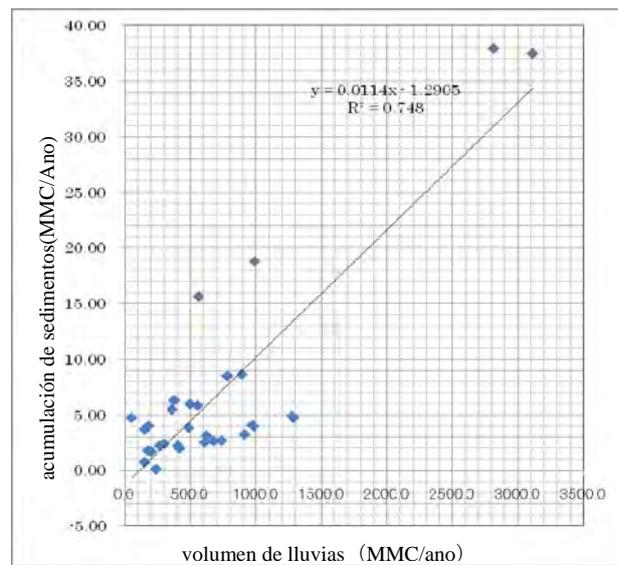
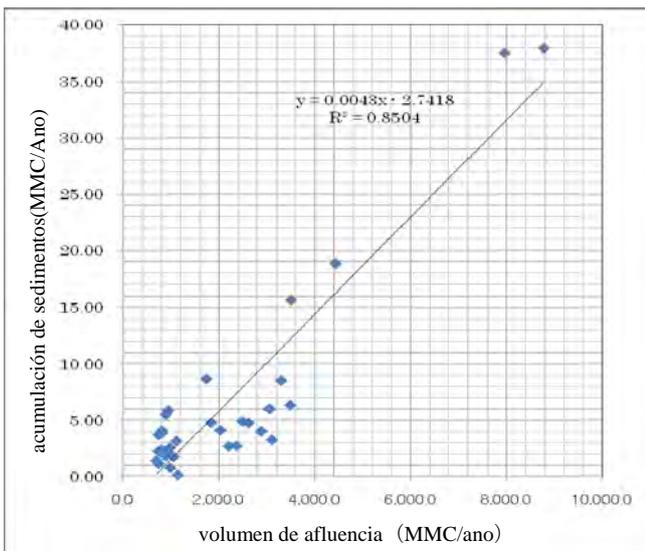


**Figura 1.4.14 Volumen de afluencia y volumen de acumulación de sedimentos anual**



**Figura 1.4.15 Relación entre el volumen de afluencia y volumen de acumulación de sedimentos**

**Figura 1.4.16 Relación entre volumen de lluvias y volumen de acumulación de sedimentos anual**



Fuente: Equipo Estudios de JICA

### 3) Relación entre pluviometría y pérdida de suelo

Para calcular el volumen pérdida de suelo se ha utilizado el modelo experimental típico Ecuación Universal de Pérdida de Suelo o USLE (Universal Soil Loss Equation) y su versión revisada RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), así como el MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation). El USLE se muestra en la Ecuación 1.4.1 y ha sido intrínsecamente desarrollado por diversos investigadores y con base a un modelo estático; Wishmeier entre otros, desarrollaron un modelo práctico aplicando datos experimentales de campo.

$$A = R K L S C P \quad \text{Ecuación 1.4.1}$$

Así,

A : Pérdida de suelo por unidad de superficie [t ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>]

R : Factor de erosividad de lluvia [MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>]

K : Factor de erosionabilidad [t h MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>]

L : Factor de longitud de la pendiente [adimensional]

S : Factor de inclinación de la pendiente [adimensional]

La pérdida de suelo anual A es proporcional a R, K, L y S

$$R = \sum_{i=1}^n E_i I_{30i}$$

Así queda claro que la pérdida de suelo es proporcional al volumen de lluvias.

Donde:

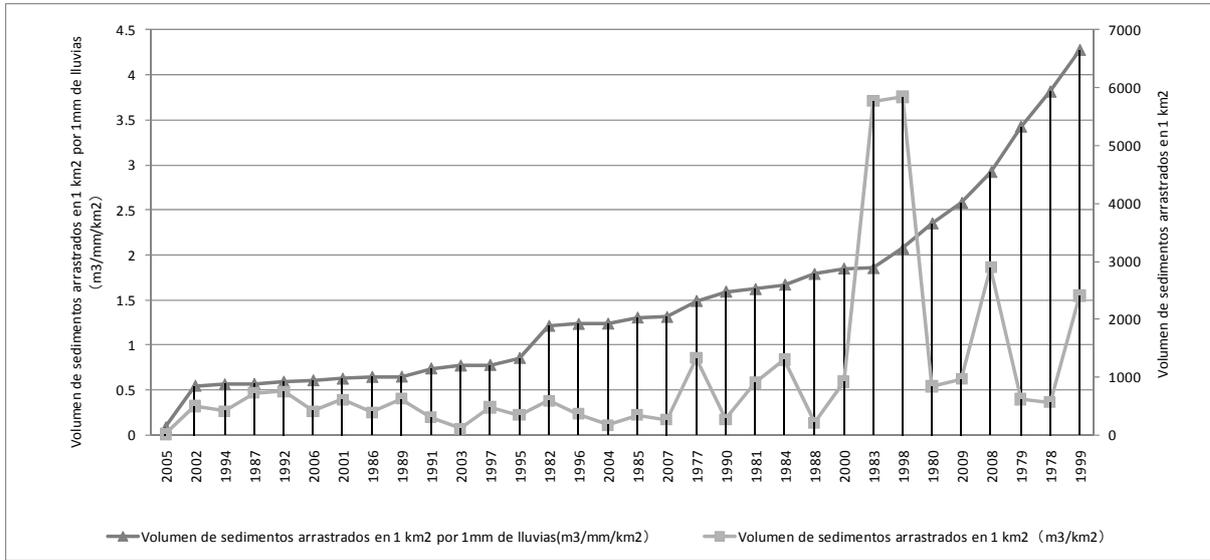
E<sub>i</sub> : Energía cinética de las lluvias [MJ ha<sup>-1</sup>] en el evento aleatorio de lluvias i

I<sub>30i</sub> : Volumen máximo de lluvias por 30 minutos [mm h<sup>-1</sup>] en el evento aleatorio de lluvias i (observar las unidades)

n : No. de eventos aleatorios de lluvias al año

Los datos de volumen de lluvias fueron organizados pero como solamente existen datos de volumen de lluvias diario, se asume que el volumen de pérdida de suelo y el volumen de lluvias es proporcional, de manera que se ha calculado el volumen de descarga de suelo en 1 mm para 1 km<sup>2</sup>. Existen variaciones entre los números, pero los resultados obtenidos son 0.5 ~ 4 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/mm, con promedio de 1.48 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/mm.

**Figura 1.4.17 Volumen de sedimentos arrastrados en 1 km<sup>2</sup> por 1mm de lluvias**

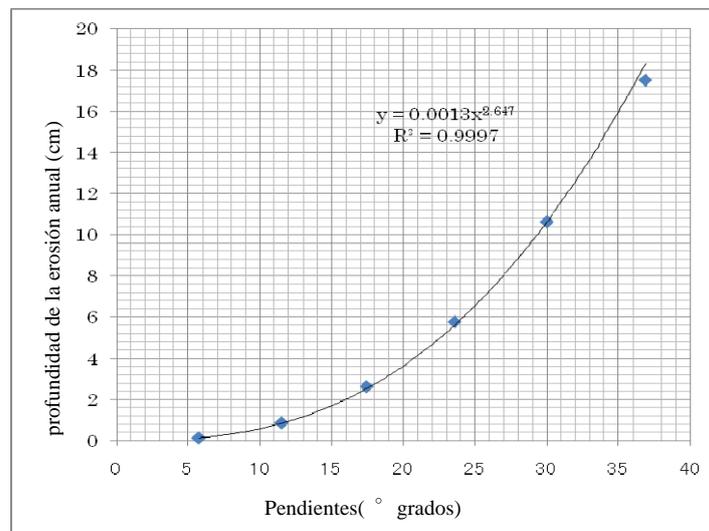


Fuente: Equipo Estudios de JICA

#### 4) Pérdida de suelo e inclinación de pendientes

Mediciones en la cuenca del río Jinzukawa muestran que la profundidad de erosión anual ocurre principalmente en las pendientes inclinadas y mientras más acentuada la inclinación, más profunda es la erosión. (Kazuo Ashida, Tamotsu Takahashi, Tomiaki Sawada, S60.4]<sup>1</sup>). A partir de estos datos de medición se ha podido averiguar la relación entre la inclinación de pendiente y profundidad de la erosión, como se muestra a seguir (Ver Figura 1.4.18). La clasificación de inclinación de las cuencas fue realizada a partir del mapa de clasificación de inclinaciones y con base a estos datos fue atribuida una ponderación del volumen de pérdida de suelo para cada inclinación. (Ver Tabla 1.4.8).

**Figura 1.4.18 Relación entre pendientes y la profundidad de la erosión anual**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

**Tabla 1.4.8 Ponderación de la profundidad de erosión por inclinación de la pendiente**

Inclinación de pendiente (°)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	Nivel de erosión
0-2	335.24	5%	1
2-15	2065.31	32%	1
15-35	1854.42	29%	6
35-	2155.05	34%	59
Total	6410.02	100%	

Fuente: Equipo Estudios de JICA

### 5) Volumen comparativo de descarga en los alrededores de la Presa Poechos

El resultado del volumen de descarga de sedimentos para un volumen pluviométrico de 50mm se muestra en la Tabla 1.4.9.

**Tabla 1.4.9 Volumen de arrastre de sedimentos por 50mm de lluvia**

Inclinación de pendiente	Volumen de arrastre de sedimentos por 50mm
0-15°	3.4m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>
15-35°	21.2m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>
35°	199.5m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>

Fuente: Equipo Estudios de JICA

### 6) Volumen de descarga de sedimentos en otras cuencas

Fue evaluada la validez de utilizar el volumen comparativo de sedimentos calculados a partir de los sedimentos de la Presa Poechos en las otras cuencas. Se dice que el volumen de descarga de sedimentos depende grandemente de la geología y en las especificaciones técnicas de protección de cuencas (propuesta) se utilizan los siguientes volúmenes de descarga de sedimentos como referencia (Ver Tabla 1.4.10).

En las cercanías de la Presa Poechos se encuentra materia volcánica mientras que en los alrededores de las cuencas de Cañete, Chincha, Pisco, y Yauca se encuentra materia granítica y andesítica. De acuerdo con la siguiente Tabla, se desprende que en las 4 cuencas de Cañete, Chincha, Pisco y Yauca el volumen de descarga de sedimentos se sitúa entre los 60% y 75% en comparación con Chira.

De esta forma, se asume que en las otras 4 cuencas el volumen de descarga de sedimentos es de 75%, tal como se observa en la Tabla 1.4.11.

**Tabla 1.4.10 Diferencias en el volumen de arrastre de sedimentos de acuerdo con la Geología**

Clasificación de la Cuenca	Geología	Cantidad de sedimentos (tomando como referencia 1km <sup>2</sup> de área de cuenca)
Zona de Aluviones	Zona de granitos	Inundación de 50,000~150,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1
	Zona de eyección volcánica	Inundación de 80,000~200,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1
	Zona de estrato terciario	Inundación de 40,000~100,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1
	Zona de rocas fracturadas	Inundación de 100,000~200,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1
	Otra zonas	Inundación de 30,000~800,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1

Zona de flujo de tracción	Zona de granitos	Inundación de 45,000~60,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1
	Zona de eyección volcánica	Inundación de 60,000~80,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1
	Zona de estrato terciario	Inundación de 40,000~50,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1
	Zona de rocas fracturadas	Inundación de 100,000~125,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1
	Otra zonas	Inundación de 20,000~30,000m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1

Se utiliza 0.5 veces cuando el área de la cuenca es 10 veces el promedio, cuando es 1/10 se puede utilizar hasta 3 veces.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudios de JICA tomando como base la Versión Revisada del Proyecto de las Normas Técnicas de Control de Sedimentos del Ministerio de Construcción S61

**Tabla 1.4.11 Volumen comparativo de arrastre en las cuatro cuencas**

Inclinación de pendiente	Volumen de arrastre de sedimentos por 50mm
0-15°	2.5m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>
15-35°	15.9m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>
35°	149.6m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>

Fuente: Equipo Estudios de JICA

### (3) Volumen de tracción calculado a partir del volumen de flujo

Considerándose que el volumen de sedimentos generados en la superficie del suelo ingresa en el cauce en su totalidad, y los sedimentos son descargados en lo posible en el volumen correspondiente al flujo, es posible estimar el volumen máximo de sedimentos posibles de ser descargados a partir de la fórmula de volumen de arrastre de sedimentos. Para averiguar el máximo volumen posible de descarga de sedimentos aplicamos la fórmula de tracción de volumen de sedimentos MPM que es la más adecuada para cuencas en zonas montañosas.

$$\Phi_B = 8(\tau_{*e} - 0.047)^{3/2}$$

$$\tau_{*e} = u_{*e}^2 / (sgd)$$

$$u_{*e} = (n_b / n)^{3/4} u_*$$

Donde

$\tau_{*e}$  : Fuerza de tracción crítica

$U_{*c}$  : Velocidad de fricción crítica

$U_*$  : Velocidad de fricción

$Sg$  : Aceleración gravitacional

$D$  : Diámetro de partículas promedio

Las condiciones son las siguientes.

**Tabla 1.4.12 Condiciones de capacidad de entrada de cada río**

Condiciones de ingreso de datos	Cañete	Chincha	Pisco	Yauca	Camaná Majes
Diámetro promedio (cm) ※1	1cm,10cm	3.8cm,5cm	1.2cm,3.8cm	0.9cm,6.3cm	1.3cm,6.3cm,
Densidad del cascajo ( $\sigma$ ) g/cm <sup>3</sup>	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Densidad del Agua ( $\rho$ ) g/cm <sup>3</sup>	1	1	1	1	1
Coefficiente de Manning (n)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

Pendiente del lecho (1/I)※2	45	63	76	60	66
Ancho del río (B)(m) ※2	75	150	100	150	30

※1 El cálculo del diámetro promedio se realizó a partir de los resultados de una investigación de laboratorio (D50) realizadas con material extraído del lecho del río. Se realizó para todas las muestras un análisis granulométrico. Teniendo en cuenta el máximo de 150mm se comparó con los 2 resultados del análisis granulométrico.

※2 De los resultados de los trabajos de topografía

Fuente: Equipo Estudios de JICA

Dadas las condiciones arriba, el volumen posible de descarga de sedimentos ha sido calculado a partir del volumen de flujo probable obtenido a través del análisis hidrológico.

**Tabla 1.4.13 Volumen de sedimentos calculados por el método de volumen de arrastre**

Cuenca	Periodo de retorno	Descarga pico	Resultados de los cálculos	
Cañete	Diámetros		φ1cm	φ10cm
	Descarga para 10 años de periodo de retorno	408	50,541	21,814
	Descarga para 25 años de periodo de retorno	822	75,016	39,466
	Descarga para 50 años de periodo de retorno	1496	111,963	67,443
	Descarga para 100 años de periodo de retorno	2175	127,615	80,635
Chincha	Diámetros		φ3.8cm	φ5cm
	Descarga para 10 años de periodo de retorno	472	135,501	87,276
	Descarga para 25 años de periodo de retorno	579.6	187,323	131,099
	Descarga para 50 años de periodo de retorno	806.7	214,464	154,300
	Descarga para 100 años de periodo de retorno	916.8	270,144	203,437
Pisco	Diámetros		φ1.2cm	φ3.8cm
	Descarga para 10 años de periodo de retorno	287	123,893	52,008
	Descarga para 25 años de periodo de retorno	451	171,511	88,622
	Descarga para 50 años de periodo de retorno	688	196,456	113,136
	Descarga para 100 años de periodo de retorno	855	247,655	130,429
Yauca	Diámetros		φ0.9cm	φ6.3cm
	Descarga para 10 años de periodo de retorno	36.5	22,238	1
	Descarga para 25 años de periodo de retorno	90	44,212	4,497
	Descarga para 50 años de periodo de retorno	167	71,405	16,090
	Descarga para 100 años de periodo de retorno	263	111,523	38,267
Camaná Majes	Diámetros		Φ1.3cm	φ6.3cm
	Descarga para 10 años de periodo de retorno	1,166	459,173	384,896
	Descarga para 25 años de periodo de retorno	1,921	719,715	631,326
	Descarga para 50 años de periodo de retorno	2,658	943,849	846,222
	Descarga para 100 años de periodo de retorno	3,562	1,192,347	1,087,202

Fuente: Equipo Estudios de JICA

### 1) Volumen de producción de sedimentos para cada cuenca

Fueron calculados para cada cuenca, los 3 tipos de volumen de sedimentos indicados abajo. En todas las cuencas, el incremento del volumen de sedimentos se ha dado para el caso 2, caso 1, caso 3 y caso 4, en este orden.

Caso 1 : Volumen de sedimentos calculados a partir del flujo (D 50 < a 120 mm)

Caso 2 : Volumen de sedimentos calculados a partir del flujo (D 50 para el total)

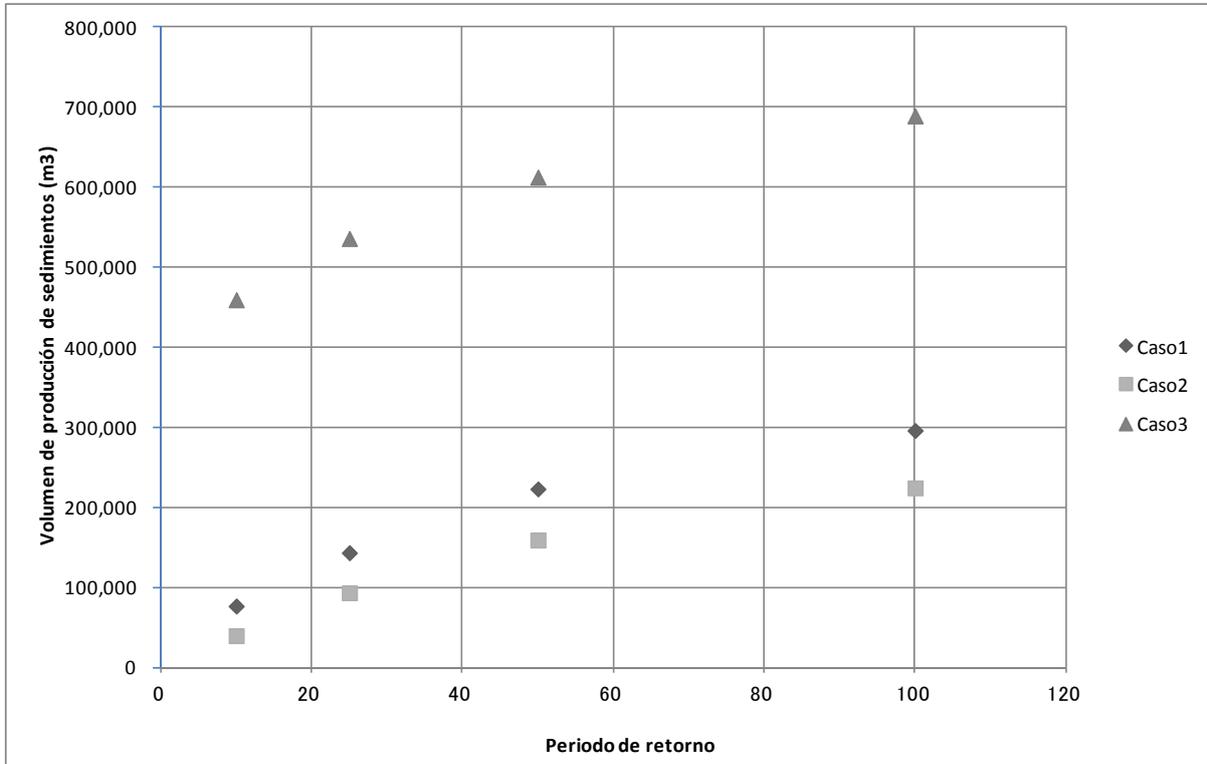
Caso 3 : Volumen de sedimentos calculado a partir del volumen de sedimentos de la Presa Poechos

Caso 4 : Volumen de arrastre de sedimentos posible

**(a) Cuenca de Cañete**

El volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Cañete se muestra a seguir. El volumen de sedimentos calculados a partir de la ecuación de arrastre de sedimentos en base al volumen de sedimentos de la Presa Poechos, ha resultado en cerca del doble del volumen. En los Casos 1 y 2, el diámetro de las partículas es de cerca de 10 veces más pero no es una diferencia significativa. Se asume que esto ocurre porque el volumen del flujo es abundante.

**Figura 1.4.19 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Cañete**



Caso 4 : Volumen posible de arrastre de cada cuenca 253,743,829m3

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

**Tabla 1.4.14 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Cañete**

Periodo de retorno	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
	Vol. de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos $\phi 1\text{cm}$	Vol. de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos $\phi 10\text{cm}$	Volumen de sedimentos calculados en base a la cantidad de sedimentos	Volumen de sedimentos trasladables
10	76,836	39,817	459,519	253,743,830
25	143,457	93,392	536,106	253,743,830
50	223,142	159,295	612,693	253,743,830

100	296,170	224,433	689,279	253,743,830
-----	---------	---------	---------	-------------

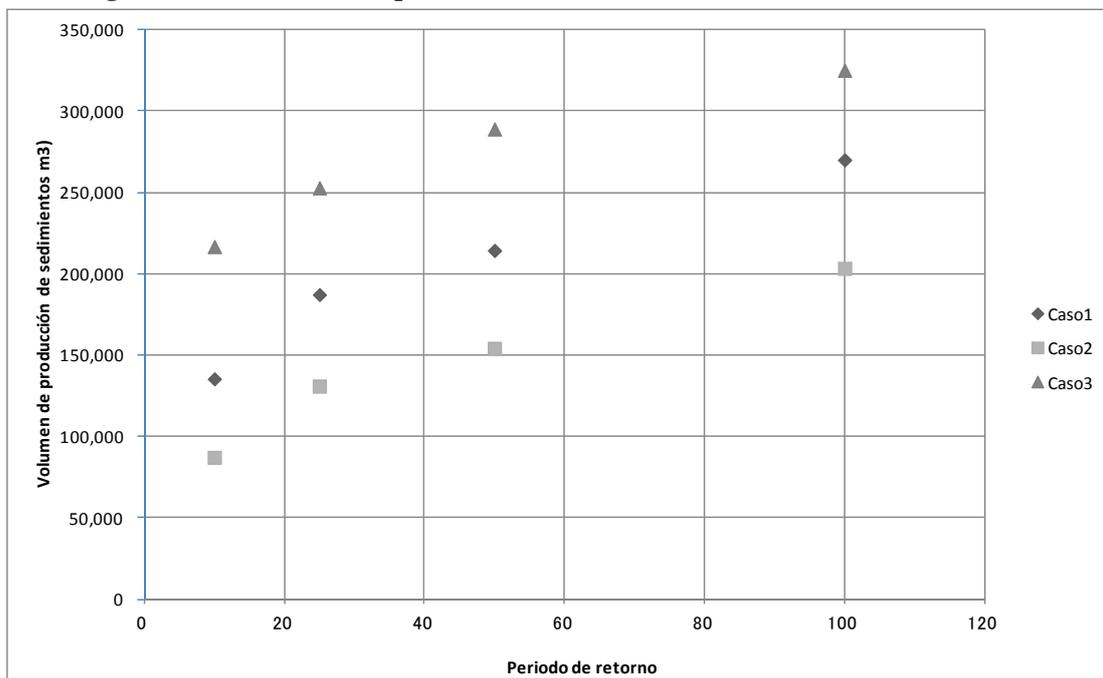
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

Unidad: m<sup>3</sup>

**(b) Cuenca de Chinchá**

El volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Chinchá se muestra a seguir. El volumen de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos en base al volumen de sedimentos de la Presa Poechos, ha resultado en cerca 1.3 a 1.5 más. Existe una diferencia de cerca de 1.3 veces en el Caso 1 y el Caso 2. Esto es congruente con el diámetro de las partículas.

**Figura 1.4.20 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Chinchá**



Caso 4: Volumen posible de arrastre de cada cuenca 156,351,611m<sup>3</sup>

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

**Tabla 1.4.15 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Chinchá**

Periodo de retorno	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
	Vol. de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos $\phi$ 3.8cm	Vol. de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos $\phi$ 5cm	Volumen de sedimentos calculados en base a la cantidad de sedimentos	Volumen de sedimentos trasladables
10	135,501	87,276	216,832	156,351,611
25	187,323	131,099	252,970	156,351,611
50	214,464	154,300	289,109	156,351,611
100	270,144	203,437	325,247	156,351,611

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

Unidad: m<sup>3</sup>

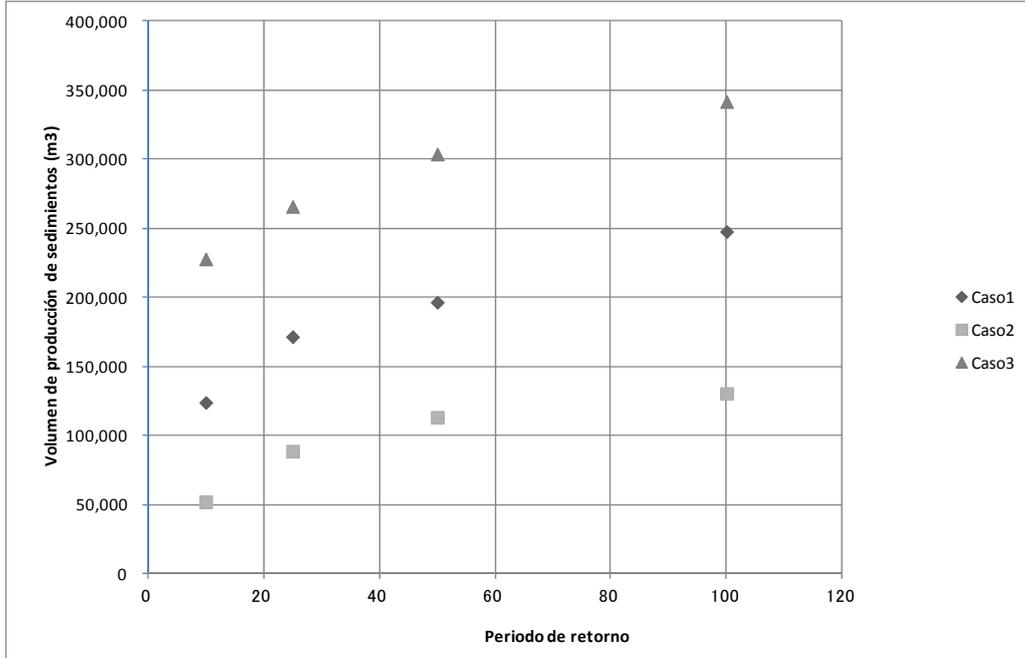
**(c) Cuenca de Pisco**

El volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Pisco se muestra a seguir. El volumen de

sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos en base al volumen de sedimentos de la Presa Poechos, ha resultado en cerca de 1.5~2.0 más. En los Casos 1 y 2, la diferencia es de cerca de 2 veces más.

**Caso 4: Volumen posible de arrastre de cada cuenca 241,858,551m<sup>3</sup>**

**Figura 1.4.21 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Pisco**



FuenteFuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

**Tabla 1.4.16 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Pisco**

Periodo de retorno	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
	Vol. de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos $\phi$ 3 $\phi$ 1.2cm	Vol. de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos $\phi$ 3 $\phi$ 3.8cm	Volumen de sedimentos calculados en base a la cantidad de sedimentos	Volumen de sedimentos trasladables
10	123,893	52,008	227,803	241,858,551
25	171,511	88,622	265,770	241,858,551
50	196,456	113,136	303,737	241,858,551
100	247,655	130,429	341,704	241,858,551

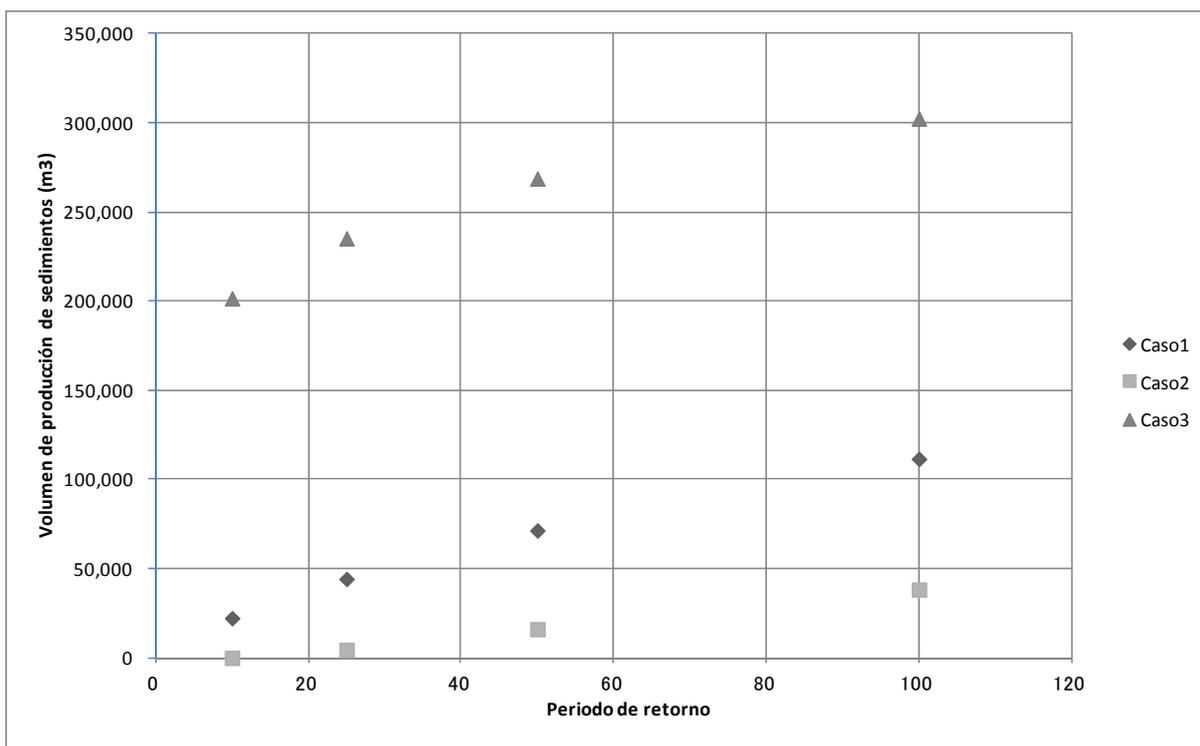
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

Unidad: m<sup>3</sup>

**(d) Cuenca de Yauca**

El volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Yauca se muestra a seguir. El volumen de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos en base al volumen de sedimentos de la Presa de Poechos, ha resultado en cerca 3~6 veces más. En los Casos 1 y 2 esta diferencia es de cerca de 3 veces más.

**Figura 1.4.22 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Yauca**



Caso 4: Volumen posible de arrastre de cada cuenca 171,793,215m<sup>3</sup>

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

**Tabla 1.4.17 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Yauca**

Periodo de retorno	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
	Vol. de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos $\phi$ 3 $\phi$ 1 $\phi$ 0.9cm	Vol. de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos $\phi$ 3 $\phi$ 1 $\phi$ 6.3cm	Volumen de sedimentos calculados en base a la cantidad de sedimentos	Volumen de sedimentos trasladables
10	22,238	1	201,568	171,793,215
25	44,212	4,497	235,162	171,793,215
50	71,405	16,090	268,757	171,793,215
100	111,523	38,267	302,352	171,793,215

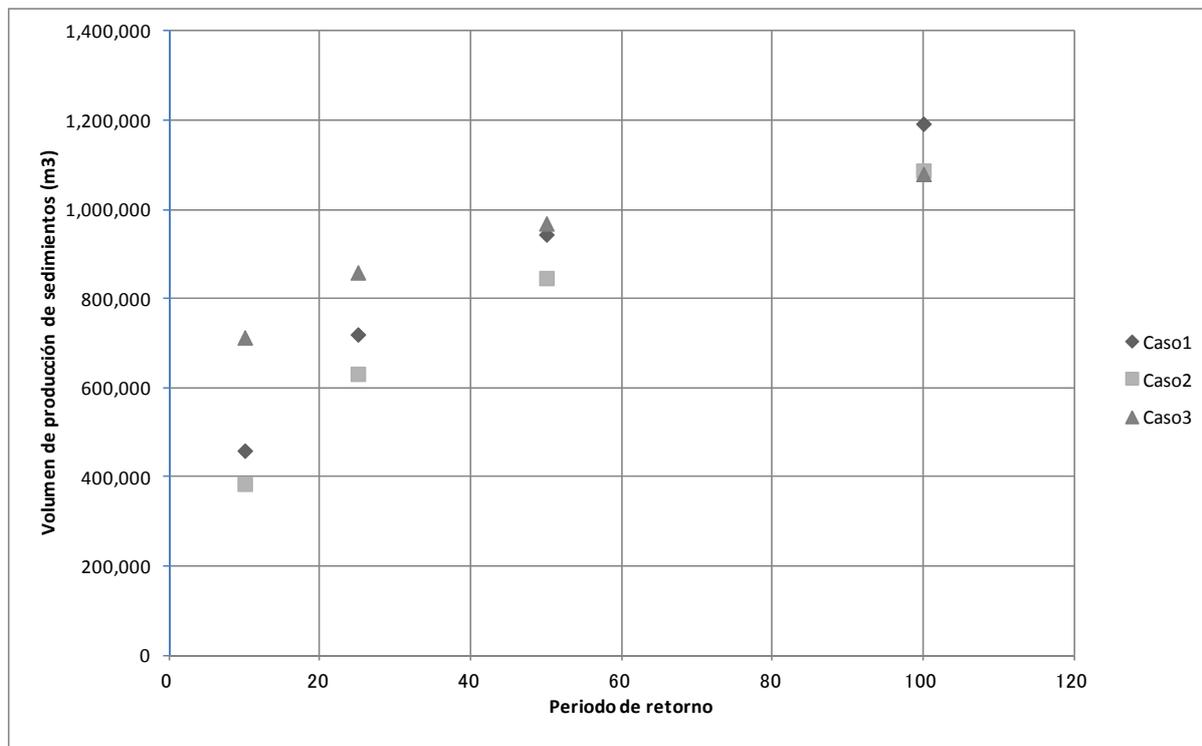
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

Unidad: m<sup>3</sup>

**(e) Cuenca de Camaná-Majes**

A diferencia de las demás cuencas, del caso 1 al 3, tiene la misma cantidad de sedimentos. Se cree que esto se debe a que la cuenca es mucho más grande que los demás y además tiene mayor

**Figura 1.4.23 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Camaná-Majes**



**Tabla 1.4.18 Volumen de producción de sedimentos en la Cuenca de Camaná-Majes**

Periodo de retorno	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
	Vol. de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos $\phi$ 3 $\phi$ 1 $\phi$ 0.9cm	Vol. de sedimentos calculados a partir de la ecuación de transporte de sedimentos $\phi$ 3 $\phi$ 1 $\phi$ 6.3cm	Volumen de sedimentos calculados en base a la cantidad de sedimentos	Volumen de sedimentos trasladables
10	459,173	384,896	712,945	728,677,693
25	719,715	631,326	858,829	728,677,693
50	943,849	846,222	968,636	728,677,693
100	1,192,347	1,087,202	1,079,822	728,677,693

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

Unidad: m3

**(f) Volumen de producción de sedimentos en cada cuenca**

Los 4 casos de volumen de sedimentos fueron calculados para cada cuenca. De estos, se estima que los casos 1 y 2 que se controlan por el volumen de flujo son los más apropiados para cada evento de precipitación. Con relación al diámetro de las partículas, se puede afirmar que un ensayo de distribución de tamaño de partículas para el material total del cauce es más apropiado para expresar las características de

los materiales del cauce. A partir de lo mencionado anteriormente, el volumen de producción de sedimentos en cada cuenca es tal como se muestra en la Tabla 1.4.19.

**Tabla 1.4.19 Volumen de producción de sedimentos en cada cuenca**

Periodo de retorno	Cuenca del Río Cañete	Cuenca del Río Chincha	Cuenca del Río Pisco	Cuenca del Río Yauca	Camaná-Majes
10	39,817	87,276	52,008	1	384,896
25	93,392	131,099	88,622	4,497	631,326
50	159,295	154,300	113,136	16,090	846,222
100	224,433	203,437	130,429	38,267	1,087,202

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

Unidad: m3

### 1.5 Identificación de zonas más erosionables

Las zonas más erosionables de cada cuenca fueron determinadas a partir de la inclinación de pendientes de la cuenca y por la inclinación del lecho. Primeramente se analizó la relación entre la altitud y la inclinación de la pendiente para cada cuenca, como también la distribución de pendientes en el cauce. La tendencia de ambos es prácticamente coincidente por lo que se ha identificado las zonas más erosionables considerando las pendientes en el cauce.

Las zonas de ocurrencia de arrastre de sedimentos se encuentran en las zonas donde la pendiente del cauce es superior a 1/3. Las zonas más erosionables han sido identificadas de acuerdo con la clasificación que se muestra en la Tabla 1.5.1. Los resultados se muestran en la Tabla 1.5.2 y Figura 1.5.1 a Figura 1.5.5.

Las cuencas de Cañete y Chincha son las que presentan una mayor superficie de zonas más erosionables, mientras que las cuencas de Chira, Yauca y Camaná-Majes son las que tienen menos área de zonas con mayor erosión.

**Tabla 1.5.1 Clasificación de la erosión**

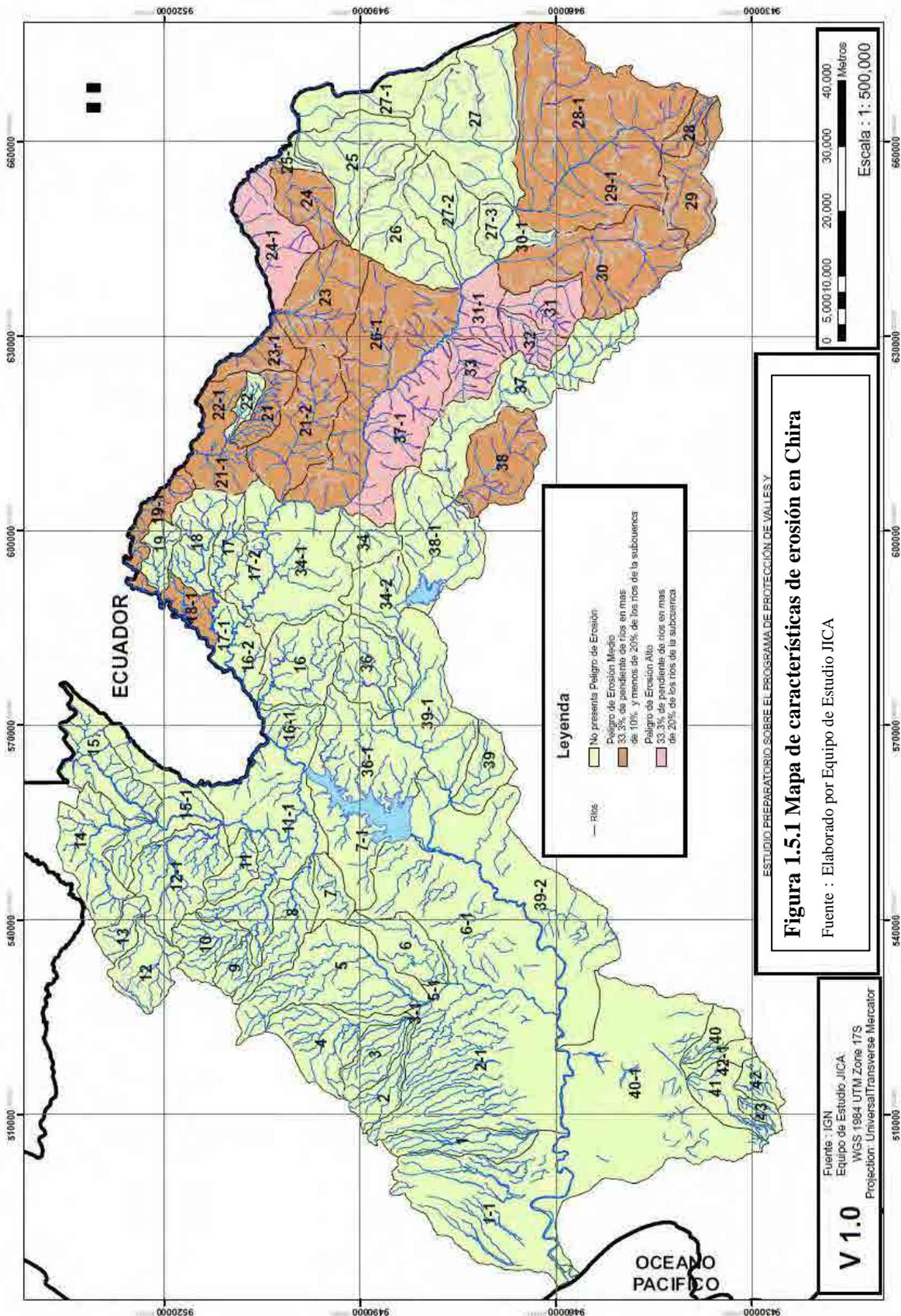
Clasificación	Grado de erosión	Contenido de la Clasificación
A	Erosión severa	Más de 20% de la longitud del cauce tiene pendientes superiores a 1/3
B	Erosión moderada	Entre 10% y 20% de la longitud del cauce tiene pendientes superiores a 1/3
C	Erosión escasa	Menos de 10% de la longitud del cauce tiene pendientes superiores a 1/3

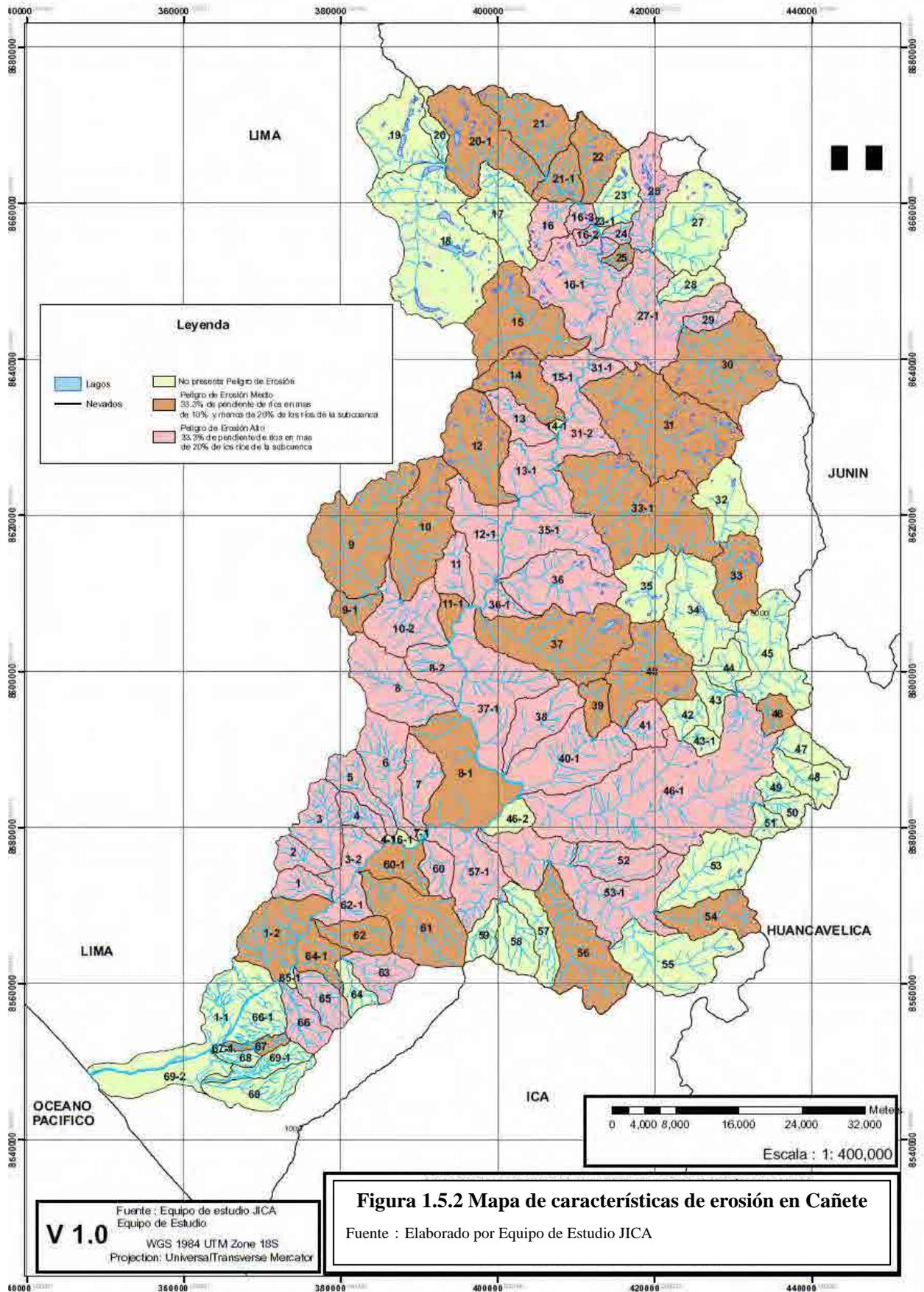
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

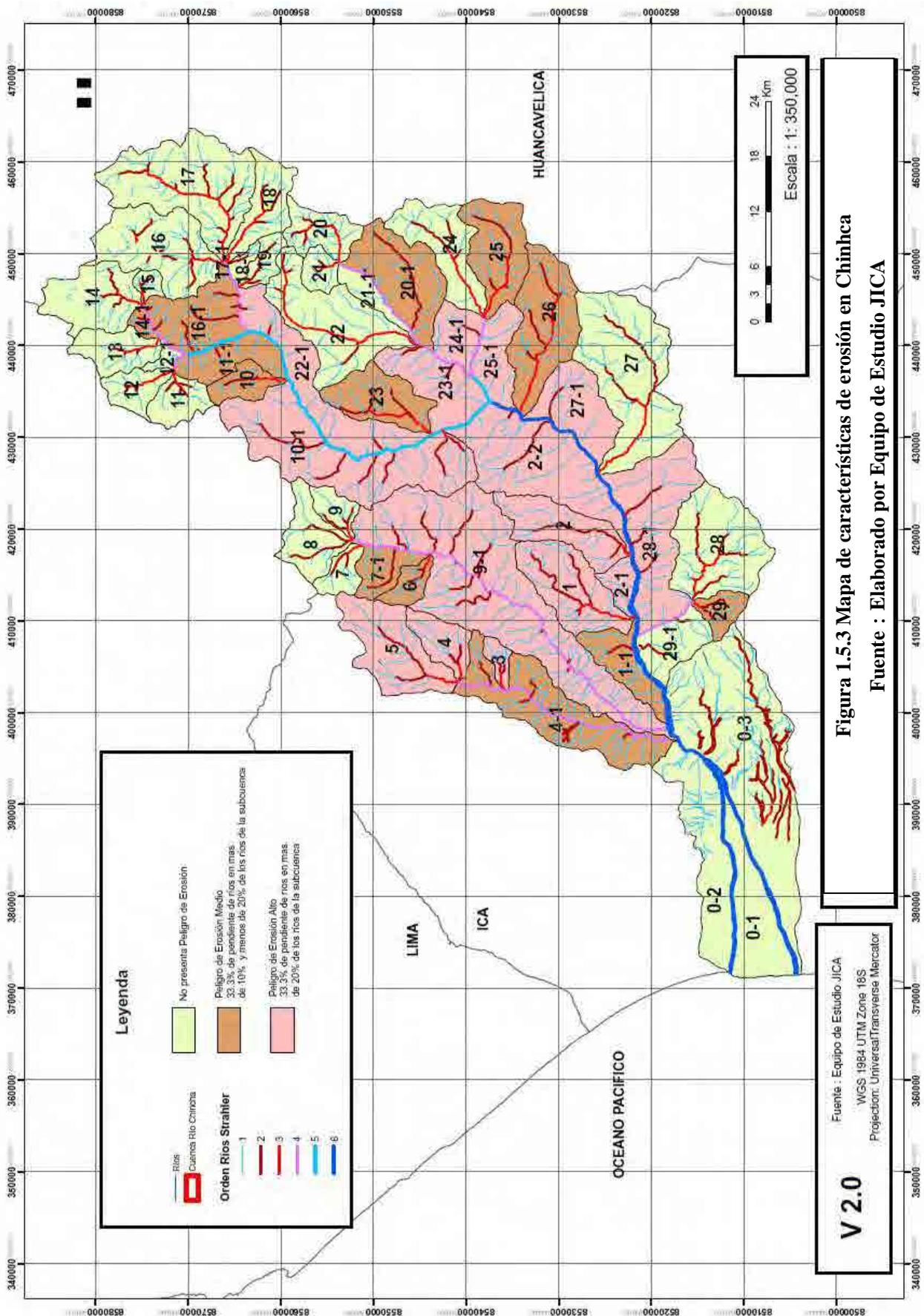
**Tabla 1.5.2 Características de la erosión en cada cuenca**

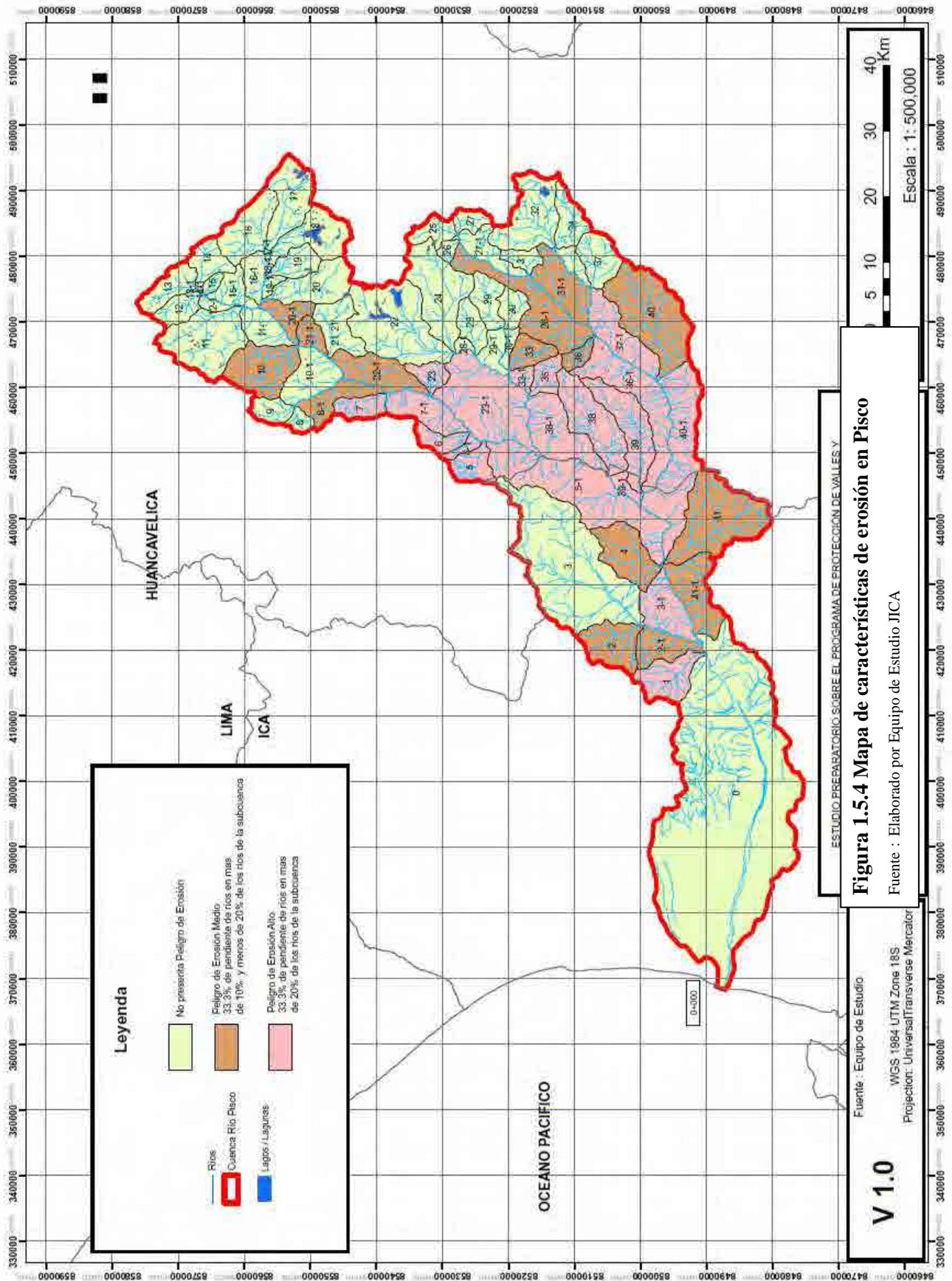
Cuenca	A		B		C		Total
	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje	Área (km <sup>2</sup> )
Chira	605	6%	2,115	20%	7,908	74%	10,628
Cañete	2,603	43%	1,702	28%	1,719	29%	6,024
Chincha	1,223	37%	590	18%	1,490	45%	3,304
Pisco	1,013	24%	893	21%	2,365	55%	4,271
Yauca	0	0%	1,385	32%	2,933	68%	4,319
Camaná-Majes	2,273	13%	2,050	12%	12,726	75%	17,049

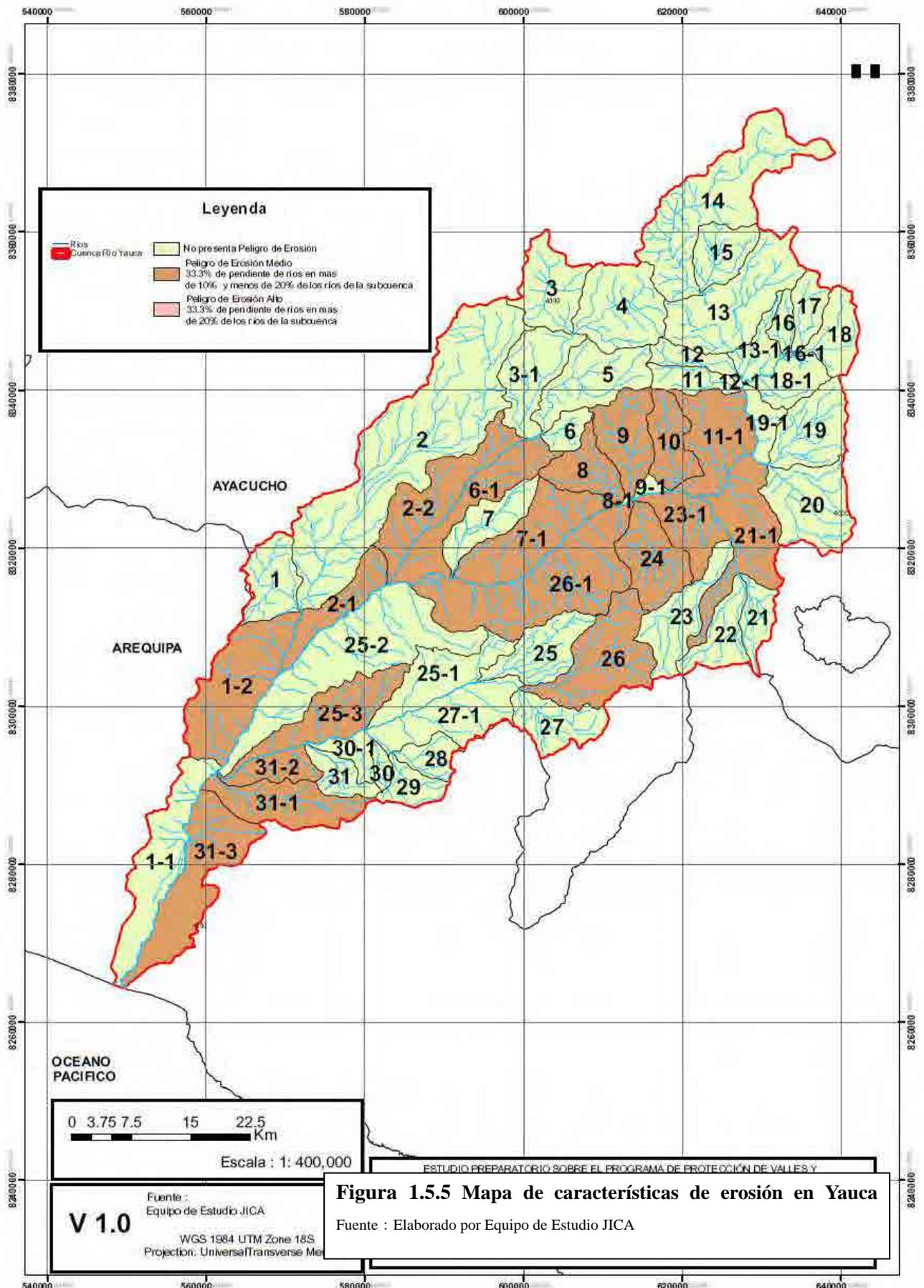
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

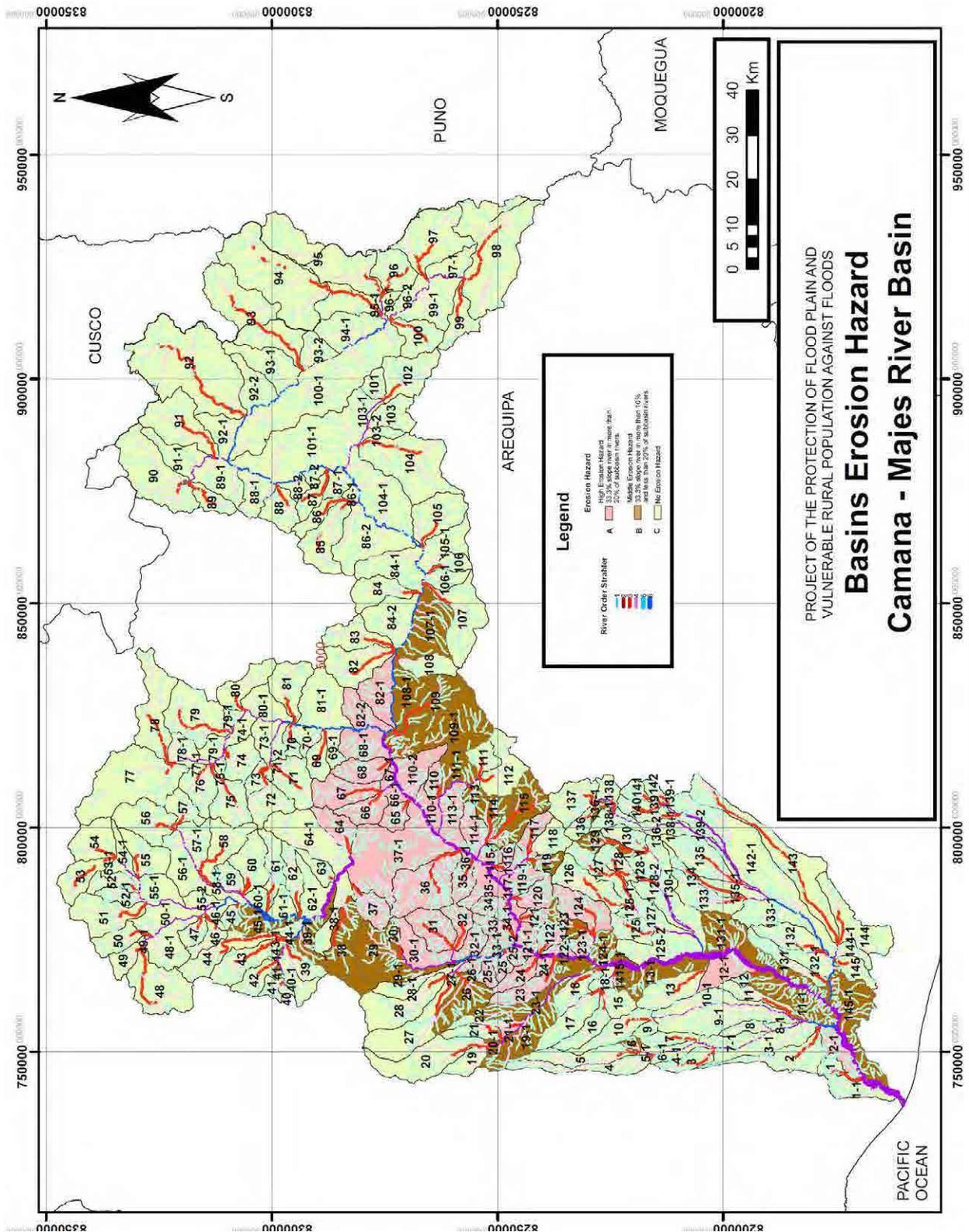












**Figura 1.5.6** Mapa de características de erosión en Camaná/Majes

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

## **2 Plan de Control de Sedimentos**

### **2.1 Lineamientos Básicos**

Los lineamientos básicos son los siguientes.

#### **(1) Relación de las precipitaciones y el traslado de sedimentos**

- La descarga de sedimentos en precipitaciones menores a las precipitaciones con periodo de retorno de 50 años son provocadas por la erosión de las márgenes y variaciones del lecho (años ordinarios).
- La producción de sedimentos por las pendientes y los arrastres de sedimentos ocurren en años excepcionales, bajo condiciones pluviométricas como en El Niño, con un periodo de retorno de 50 años.

#### **(2) Medidas para años ordinarios**

Las medidas consideradas eficientes son la protección de márgenes para evitar la erosión y compactación del piso y bandas para controlar las variaciones en el lecho. Con relación a los sedimentos descargados en años ordinarios, es efectivo proteger los abanicos aluviales y controlar los sedimentos.

Las medidas necesarias para el control de los sedimentos descargados aguas abajo de los abanicos aluviales son el control de la erosión y del curso del río con obras de protección de márgenes y presas de control de sedimentos. Con las obras de compactación del piso y las bandas (instalaciones transversales) y con obras de conservación de las quebradas (obras de cauce), es posible fijar el cauce y reducir el flujo para acumular los sedimentos de manera a controlar la descarga aguas abajo.

#### **(3) Precipitaciones de periodo de retorno de 50 años**

Como medida para precipitaciones con periodo de retorno de 50 años se considera el control de sedimentos en periodos de avenidas a través de la instalación de presas de contención en zonas más erosionables. Es más efectivo implementar las siguientes 2 medidas.

##### **1) Control de producción de sedimentos**

En periodos de grandes avenidas, ocurren derrumbes en la zona montañosa debido a las lluvias y para controlar esta situación es necesario implementar medidas de protección en las laderas; para controlar la descarga de sedimentos acumulada es necesario medidas de compactación del piso del cauce y la construcción de bandas.

##### **2) Captación y control de sedimentos (Plan de control de descarga de sedimentos)**

Instalar diques en las quebradas para captar los sedimentos, compactar el piso del cauce y la captación de los sedimentos descargados son medidas para el control de descarga aguas abajo.

**Tabla 2.1.1 Lineamientos básicos del componente control de sedimentos**

Situación	Años ordinarios	Precipitaciones con periodo de retorno de 50 años
Descarga de sedimentos	Erosión de las márgenes y variación del lecho	Erosión de las márgenes y variación del lecho Flujo de sedimentos desde la quebrada
Medidas	Control de erosión → Protección de 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

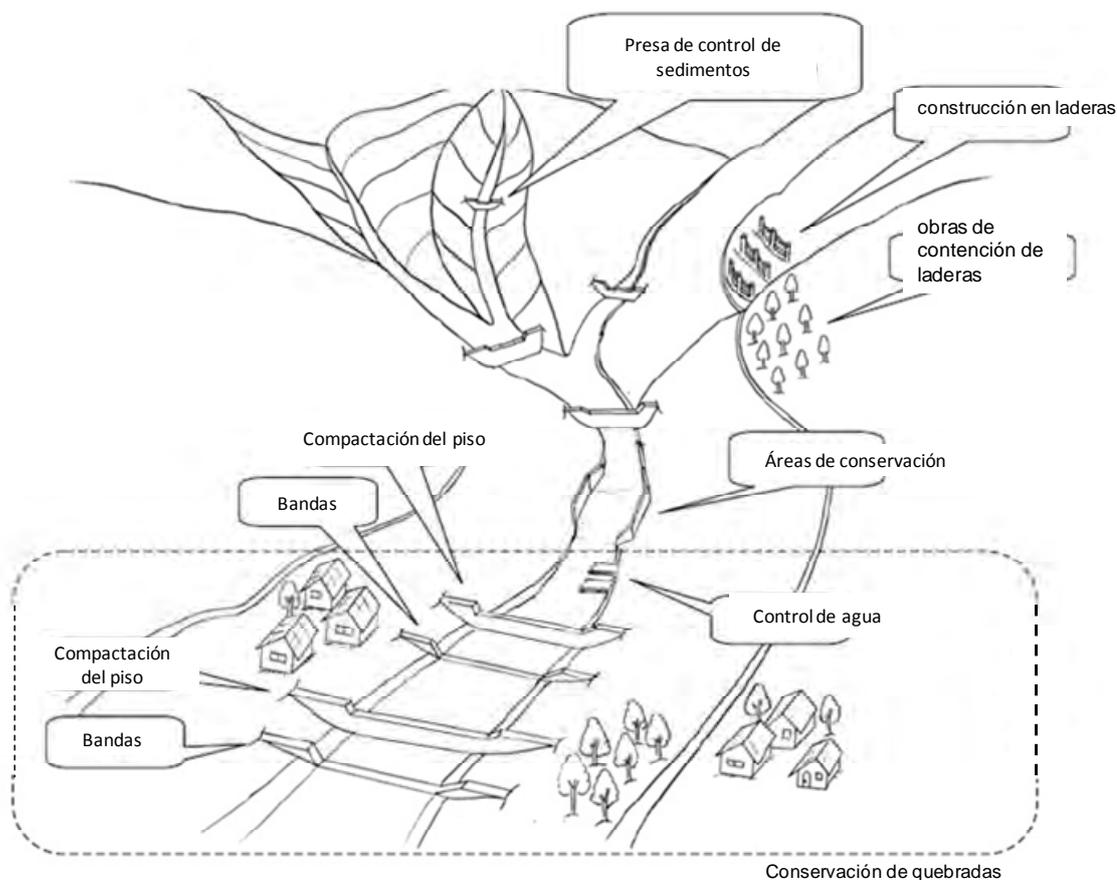
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

## 2.2 Componente de Control

### (1) Medidas de control de sedimentos

En control de descarga de sedimentos en la cuenca baja, permite mantener la sección del río y controlar las inundaciones. La implementación de medidas de control de sedimentos que se muestran en la Figura 2.2.1 permite el control de sedimentos.

**Figura 2.2.1 Concepto de las medidas contra el arrastre de sedimentos**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

Tal como se menciona a seguir, las medidas de control de sedimentos están clasificadas en instalaciones de control de producción de sedimentos y control de descarga de sedimentos, de acuerdo con los objetivos. La Tabla 2.1.1 muestra cada objetivo así como el tipo de obras.

**Tabla 2.2.1 Clasificación de medidas contra el arrastre de sedimentos**

Obras de control de producción de sedimentos	Protección de laderas (obras de protección, educación para la conservación)
Las facilidades de control de producción de sedimentos tienen por objetivo controlar la producción a través de la protección de laderas, márgenes y lecho de los ríos que son la fuente de producción de sedimentos.	Presa de control de sedimentos
	Compactación del piso
	Bandas
	Protección de márgenes
	Conservación de quebradas
Obras de control de arrastre de sedimentos	Presa de control de sedimentos
	Compactación del piso
	Bandas
	Control de agua
	Protección de márgenes
	Áreas de conservación
	Conservación de quebradas
	Presas de desviación

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

### 1) Facilidades de control de producción de sedimentos

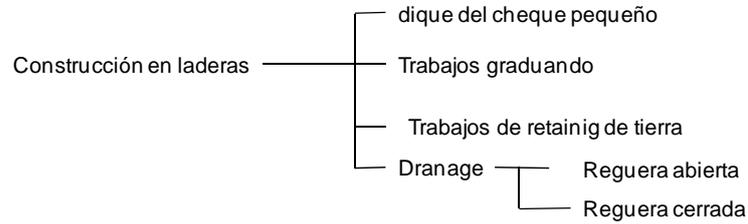
Las facilidades de contención de producción de sedimentos tienen por objetivo controlar la producción a través de la protección de laderas, márgenes y lecho de los ríos que son la fuente de producción de sedimentos.

#### (a) Protección de laderas (obras de protección, educación para la conservación)

Las obras en las laderas consisten en a) “Obras básicas de protección para la estabilización de pendientes y prevenir la erosión en las laderas”; b) “obras de reforestación en las laderas para prevenir o mitigar la ocurrencia o expansión de erosión superficial y fallas superficiales en zonas erodibles “; c) “obras de reforzamiento de las pendientes en las laderas con la construcción de muros de contención de concreto de las laderas erosionadas o en zonas de riesgo, para elevar la resistencia contra la erosión de las pendientes” y su implementación o una combinación adecuada de estas tres medidas logran el control de la producción de sedimentos.

Las obras de ladera sirven para estabilizar los sedimentos de las partes de excavación y prevenir la erosión debido a las lluvias con el drenaje de ladera. De esta manera, la estabilización sirve como base para promover la forestación de bosques en el futuro. La Figura 2.2.2 muestra un ejemplo típico de esta construcción.

**Figura 2.2.2 Ejemplo típico de construcción en laderas**

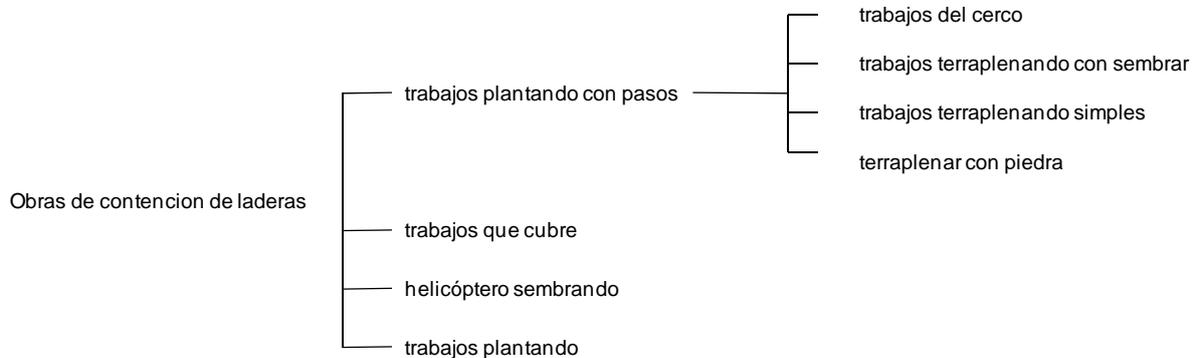


La reforestación de laderas es un método que busca prevenir y proteger las pendientes de la erosión y controlar el escurrimiento de suelo superficial; y generalmente, se realiza el plantío directo para restaurar la flora original.

No son pocos los casos en que la reforestación de laderas, solamente con el diseño inicial terminan por ser el objetivo de conformación de bosques. En general se introducen herbáceos y especies que se encontraban originalmente en el local (plantas para mejorar el suelo) para proveer cobertura vegetal en las tierras áridas, prevenir la erosión y arrastre de suelo superficial y lograr el mejoramiento del suelo, para posteriormente con su conservación, elevar la capacidad de prevención de desastres; juntamente se logra la creación de bosques en armonía con la flora alrededor.

La Figura 2.2.3 muestra un ejemplo típico de esta medida

**Figura 2.2.3 Estructuras típicas de obras de contención de laderas**



**(b) Presa de control de sedimentos**

Las presas de control de sedimentos son instalaciones de control de producción y tienen como objetivo a) “prevenir o mitigar la expansión o ocurrencia de desmoronamientos de las laderas con la fijación de los pilares”; b) “prevenir o mitigar la erosión longitudinal del lecho” y c) “prevenir o mitigar el arrastre de sedimentos inestables acumulados en el lecho”.

Es necesario planificar con cuidado para seleccionar el tipo y tamaño de instalaciones de los proyectos de acuerdo con las necesidades.

La presas de control son instalaciones de control de producción de sedimentos su efecto esperado es

controlar los sedimentos, y para su ubicación es necesario considerar la topografía, geología y la condición de los sedimentos inestables y generalmente a) se ubica aguas abajo de zonas con laderas erosionables; b) se ubica aguas abajo de zonas con erosión longitudinal y c) se ubica aguas abajo de las zonas del lecho con sedimentos inestables.

**(c) Compactación del piso**

Las obras de compactación del piso tienen por objetivo mitigar o prevenir la erosión o arrastre de sedimentos en las quebradas a través del control de arrastre de sedimentos en el lecho y estabilización del mismo, al mismo tiempo sirve para prevenir o mitigar la erosión o arrastre de las márgenes. Las obras de compactación protegen la subsidencia durante los trabajos en los márgenes, por lo que tiene una función protectora también.

Al momento de planificar la localización de la compactación de piso los siguientes aspectos deben ser considerados.

- i) Planificar su ubicación en lugares con riesgo de hundimiento del lecho
- ii) Aguas abajo de las obras, cuando el objetivo sea la protección de las mismas
- iii) En lugares con erosión, derrumbes o deslizamiento en las márgenes, la ubicación debe ser aguas abajo.

**(d) Bandas**

Son facilidades de control para prevenir la erosión longitudinal, estabilizar las inclinaciones y regular la dirección del caudal. Es una obra que cumple funciones en el control de los sedimentos inestables en el lecho, asegura la inclinación transversal y fija el cauce del río, regulando el curso del mismo. La diferencia entre las bandas y la compactación del piso reside en las diferencias de elevación en la dirección transversal, ya que para las bandas no existen tales diferencias y no cumplen la función de suavizar las inclinaciones.

**(e) Protección de márgenes**

Las obras de protección de márgenes tienen por objetivo controlar la erosión y derrumbe de las márgenes.

Estas obras son diseñadas para zonas en que convergen las aguas donde causan o pueden causar erosión o derrumbes, debido al arrastre de sedimentos o por el caudal de agua; como también en los pies de las terrazas y zonas que requieren de prevención de erosión.

**(f) Conservación de quebradas**

La conservación de quebradas que descenden las llanuras de la sierra o en los abanicos fluviales tienen por objetivo prevenir la erosión del lecho y de las márgenes, a través del control de turbulencias y arrastres y el control de las inclinaciones también permite prevenir la erosión y desmoronamientos. La conservación

de quebradas se da a través de una combinación de trabajos de compactación de lecho, bandas y protección de márgenes y obras de control de agua.

El plan de conservación de quebradas da énfasis a la topografía natural sea en espacios amplios o reducidos, desde un enfoque en que se considera la diversidad del entorno de la quebrada, conserva el ecosistema y el medio ambiente para aprovecharlos en los mecanismos de control de sedimentos; las obras de compactación de lecho, bandas, presas y protección de márgenes serán ubicadas de acuerdo con la necesidad.

## **2) Obras de control de arrastre de sedimentos**

Las instalaciones de control de arrastre de sedimentos tienen por objetivo controlar los la descarga en la zona de arrastre de sedimentos.

### **(a) Presa de control de sedimentos**

Las presas de control para controlar el arrastre de sedimentos tienen como objetivo: a) “Control o regulación de descarga de sedimentos” y b) “captación o disipación de sedimentos”, y pueden ser del tipo impermeante o permeante. Para la planificación, el tipo, dimensión y estructura deben ser seleccionados de acuerdo con los objetivos requeridos. Para obtener los resultados esperados, la topografía debe ser considerada en la ubicación de la instalación de la presa de control de sedimentos para prevenir el arrastre; para secciones angostas es más efectivo instalar aguas arriba donde es más ancho y aguas abajo cuando existen encuentros de agua con tributarios.

### **(b) Control de agua**

Las obras de control de agua son instalaciones para controlar la erosión y derrumbe de las márgenes con el control del curso del flujo y limitando el ancho del cauce. Las obras de control de aguas deben suavizar la fuerza del flujo para permitir el depósito de sedimentos y también para proteger las márgenes. Las obras de control de agua deben ser diseñadas en secciones de flujo turbulento, aguas abajo de la quebrada o en los abanicos fluviales con pendientes suaves.

### **(c) Áreas de conservación**

Las áreas de conservación son espacios construidos a través de dragado para ampliar parte de la quebrada y permitir el depósito de sedimentos y de esta forma controlar el arrastre. Las áreas de conservación se instalan aguas abajo de la salida de los valles, en un área que cuente con espacio para garantizar el depósito de sedimentos.

### **(d) Presas de desviación**

Las de desviación son instalaciones que sirven para evitar el impacto directo de los sedimentos en las áreas a conservar, desviando los sedimentos de forma segura aguas abajo. En general, los sedimentos deben ser captados y acumulados aguas arriba del área a ser protegida pero en algunos casos eso no es posible debido a condiciones topográficas, por lo que las presas poder ser diseñadas para que los

sedimentos puedan ser acumulados aguas abajo siempre cuando existan espacios que se lo permitan.

A principio las presas de desviación son construidas con obras de dragado y una vez instaladas las presas de control o las áreas de conservación para el depósito de sedimentos, las presas de desviación pueden conectarse a estas para que los sedimentos sean desviados aguas abajo, hacia espacios que comporten el depósito de sedimentos de forma segura.

Caso existan dificultades para la realización de obras de dragado debido a las condiciones locales, es posible instalar presas de desviación para controlar la dirección de los sedimentos aguas abajo de forma segura. La aplicabilidad de estas medidas en el área en cuestión se muestra en la Tabla 2.2.2.

**Tabla 2.2.2 Aplicabilidad de las medidas de control de sedimentos en el área objeto**

Instalaciones de control de sedimentos – Medidas de fuentes de producción		Decisión
Conservación de laderas	Dentro del área del Estudio el agua es escasa por lo que es difícil considerar el plantío de vegetación para proteger las pendientes. (Ver datos de plantío y reforestación). Para cumplir con las necesidades de agua se requiere construir grandes instalaciones de riego o tanques, lo que implica costos muy elevados. Por lo tanto, no es una medida apropiada.	×
Presas de control	Las medidas a) “prevenir o mitigar la expansión o ocurrencia de desmoronamientos de las laderas con la fijación de los pilares”; b) “prevenir o mitigar la erosión longitudinal del lecho” o c) “prevenir o mitigar el arrastre de sedimentos inestables acumulados en el lecho” traen resultados efectivos por lo que son apropiadas. Sin embargo se requiere demasiado tiempo para que los sedimentos puedan depositarse a fin de surtir los efectos deseados.	△
Compactación del piso	Es posible mitigar o prevenir la erosión o derrumbe de las quebradas por el control de arrastre de sedimentos en el lecho y estabilización del mismo, al mismo tiempo sirve para prevenir o mitigar la erosión o derrumbe de las márgenes. Sin embargo, se considera que los resultados en las zonas de ocurrencia deben ser limitados.	△
Bandas	Estabiliza las pendientes y fija el cauce por lo que puede controlar los sedimentos y trae resultados beneficiosos. Sin embargo, los resultados en las zonas de ocurrencia deben ser limitados.	△
Protección de márgenes	Proteger la erosión de las márgenes trae resultados para el control de sedimentos. Sin embargo, los resultados en las zonas de ocurrencia deben ser limitados.	△
Conservación de quebradas	La conservación de quebradas no debe traer mayores resultados para el control de producción de sedimentos	△
Obras de control de arrastre de sedimentos – Medidas en zonas de arrastre		Decisión
Presas de control	a) “Control o regulación de descarga de sedimentos” y b) “captación o disipación de sedimentos” tienen efectos positivos para el control de sedimentos	○
Compactación del piso	Es posible mitigar o prevenir la erosión o derrumbe de las quebradas por el control de arrastre de sedimentos en el lecho y estabilización del mismo, al mismo tiempo en que sirve para prevenir o mitigar la erosión o derrumbe de las márgenes por lo que es efectivo.	○
Bandas	Estabiliza las pendientes y fija el cauce por lo que puede controlar los sedimentos y trae resultados beneficiosos.	○
Control de aguas	Las obras de control de agua mitiga el impacto de las aguas para el depósito de sedimentos y tiene una función de proteger los márgenes por	○

	lo que son apropiadas para el área del Estudio.	
Protección de márgenes	Proteger la erosión de las márgenes trae resultados para el control de sedimentos	○
Áreas de conservación	El control de arrastre de sedimentos en la parte alta de los abanicos fluviales es efectivo	○
Conservación de quebradas	La conservación de quebradas en la parte alta del abanico fluvial regula la inclinación por lo que es efectivo para proteger la erosión de márgenes y el lecho.	○
Presas de desviación	No ocurren sedimentos cerca de la zona de los abanicos fluviales por lo que es una medida inapropiada.	×

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

### 2.3 Volumen y costo de los proyectos por componente de control

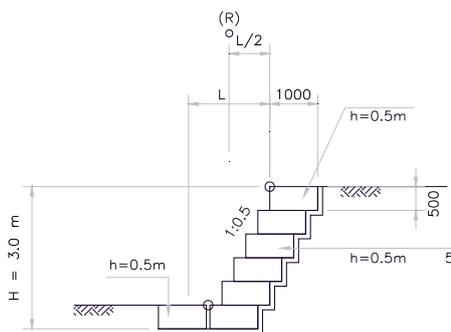
Fue realizada una evaluación de las obras de protección de márgenes, bandas y presas de control. El plano de ubicación de las instalaciones y las plantas de las presas de control se encuentran en anexo.

#### (1) Obras de protección de márgenes y bandas

##### 1) Obras de protección de márgenes

Se planea ubicar obras de protección de márgenes en las áreas de cada cuenca en que se encuentran depósitos de sedimentos del Cenozoico y para tanto fue calculado el costo estimado de las obras. (Ver Tabla 2.3.1.). La sección de las obras de protección de márgenes se muestra en la Figura 2.3.1. Los planos de las medidas se encuentran en las Figura 2.3.4 a Figura 2.3.9.

**Figura 2.3.1 Plano de obras de protección de márgenes (cada lado)**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

**Tabla 2.3.1 Estimación de costos de obras protección de márgenes**

Cuenca	Longitud (km)	P.U. (Miles S/.)	Costo Directo (Miles S/.)	Costo directo del proyecto×1.881	Costo Directo (miles ¥)
Cañete	162.26	2,138	S/.346,885	S/.652,491	¥10,406,544
Chincha	190.46	2,138	S/.407,170	S/.765,887	¥12,215,095
Pisco	134.31	2,138	S/.287,124	S/.540,080	¥8,613,705

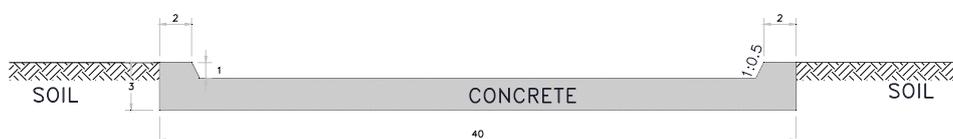
Yauca	282.74	2,138	S/.604,432	S/./1,136,937	¥18,132,969
Camaná-Majes	131.84	2,138	S/./281,854	S/./530,167	¥8,455,618
Total	769.78		S/./2,250,043	S/./3,625,560	¥67,501,283

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

## 2) Bandas

Se planea instalar bandas a cada 5km y para tanto fue calculado el costo estimado de estas obras. (Ver Tabla 2.3.3). La dimensión de diseño de las bandas es de L=40m, H=3m, W=0.5m (V=60m<sup>3</sup>) . (Ver Figura 2.3.2.).

**Figura 2.3.2 Plano de bandas**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

**Tabla 2.3.2 Estimación de costos de obras de bandas**

Cuenca	Cantidad (unidad)	P.U. (Miles S/.)	Costo Directo (Miles S/.)	Costo directo del proyecto×1.881	Costo Directo (miles ¥)
Cañete	32	30,000	S/./974	S/./1,832	¥29,208
Chincha	38	30,000	S/./1,143	S/./2,149	¥34,284
Pisco	27	30,000	S/./806	S/./1,516	¥24,176
Yauca	57	30,000	S/./1,696	S/./3,190	¥50,893
Camaná&Majes	26	30,000	S/./791	S/./1,487	¥23,732
Total	180		S/./6,315	S/./10,176	¥189,454

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

## (2) Presas de contención

### 1) Definición del volumen de sedimentos de diseño

Las condiciones para el cálculo de volumen de sedimentos se muestra en la Tabla 2.3.3.

**Tabla 2.3.3 Condiciones para el cálculo de volumen de sedimentos**

Ítem	Condiciones de evaluación
Especificaciones de diseño	Salida de la cuenca de tercer orden
Tamaño de diseño	Precipitaciones con periodo de retorno de 50 años Cálculo para cada pequeña cuenca (calculado por el especialista en hidrología)
Volumen de sedimentos de diseño	Volumen posible de ser transportado Queda evidente que el volumen posible de arrastre calculado a partir del volumen de producción de sedimentos > Volumen posible de ser transportado

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

## 2) Cálculo del volumen de sedimentos posible de ser transportado

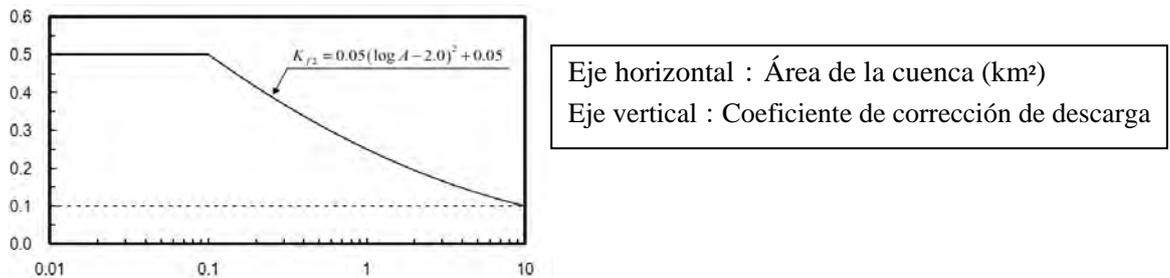
El volumen de sedimentos que puede ser transportado conforme la “magnitud de la sedimento de diseño” corresponde al producto del volumen de precipitaciones anual de diseño (PP [mm] ) por el área de la cuenca (A [km<sup>2</sup>] ) y a esto se multiplica la densidad de la sedimento (Cd). En este caso se considera el coeficiente de corrección de la descarga (Kf2).

$$V_{dy2} = \frac{10^3 \times P_p \times A}{1 - K_v} \times \left( \frac{C_d}{1 - C_d} \right) K_{f2}$$

Así, tenemos:

- V<sub>dy2</sub> : volumen de sedimentos transportados (m<sup>3</sup>) conforme la 「magnitud de la sedimento de diseño」
- P<sub>p</sub> : Volumen de precipitaciones de diseño (Precipitaciones con periodo de retorno de 50 años)
- A : Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)
- K<sub>v</sub> : Porosidad (=0.4)
- C<sub>d</sub> : volumen de concentración de sedimentos durante la descarga
- K<sub>f2</sub> : Coeficiente de corrección de descarga  
 $0.05 \cdot (\log A - 2.0)^2 + 0.05$  [límite mínimo  $0.1 \leq K_{f2} \leq 0.5$  {límite máximo}]

**Figura 2.3.3 Factor de corrección de arrastre**



Fuente : Guía Metodológica Básica para Planificación de Proyectos de Control de Sedimentos

El volumen de concentración de sedimentos durante la descarga (C<sub>d</sub>) es calculado a partir de la ecuación de concentración de equilibrio.

$$C_d = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho) (\tan \phi - \tan \theta)}$$

Donde:

- C<sub>d</sub> : Concentración de sedimentos [Cuando  $C_d \geq 0.9C^*$ ,  $C_d = 0.9C^*$  y cuando  $C_d \leq 0.3$ ,  $C_d = 0.3$ ]

- C\* : volumen de concentración de los sedimentos depositados en el lecho (=0.6)  
 $\sigma$  : Densidad de las piedras (2,600kg/m<sup>3</sup>)  
 $\rho$  : Densidad del agua (1,200kg/m<sup>3</sup>)  
 Cd : Grado de fricción interna de los sedimentos depositados en el lecho (°) [Usualmente se utiliza 35°]  
 $\theta$  : Inclinación del lecho (°) Inclinación real del lecho con medición GIS

### 3) Plan de ubicación de las instalaciones

El cálculo del número y tamaño de las presas de control necesarios fue realizado a partir del volumen de sedimentos calculado (Tabla 2.3.5 a 2.3.9). La evaluación considera como premisa la exclusión de los sedimentos acumulados en las presas de control y el volumen de ajuste estimado es de 10%. Los lechos con inclinación reales inferiores a 2 grados han sido obviados. El cálculo del volumen de sedimentos a ser captados para cada grupo de presas de control fue realizado como se muestra a seguir. Además, en la Cuenca de Camaná-Majes se ha tomado en consideración la instalación de la presa de control en el área de erosión A y B ya que el área de la Cuenca es amplia y la geografía en la zona alta es plana.

$$\text{Volumen de captación} = W \cdot H \cdot L \cdot N$$

Donde:

- W : Anchura promedio de sedimentos  
 H : Altura de la presa de control  
 L/N : Inclinación real del lecho longitud del depósito L=H·N

### 4) Cálculo del costo estimado de la obra

Considerando que la presa de control es una estructura de concreto, se calcula el volumen de concreto necesario para calcular el costo estimado de la construcción. (Ver Tabla 2.3.4.). Una vez estimadas las áreas con más producción de sedimentos, fueron considerados dos casos: la instalación en toda la cuenca y solamente en las áreas con más producción de sedimentos. El mapa del plan de instalación se muestra de las Figuras 2.3.4 a 2.3.8. En el cálculo no se han considerado los diques secundarios y obras de protección previas. La instalación de diques secundarios y obras de protección previas presupone un adicional de aproximadamente 1.5 veces. Tampoco se ha incluido obras temporales como la construcción de caminos de construcción.

**Tabla 2.3.4 Número y estimación de costos de presas de control de sedimentos**

Cuenca	Área de Aplicación ※1	Cantidad (unidad)	Concreto (m <sup>3</sup> )	P.U. (S./m <sup>3</sup> )	Costo Directo (Miles S/.)	Costo directo del proyecto×1.881	Costo Directo (miles ¥)
Chira	Cuenca total	272	845,446	500	S/.422,723	S/.795,142	¥12,681,695
	Área Prioritaria	123	384,736	500	S/.192,368	S/.361,844	¥5,771,034
Cañete	Cuenca total	201	562,260	500	S/.281,130	S/.528,806	¥8,433,895
	Área Prioritaria	159	456,552	500	S/.228,276	S/.429,387	¥6,848,279
Chincha	Cuenca total	111	231,809	500	S/.115,904	S/.218,015	¥3,477,130

	Área Prioritaria	66	131,762	500	S/.65,881	S/.123,922	¥1,976,424
Pisco	Cuenca total	178	418,020	500	S/.209,010	S/.393,148	¥6,270,302
	Área Prioritaria	106	252,576	500	S/.126,288	S/.237,116	¥3,788,647
Yauca	Cuenca total	97	288,268	500	S/.144,134	S/.271,116	¥4,324,019
	Área Prioritaria	37	107,536	500	S/.53,768	S/.101,138	¥1,613,046
Camaná-Majes	Cuenca total	123	330,521	500	S/.165,261	S/.310,856	¥4,957,815
	Área Prioritaria	81	210,818	500	S/.105,409	S/.198,274	¥3,162,270
Total	Cuenca total	859	2,345,803	500	S/.1,172,901	S/.2,517,083	¥35,187,041
	Área Prioritaria	491	1,333,162	500	S/.666,581	S/.1,452,113	¥19,997,430

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

※1 Las áreas prioritarias corresponden a las áreas de erosión A y B de la Tabla 1.5.2. Por otro lado, en la Cuenca de Camaná-Majes se ha tomado como prioridad el área de erosión A ya que esta cuenca es amplia y la geografía en la zona alta es plana.

**Tabla 2.3.5 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos  
en cada cuenca (Cuenca Chira)**

Numero de subcuenca	Area [km²]	Nivel de descarga	Precipitación para un período de retorno de 50 años	Densidad de los sedimentos Cd	Pendiente actual del lecho (°)	Pendiente del lecho (1/N)	Factor de corrección de descarga	Volumen de sedimentos (m³)	Volumen de sedimentos - Volumen de control x90%(m³)	Número de presas proyectadas (unidad)	Ancho de la presa (m)	Altura de la presa (m)	Volumen de concreto (m³)	Costo Directo s/.	Costo Directo (Yen)
1.0	86.24	C	180.5		≤<1°					-	-				
1.1	362.85	C	159.1		≤<1°					-	-				
2.0	53.40	C	187.7		≤<1°					-	-				
2.1	506.10	C	209.5		≤<1°					-	-				
3.0	68.88	C	189.0		≤<1°					-	-				
3.1	2.48	C	203.9		≤<1°					-	-				
4.0	141.16	C	187.0		≤<1°					-	-				
4.1	5.32	C	212.5		≤<1°					-	-				
5.0	258.32	C	193.5		≤<1°					-	-				
6.0	89.28	C	204.9		≤<1°					-	-				
6.1	400.05	C	218.2		≤<1°					-	-				
7.0	48.66	C	192.0		≤<1°					-	-				
7.1	130.53	C	190.9		≤<1°					-	-				
8.0	106.59	C	190.3		≤<1°					-	-				
9.0	35.20	C	189.0		≤<1°					-	-				
10.0	75.72	C	189.2		≤<1°					-	-				
11.0	50.04	C	188.6		≤<1°					-	-				
11.1	293.95	C	186.6		≤<1°					-	-				
12.0	89.78	C	188.7	0.3	4.00	14.29	0.1	1,210,036	1,089,032	10	40	14	33,180	s/16,590,000	¥824,158,020
12.1	166.43	C	189.5		≤<1°					-	-				
13.0	41.40	C	189.4	0.3	2.58	22.22	0.1	559,997	503,998	4	40	12	10,368	s/5,184,000	¥257,530,752
14.0	152.51	C	191.1	0.3	3.72	15.38	0.1	2,081,849	1,873,664	15	40	14.5	52,691	s/26,345,250	¥1,308,779,330
15.0	137.46	C	194.6		≤<1°					-	-				
15.1	145.70	C	191.1		≤<1°					-	-				
16.0	142.63	C	205.8		≤<1°					-	-				
16.1	65.24	C	188.1		≤<1°					-	-				
16.2	48.11	C	199.2	0.3	5.28	10.81	0.1	684,659	616,193	12	40	14.5	42,152	s/21,076,200	¥1,047,023,464
17.0	57.03	C	201.0	0.3	2.19	26.15	0.1	818,682	736,814	5	40	12	12,960	s/6,480,000	¥321,913,440
17.1	33.23	C	202.2	0.3	4.86	11.76	0.1	479,869	431,882	6	40	13	17,667	s/8,833,500	¥438,830,613
17.2	86.52	C	197.3	0.3	4.29	13.33	0.1	1,219,477	1,097,529	10	40	14.5	35,127	s/17,563,500	¥872,519,553
18.0	96.66	C	205.7	0.3	1.43	40.00	0.1	1,419,915	1,277,923	-	-				
18.1	47.67	B	207.9	0.3	3.34	17.13	0.1	707,982	637,183	12	40	12	31,104	s/15,552,000	¥772,592,256
19.0	43.66	C	213.5	0.3	1.43	40.00	0.1	665,633	599,069	-	-				
19.1	61.02	B	208.9	0.3	2.72	21.05	0.1	910,610	819,549	5	40	14	16,590	s/8,295,000	¥412,079,010
21.0	56.51	B	159.9	0.3	1.43	40.00	0.1	645,360	580,824	-	-				
21.1	58.17	B	188.7	0.3	3.14	18.23	0.1	784,012	705,610	5	40	14	16,590	s/8,295,000	¥412,079,010
21.2	182.92	B	156.8	0.3	2.86	20.02	0.1	2,048,051	1,843,246	12	40	14	39,816	s/19,908,000	¥988,989,624
22.0	25.09	C	163.6	0.3	0.86	66.67	0.1	293,078	263,770	-	-				
22.1	61.06	B	173.7	0.3	3.31	17.29	0.1	757,671	681,904	5	40	14	16,590	s/8,295,000	¥412,079,010
23.0	160.99	B	132.8	0.3	2.00	28.57	0.1	1,527,243	1,374,519	-	-				
23.1	60.81	B	148.6	0.3	3.37	16.98	0.1	645,289	580,760	6	40	12	15,552	s/7,776,000	¥386,296,128
24.0	88.73	B	142.5	0.3	4.43	12.91	0.1	902,821	812,539	13	40	12	33,696	s/16,848,000	¥836,974,944
24.1	138.04	A	144.6	0.3	3.11	18.40	0.1	1,425,944	1,283,350	9	40	14	29,862	s/14,931,000	¥741,742,218
25.0	183.87	C	140.3	0.3	2.11	27.14	0.1	1,842,883	1,658,594	14	40	13	41,223	s/20,611,500	¥1,023,938,097
25.1	14.61	C	145.2	0.3	3.80	15.06	0.1	151,448	136,303	2	40	11	4,521	s/2,260,500	¥112,297,119
26.0	173.02	C	135.6	0.3	3.12	18.35	0.1	1,675,978	1,508,380	10	40	14.5	35,127	s/17,563,500	¥872,519,553
26.1	356.86	B	140.0	0.3	2.11	27.14	0.1	3,568,778	3,211,901	15	40	14	49,770	s/24,885,000	¥1,236,237,030
27.0	298.55	C	130.6	0.3	2.25	25.50	0.1	2,785,382	2,506,844	15	40	13	44,168	s/22,083,750	¥1,097,076,533
27.1	118.02	C	139.6	0.3	3.12	18.35	0.1	1,176,816	1,059,135	13	40	12	33,696	s/16,848,000	¥836,974,944
27.2	129.76	C	136.4	0.3	3.02	18.95	0.1	1,264,622	1,138,160	13	40	12	33,696	s/16,848,000	¥836,974,944
27.3	39.37	C	136.2	0.3	2.56	22.37	0.1	382,860	344,574	2	40	14	6,636	s/3,318,000	¥164,831,604
28.0	37.61	B	134.6	0.3	2.29	25.01	0.1	361,677	325,509	2	40	13	5,889	s/2,944,500	¥146,276,871
28.1	415.97	B	126.9	0.3	2.12	27.01	0.1	3,769,431	3,392,488	15	40	14.5	52,691	s/26,345,250	¥1,308,779,330
29.0	108.84	B	137.8	0.3	1.15	50.00	0.1	1,070,997	963,897	-	-				
29.1	200.46	B	133.5	0.3	3.11	18.40	0.1	1,910,794	1,719,715	12	40	14	39,816	s/19,908,000	¥988,989,624
30.0	278.21	B	137.6	0.3	1.72	33.33	0.1	2,735,331	2,461,798	-	-				
30.1	29.17	C	136.7	0.3	3.78	15.14	0.1	284,934	256,441	3	35	13	7,729	s/3,864,656	¥191,988,393
31.0	73.61	A	137.0	0.3	1.43	40.00	0.1	720,409	648,368	-	-				
31.1	73.25	A	137.1	0.3	2.45	23.37	0.1	717,425	645,682	5	40	12	12,960	s/6,480,000	¥321,913,440
32.0	51.69	A	137.5	0.3	3.11	18.40	0.1	507,585	456,826	3	40	14.5	10,538	s/5,269,050	¥261,755,866
33.0	69.92	A	139.1	0.3	2.78	20.59	0.1	694,820	625,338	4	40	14	13,272	s/6,636,000	¥329,663,208
34.0	64.77	C	197.0	0.3	1.43	40.00	0.1	911,479	820,332	-	-				
34.1	220.63	C	201.7	0.3	1.43	40.06	0.1	3,178,046	2,860,242	-	-				
34.2	113.76	C	215.6		≤<1°					-	-				
36.0	109.40	C	219.0		≤<1°					-	-				
36.1	231.54	C	194.8		≤<1°					-	-				
37.0	253.41	C	143.8	0.3	2.86	20.00	0.1	2,602,017	2,341,815	15	40	14	49,770	s/24,885,000	¥1,236,237,030
37.1	200.25	A	151.2	0.3	1.78	32.26	0.1	2,162,374	1,946,137	-	-				
38.0	145.36	B	156.3	0.3	1.43	40.00	0.1	1,622,375	1,460,137	-	-				
38.1	207.37	C	188.7	0.3	1.20	47.62	0.1	2,795,511	2,515,959	-	-				
39.0	73.34	C	200.0		≤<1°					-	-				
39.1	189.25	C	207.3		≤<1°					-	-				
39.2	414.02	C	217.8		≤<1°					-	-				
40.0	40.02	C	195.5		≤<1°					-	-				
40.1	629.97	C	184.3		≤<1°					-	-				
41.0	69.15	C	180.9		≤<1°					-	-				
42.0	33.80	C	182.7		≤<1°					-	-				

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y  
VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ  
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL  
I-6 INFORME DE SOPORTE  
ANEXO-6 PLAN DE CONTROL DE SEDIMENTOS

**Tabla 2.3.6 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos en cada cuenca (Cuenca Cañete)**

Numero de subcuenca	Area [km²]	Nivel de desc	Precipitación para un	Densidad de los sedimento	Pendiente actual del lecho (°)	Pendiente del lecho (1/N)	Factor de corrección	Volumen de sedimentos (m³)	Volumen de sedimentos - Volumen de	Número de presas proyectada	Ancho de la presa	Altura de la presa	Volumen de concreto (m³)	Costo Directo s/.	Costo Directo (Yen)
1	23.15	A	18.0	0.30	4.29	13.33	0.1	29,714	26,742	1	30	9	1,154	s/577,125	¥17,025,188
1.1	79.45	C	14.1	0.30	3.58	15.98	0.1	79,766	71,789	0	-	-	-	-	-
1.2	35.02	B	14.1	0.30	3.58	15.98	0.1	35,159	31,643	0	-	-	-	-	-
2	21.00	A	19.5	0.30	7.13	7.99	0.1	29,322	26,390	1	30	11	1,695	s/847,688	¥25,006,781
3	47.67	A	20.1	0.30	5.43	10.52	0.1	68,463	61,616	1	40	13	2,945	s/1,472,250	¥43,431,375
3.2	31.31	A	17.0	0.30	3.78	15.14	0.1	37,932	34,139	1	30	9	1,154	s/577,125	¥17,025,188
4	21.44	A	17.7	0.30	7.69	7.41	0.1	27,091	24,382	1	35	10	1,575	s/787,500	¥23,231,250
4.1	0.97	C	15.1	0.30	5.12	11.16	0.3	2,645	2,381	0	-	-	-	-	-
5	34.39	A	21.8	0.30	4.86	11.76	0.1	53,487	48,138	1	35	11	1,978	s/988,969	¥29,174,578
6	63.20	A	26.2	0.30	4.00	14.30	0.1	118,417	106,575	1	40	14	3,318	s/1,659,000	¥48,940,500
6.1	4.21	C	16.3	0.30	3.10	18.46	0.1	7,086	6,377	0	-	-	-	-	-
7	42.21	A	26.0	0.30	2.86	20.02	0.1	78,487	70,639	1	35	10	1,575	s/787,500	¥23,231,250
7.1	1.13	C	18.6	0.30	4.20	13.62	0.2	3,593	3,234	0	-	-	-	-	-
8	85.36	A	38.4	0.30	7.13	7.99	0.1	234,334	210,900	4	35	14	11,613	s/5,806,500	¥171,291,750
8.1	114.23	B	34.7	0.30	5.12	11.16	0.1	283,300	254,970	3	40	14	9,954	s/4,977,000	¥146,821,500
8.2	35.78	A	43.9	0.30	4.20	13.62	0.1	112,207	100,986	1	40	14	3,318	s/1,659,000	¥48,940,500
9	132.77	B	40.2	0.30	2.86	20.02	0.1	381,384	343,245	3	35	13	7,729	s/3,864,656	¥114,007,359
9.1	22.02	B	39.7	0.30	6.12	9.33	0.1	62,453	56,208	1	35	14	2,903	s/1,451,625	¥42,822,938
10	99.13	B	39.8	0.30	8.53	6.67	0.1	281,775	253,597	5	40	14	16,590	s/8,295,000	¥244,702,500
10.2	70.22	A	41.7	0.30	5.12	11.16	0.1	209,048	188,144	2	40	14.5	7,025	s/3,512,700	¥103,624,650
11	31.14	A	40.5	0.43	12.00	4.70	0.1	160,537	144,483	4	40	14	13,272	s/6,636,000	¥195,762,000
11.1	13.84	B	44.4	0.30	4.10	13.95	0.1	43,876	39,489	0	-	-	-	-	-
12	89.31	B	39.4	0.32	9.80	5.79	0.1	271,154	244,038	5	40	14.5	17,564	s/8,781,750	¥259,061,625
12.1	70.51	A	37.4	0.30	5.84	9.78	0.1	188,605	169,745	3	30	14	7,466	s/3,732,750	¥110,116,125
13	31.37	A	40.1	0.31	9.60	5.91	0.1	92,616	83,354	2	35	14.5	6,147	s/3,073,613	¥90,671,569
13.1	42.13	A	39.0	0.30	5.12	11.16	0.1	117,401	105,661	2	35	12	4,536	s/2,268,000	¥66,906,000
14	54.66	B	40.2	0.30	4.57	12.51	0.1	156,841	141,156	2	40	12	5,184	s/2,592,000	¥76,464,000
14.1	2.58	C	40.6	0.30	3.21	17.83	0.2	13,187	11,868	0	-	-	-	-	-
15	110.80	B	44.2	0.30	2.29	25.01	0.1	350,156	315,140	2	35	14	5,807	s/2,903,250	¥85,645,875
15.1	29.88	A	42.1	0.30	2.10	27.27	0.1	89,900	80,910	1	20	13	1,472	s/736,125	¥21,715,688
16	28.94	A	47.7	0.30	2.86	20.02	0.1	98,652	88,787	1	30	13	2,208	s/1,104,188	¥32,573,531
16.1	115.79	A	48.3	0.30	2.45	23.37	0.1	399,617	359,656	2	40	14	6,636	s/3,318,000	¥97,881,000
16.2	5.85	A	48.1	0.30	2.85	20.09	0.1	25,332	22,799	0	-	-	-	-	-
16.3	11.16	A	47.9	0.30	2.91	19.67	0.1	38,211	34,390	0	-	-	-	-	-
17	76.28	C	48.7	0.30	3.15	18.17	0.1	265,263	238,737	2	40	13	5,889	s/2,944,500	¥86,862,750
18	211.81	C	49.2	0.30	1.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	64.87	C	50.2	0.30	2.29	25.01	0.1	232,670	209,403	0	-	-	-	-	-
20	14.58	C	50.0	0.30	4.57	12.51	0.1	52,027	46,825	1	35	11	1,978	s/988,969	¥29,174,578
20.1	104.31	B	49.3	0.30	3.24	17.67	0.1	367,428	330,685	3	30	14.5	7,904	s/3,951,788	¥116,577,731
21	67.77	B	48.0	0.30	7.41	7.69	0.1	232,473	209,225	4	35	14	11,613	s/5,806,500	¥171,291,750
21.1	30.17	B	47.8	0.30	6.84	8.34	0.1	103,097	92,787	2	35	13	5,153	s/2,576,438	¥76,004,906
22	43.68	B	47.5	0.30	5.71	10.00	0.1	148,235	133,412	2	40	13	5,889	s/2,944,500	¥86,862,750
23	35.32	C	47.9	0.30	5.14	11.12	0.1	120,777	108,699	2	30	13	4,417	s/2,208,375	¥65,147,063
23.1	0.89	C	48.4	0.30	8.12	7.01	0.3	8,003	7,203	0	-	-	-	-	-
24	7.55	A	48.7	0.40	11.40	4.96	0.1	45,880	41,292	1	40	14.5	3,513	s/1,756,350	¥51,812,325
25	8.17	B	49.7	0.30	6.56	8.70	0.1	31,634	28,471	1	35	10	1,575	s/787,500	¥23,231,250
26	15.00	B	47.8	0.30	7.13	7.99	0.1	51,253	46,127	1	30	14	2,489	s/1,244,250	¥36,705,375
27	104.93	C	47.5	0.30	2.86	20.02	0.1	356,352	320,717	2	40	14.5	7,025	s/3,512,700	¥103,624,650
27.1	123.98	A	55.5	0.30	3.24	17.67	0.1	491,611	442,450	3	40	14.5	10,538	s/5,269,050	¥155,436,975
28	23.39	C	52.1	0.30	3.66	15.63	0.1	87,074	78,366	1	35	12	2,268	s/1,134,000	¥33,453,000
29	15.02	A	54.9	0.30	5.05	11.32	0.1	58,876	52,988	1	35	12	2,268	s/1,134,000	¥33,453,000
30	128.01	B	56.9	0.30	2.29	25.01	0.1	520,661	468,595	3	35	14	8,710	s/4,354,875	¥128,468,813
31	180.08	B	54.5	0.30	2.70	21.20	0.1	701,133	631,019	4	40	14	13,272	s/6,636,000	¥195,762,000
31.1	13.04	A	50.0	0.30	3.12	18.35	0.1	46,616	41,954	0	-	-	-	-	-
31.2	39.77	A	43.8	0.30	4.19	13.65	0.1	124,501	112,051	2	30	12	3,888	s/1,944,000	¥57,348,000
32	52.00	C	49.0	0.30	4.00	14.30	0.1	182,078	163,870	2	30	14	4,977	s/2,488,500	¥73,410,750
33	52.64	B	46.4	0.30	2.86	20.02	0.1	174,490	157,041	2	30	12	3,888	s/1,944,000	¥57,348,000
33.1	185.83	A	45.6	0.30	3.25	17.61	0.1	605,664	545,098	4	40	14	13,272	s/6,636,000	¥195,762,000
34	84.17	C	45.9	0.30	4.86	11.76	0.1	276,117	248,505	3	40	14	9,954	s/4,977,000	¥146,821,500
35	25.00	C	46.0	0.31	9.77	5.81	0.1	87,905	79,114	2	40	13	5,889	s/2,944,500	¥86,862,750
35.1	99.09	A	39.0	0.30	7.02	8.12	0.1	275,875	248,288	4	40	14	13,272	s/6,636,000	¥195,762,000
36	60.00	A	45.5	0.32	9.87	5.75	0.1	213,504	192,153	4	40	14.5	14,051	s/7,025,400	¥207,249,300
36.1	16.72	A	48.4	0.30	6.32	9.03	0.1	57,834	52,051	0	-	-	-	-	-
37	90.00	B	51.7	0.30	5.71	10.00	0.1	332,196	298,976	4	40	14	13,272	s/6,636,000	¥195,762,000
37.1	118.38	A	48.2	0.30	4.58	12.48	0.1	407,204	366,484	4	35	14.5	12,294	s/6,147,225	¥181,343,138
38	55.31	A	47.9	0.30	3.72	15.38	0.1	189,425	170,483	2	40	12	5,184	s/2,592,000	¥76,464,000
39	21.91	B	48.1	0.35	10.56	5.36	0.1	96,037	86,433	2	40	14.5	7,025	s/3,512,700	¥103,624,650
40	70.00	B	46.7	0.31	9.74	5.83	0.1	248,528	223,675	5	40	14	16,590	s/8,295,000	¥244,702,500
40.1	103.44	A	45.3	0.30	7.45	7.65	0.1	334,341	300,907	5	40	14	16,590	s/8,295,000	¥244,702,500
41	25.80	A	45.9	0.32	9.98	5.68	0.1	94,906	85,415	2	40	14	6,636	s/3,318,000	¥97,881,000
42	21.36	C	45.4	0.30	2.29	25.01	0.1	69,271	62,344	1	20	12	1,296	s/648,000	¥19,116,000
43	19.45	C	45.2	0.30	4.29	13.33	0.1	62,761	56,485	1	30	12	1,944	s/972,000	¥28,674,000
43.1	11.76	C	44.9	0.30	5.48	10.42	0.1	37,746	33,972	1	30	11	1,695	s/847,688	¥25,006,781
44	25.80	C	45.3	0.30	2.86	20.02	0.1	83,542	75,188	1	35	11	1,978	s/988,969	¥29,174,578
45	87.97	C	45.2	0.30	2.58	22.19	0.1	284,162	255,746	2	35	13	5,153	s/2,576,438	¥76,004,906
46	17.94	B	44.6	0.32	9.88	5.74	0.1	62,658	56,393	2	35	12	4,536	s/2,268,000	¥66,906,000
46.1	333.36	A	45.5	0.30	3.73	15.34	0.1	1,083,166	974,849	10	40	13	29,445	s/14,722,500	¥434,313,750
46.2	17.97	C	41.0	0.30	6.12	9.33	0.1	52,809	47,348	0	-	-	-	-	-
47	18.43	C	44.1	0.30	1.72	-	-	-	-	-	-	-	-	s/384,750	¥11,350,125

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y  
VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ  
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL  
I-6 INFORME DE SOPORTE  
ANEXO-6 PLAN DE CONTROL DE SEDIMENTOS

**Tabla 2.3.7 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos en cada cuenca (Cuenca Chincha)**

Numero de subcuen	Area [km²]	Nivel de	Precipitación para un periodo de	Densidad de los sedimento	Pendiente actual del lecho (°)	Pendiente del lecho (1/N)	Factor de corrección de	Volumen de sedimento	Volumen de sedimentos - Volumen	Número de presas proyectad	Ancho de la presa	Altura de la presa (m)	Volumen de concreto	Costo Directo s/.	Costo Directo (Yen)
0.1	72.85	C	6.5	0.30	0.86	66.62	0.1	33,620	30,258	0.0	-				
0.2	95.34	C	8.1	0.30	0.66	86.81	0.1	55,335	49,802	0.0	-				
0.3	241.53	C	11.2	0.30	0.74	77.42	0.1	192,824	173,542	0.0	-				
1.0	73.53	A	31.5	0.30	1.72	33.30	0.1	165,356	148,821	1.0	30	13	2,208	s/1,104,188	¥32,573,531
1.1	39.90	B	20.9	0.30	0.39	146.91	0.1	59,460	53,514	1.0	20	5	281	s/140,625	¥4,148,438
2.0	60.16	A	34.1	0.30	2.00	28.64	0.1	146,459	131,813	1.0	40	11	2,261	s/1,130,250	¥33,342,375
2.1	16.09	A	29.4	0.30	0.36	159.15	0.1	33,820	30,438	1.0	20	4	216	s/108,000	¥3,186,000
2.2	127.87	A	38.3	0.30	0.41	139.74	0.1	349,991	314,992	1.0	25	10	1,125	s/562,500	¥16,593,750
3.0	10.38	A	31.9	0.30	3.72	15.38	0.1	23,682	21,314	1.0	20	9	770	s/384,750	¥11,350,125
4.0	29.71	A	33.2	0.30	8.25	6.90	0.1	70,528	63,476	2.0	30	13	4,417	s/2,208,375	¥65,147,063
4.1	113.32	B	23.3	0.30	2.10	27.27	0.1	188,244	169,420	4.0	20	9	3,078	s/1,539,000	¥45,400,500
5.0	77.74	A	33.2	0.30	5.43	10.52	0.1	184,211	165,790	3.0	40	12	7,776	s/3,888,000	¥114,696,000
6.0	16.82	B	34.2	0.43	13.21	4.26	0.1	73,041	65,737	2.0	40	14	6,636	s/3,318,000	¥97,881,000
7.0	18.27	C	35.1	0.30	4.29	13.33	0.1	45,831	41,248	1.0	30	11	1,695	s/847,688	¥25,006,781
7.1	26.66	B	34.8	0.30	0.51	112.34	0.1	66,252	59,627	1.0	20	6	378	s/189,000	¥5,575,500
8.0	43.35	C	35.8	0.30	1.72	33.30	0.1	110,846	99,761	1.0	30	10	1,350	s/675,000	¥19,912,500
9.0	17.23	C	36.1	0.30	7.13	7.99	0.1	44,431	39,988	1.0	40	12	2,592	s/1,296,000	¥38,232,000
9.1	279.70	A	31.5	0.30	1.23	46.57	0.1	629,624	566,661	4.0	35	10	6,300	s/3,150,000	¥92,925,000
10.0	22.52	B	37.1	0.39	12.43	4.54	0.1	90,349	81,315	3.0	40	13	8,834	s/4,416,750	¥130,294,125
10.1	158.72	A	36.8	0.30	2.35	24.37	0.1	417,746	375,971	5.0	25	12	8,100	s/4,050,000	¥119,475,000
11.0	26.87	C	36.9	0.30	5.71	10.00	0.1	70,837	63,753	3.0	30	9	3,463	s/1,731,375	¥51,075,563
11.1	38.96	B	37.5	0.30	3.65	15.68	0.1	104,352	93,917	2.0	30	10	2,700	s/1,350,000	¥39,825,000
12.0	24.62	C	37.0	0.30	1.72	33.30	0.1	65,012	58,511	1.0	30	8	972	s/486,000	¥14,337,000
12.1	6.29	C	37.3	0.30	2.54	22.54	0.1	20,484	18,436	1.0	20	7	499	s/249,375	¥7,356,563
13.0	35.53	C	37.2	0.30	3.43	16.68	0.1	94,505	85,054	2.0	30	10	2,700	s/1,350,000	¥39,825,000
14.0	61.04	C	37.5	0.30	1.72	33.30	0.1	163,566	147,209	1.0	35	12	2,268	s/1,134,000	¥33,453,000
14.1	6.48	B	37.6	0.30	2.98	19.21	0.1	20,963	18,867	1.0	20	7	499	s/249,375	¥7,356,563
15.0	8.36	C	37.9	0.30	3.72	15.38	0.1	24,464	22,018	1.0	25	8	810	s/405,000	¥11,947,500
16.0	89.36	C	38.2	0.30	4.57	12.51	0.1	243,779	219,401	4.0	40	11	9,042	s/4,521,000	¥133,369,500
16.1	61.09	B	37.9	0.30	3.21	17.83	0.1	165,460	148,914	3.0	30	10	4,050	s/2,025,000	¥59,737,500
17.0	129.35	C	38.6	0.30	0.86	66.62	0.1	356,575	320,917	1.0	35	12	2,268	s/1,134,000	¥33,453,000
17.1	0.02	C	38.6	0.30	2.14	26.76	0.7	397	357	0.0	-				
18.0	41.75	C	39.0	0.30	5.71	10.00	0.1	116,298	104,668	2.0	40	12	5,184	s/2,592,000	¥76,464,000
18.1	7.30	C	38.8	0.30	4.25	13.46	0.1	23,179	20,861	1.0	30	8	972	s/486,000	¥14,337,000
19.0	16.08	C	39.0	0.35	11.54	4.90	0.1	57,000	51,300	2.0	35	13	5,153	s/2,576,438	¥76,004,906
20.0	34.37	C	39.7	0.30	3.72	15.38	0.1	97,551	87,796	2.0	35	9	2,693	s/1,346,625	¥39,725,438
20.1	78.40	B	42.8	0.30	4.12	13.88	0.1	239,552	215,597	3.0	35	13	7,729	s/3,864,656	¥114,007,359
21.0	16.10	C	39.9	0.30	2.56	22.37	0.1	45,874	41,287	1.0	30	8	972	s/486,000	¥14,337,000
21.1	16.25	C	41.6	0.30	4.01	14.26	0.1	48,273	43,446	2.0	35	7	1,746	s/872,813	¥25,747,969
22.0	102.60	C	39.9	0.30	8.17	6.97	0.1	292,234	263,010	4.0	40	14	13,272	s/6,636,000	¥195,762,000
22.1	86.10	A	37.6	0.30	3.25	17.61	0.1	231,504	208,354	3.0	30	12	5,832	s/2,916,000	¥86,022,000
23.0	53.73	B	39.3	0.30	4.79	11.93	0.1	150,807	135,727	2.0	40	12	5,184	s/2,592,000	¥76,464,000
23.1	58.39	A	43.3	0.30	6.12	9.33	0.1	180,749	162,674	3.0	35	13	7,729	s/3,864,656	¥114,007,359
24.0	61.67	C	43.1	0.30	8.37	6.80	0.1	189,733	170,759	3.0	40	14.5	10,538	s/5,269,050	¥155,436,975
24.1	30.06	A	47.0	0.30	6.31	9.04	0.1	100,877	90,790	2.0	35	12	4,536	s/2,268,000	¥66,906,000
25.0	63.55	B	43.5	0.30	10.34	5.48	0.1	199,603	179,643	4.0	40	14.5	14,051	s/7,025,400	¥207,249,300
25.1	39.10	A	46.5	0.30	5.26	10.86	0.1	129,828	116,845	3.0	35	11	5,934	s/2,966,906	¥87,523,734
26.0	90.91	B	44.9	0.30	4.00	14.30	0.1	291,795	262,616	3.0	35	14	8,710	s/4,354,875	¥128,468,813
27.0	145.48	C	42.0	0.30	9.65	5.88	0.1	436,059	392,453	8.0	40	14.5	28,102	s/14,050,800	¥414,498,600
27.1	59.89	A	41.3	0.30	4.89	11.69	0.1	176,840	159,156	3.0	35	12	6,804	s/3,402,000	¥100,359,000
28.0	99.24	C	28.7	0.30	1.43	40.06	0.1	203,571	183,214	1.0	40	11	2,261	s/1,130,250	¥33,342,375
28.1	115.81	A	31.8	0.30	2.15	26.64	0.1	262,908	236,617	3.0	30	10	4,050	s/2,025,000	¥59,737,500
29.0	18.46	B	22.0	0.30	7.13	7.99	0.1	28,984	26,086	1.0	35	10	1,575	s/787,500	¥23,231,250
29.1	39.56	C	19.8	0.30	3.25	17.61	0.1	55,905	50,315	2.0	30	7	1,496	s/748,125	¥22,069,688
												Total		s/1,115,904,344	¥3,477,130,313
												Sólo A y B		s/65,880,806	¥1,976,424,188

Precipitación para un periodo de retorno de 50 años  
No se toma en cuenta los casos cuando la pendiente del lecho es menor a 2°

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y  
VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ  
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL  
I-6 INFORME DE SOPORTE  
ANEXO-6 PLAN DE CONTROL DE SEDIMENTOS

**Tabla 2.3.8 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos en cada cuenca (Cuenca Pisco)**

Número de subcuenca	Área [km²]	Nivel de desc	Precipitación para un periodo de	Densidad de los sedimento	Pendiente actual del lecho (°)	Pendiente del lecho (1/N)	Factor de corrección	Volumen de sedimentos (m³)	Volumen de sedimentos - Volumen de	Número de presas proyectada	Ancho de la presa	Altura de la presa (m)	Volumen de concreto	Costo Directo s/.	Costo Directo (Yen)
0	774.36	C	21.2	0.03	1.44	39.80	0.1	1,169,870	1,052,883	0.0	-	-	-	-	-
1	48.73	A	34.0	0.23	8.53	6.67	0.1	118,520	106,668	2.0	40	14.5	7,025	s/3,512,700	¥103,624,650
2	52.92	B	38.6	0.23	8.53	6.67	0.1	145,854	131,269	3.0	40	13	8,834	s/4,416,750	¥130,294,125
3	256.34	C	42.4	0.21	7.97	7.14	0.1	776,477	698,829	12.0	40	14.5	42,152	s/21,076,200	¥621,747,900
4	59.72	B	41.5	0.37	11.86	4.76	0.1	239,645	215,680	4.0	40	14.5	14,051	s/7,025,400	¥207,249,300
5	28.40	A	46.5	0.30	10.20	5.56	0.1	94,274	84,847	2.0	40	14	6,636	s/3,318,000	¥97,881,000
6	21.15	A	43.8	0.20	7.56	7.53	0.1	66,109	59,498	2.0	40	10	3,600	s/1,800,000	¥53,100,000
7	24.53	A	41.0	0.51	14.57	3.85	0.1	171,855	154,670	5.0	40	14.5	17,564	s/8,781,750	¥259,061,625
8	10.94	C	40.9	0.09	3.72	15.38	0.1	31,972	28,775	1.0	20	10	900	s/450,000	¥13,275,000
9	20.82	C	40.9	0.05	2.29	25.00	0.1	60,819	54,737	1.0	20	11	1,130	s/565,125	¥16,671,188
10	69.82	B	40.2	0.07	3.15	18.18	0.1	200,674	180,607	2.0	30	13	4,417	s/2,208,375	¥65,147,063
11	95.25	C	43.0	0.10	4.29	13.33	0.1	292,394	263,155	3.0	40	13	8,834	s/4,416,750	¥130,294,125
12	24.32	C	44.7	0.06	2.58	22.22	0.1	77,597	69,837	1.0	30	11	1,695	s/847,688	¥25,006,781
13	34.38	C	45.7	0.03	1.43	40.00	0.1	112,109	100,898	1.0	30	10	1,350	s/675,000	¥19,912,500
14	28.84	C	46.9	0.03	1.43	40.00	0.1	96,532	86,879	1.0	30	9	1,154	s/577,125	¥17,025,188
15	6.63	C	45.3	0.14	5.71	10.00	0.1	25,643	23,079	1.0	30	9	1,154	s/577,125	¥17,025,188
16	58.15	C	50.5	0.10	4.29	13.33	0.1	209,914	188,923	2.0	40	14	6,636	s/3,318,000	¥97,881,000
17	62.23	C	55.7	0.23	8.53	6.67	0.1	247,442	222,698	4.0	40	14.5	14,051	s/7,025,400	¥207,249,300
18	56.83	C	47.3	0.09	3.72	15.38	0.1	191,928	172,735	3.0	40	10	5,400	s/2,700,000	¥79,650,000
19	26.73	C	45.4	0.14	5.71	10.00	0.1	86,708	78,037	3.0	30	10	4,050	s/2,025,000	¥59,737,500
20	56.16	C	43.0	0.19	7.13	8.00	0.1	172,568	155,311	3.0	40	13	8,834	s/4,416,750	¥130,294,125
21	43.74	C	40.1	0.05	2.28	25.13	0.1	125,445	112,901	2.0	30	9	2,309	s/1,154,250	¥34,030,375
22	133.68	C	42.1	0.04	1.70	33.67	0.1	401,567	361,411	3.0	30	11	5,086	s/2,543,063	¥75,020,344
23	19.21	A	40.5	0.15	5.91	9.67	0.1	55,561	50,005	1.0	30	14	2,489	s/1,244,250	¥36,705,375
24	92.05	C	43.9	0.06	2.53	22.67	0.1	288,403	259,562	3.0	30	12	5,832	s/2,916,000	¥86,022,000
25	21.77	C	46.6	0.09	3.91	14.64	0.1	72,526	65,274	1.0	30	13	2,208	s/1,104,188	¥32,573,531
26	7.61	C	45.6	0.09	3.72	15.38	0.1	27,900	25,110	1.0	30	8	972	s/486,000	¥14,337,000
27	14.97	C	46.5	0.13	5.43	10.53	0.1	49,761	44,785	1.0	30	12	1,944	s/972,000	¥28,674,000
28	25.07	C	42.8	0.43	13.21	4.26	0.1	136,292	122,662	3.0	40	14	9,954	s/4,977,000	¥146,821,500
29	30.53	C	43.1	0.06	2.58	22.22	0.1	93,990	84,591	1.0	30	12	1,944	s/972,000	¥28,674,000
30	21.04	C	42.0	0.09	3.72	15.38	0.1	63,112	56,801	1.0	30	12	1,944	s/972,000	¥28,674,000
31	15.31	C	43.6	0.07	2.86	20.00	0.1	47,710	42,939	1.0	30	9	1,154	s/577,125	¥17,025,188
32	81.07	C	45.3	0.04	1.72	33.33	0.1	262,477	236,229	2.0	30	11	3,391	s/1,695,375	¥50,013,563
33	25.24	B	40.7	0.38	12.21	4.62	0.1	106,565	95,909	3.0	40	14	9,954	s/4,977,000	¥146,821,500
34	32.34	C	45.4	0.02	0.86	66.67	0.1	104,833	94,350	1.0	30	7	748	s/374,063	¥11,034,844
35	21.25	A	41.1	0.34	11.34	4.99	0.1	76,344	68,710	3.0	40	11	6,782	s/3,390,750	¥100,027,125
36	13.09	B	36.1	0.45	13.48	4.17	0.1	63,457	57,111	2.0	40	14	6,636	s/3,318,000	¥97,881,000
37	39.44	C	43.1	0.32	10.67	5.31	0.1	130,670	117,603	4.0	30	14	9,954	s/4,977,000	¥146,821,500
38	78.76	A	42.1	0.20	7.69	7.41	0.1	236,698	213,028	4.0	40	14	13,272	s/6,636,000	¥195,762,000
39	73.03	A	41.7	0.10	4.29	13.33	0.1	217,364	195,627	2.0	30	13	4,417	s/2,208,375	¥65,147,063
40	124.55	B	42.8	0.21	7.97	7.14	0.1	380,632	342,568	5.0	40	14.5	17,564	s/8,781,750	¥259,061,625
41	122.64	B	40.7	0.16	6.28	9.09	0.1	356,314	320,683	5.0	40	14	16,590	s/8,295,000	¥244,702,500
2-1	38.11	B	36.6	0.08	3.25	17.59	0.1	99,695	89,726	3.0	30	8	2,916	s/1,458,000	¥43,011,000
3-1	52.40	A	38.5	0.19	7.13	8.00	0.1	144,246	129,821	2.0	40	10	3,600	s/1,800,000	¥53,100,000
5-1	168.32	A	44.6	0.24	8.64	6.58	0.1	536,195	482,576	5.0	40	10	9,000	s/4,500,000	¥132,750,000
6-1	8.75	A	46.2	0.10	4.25	13.45	0.1	30,603	27,542	1.0	30	10	1,350	s/675,000	¥19,912,500
7-1	47.27	A	41.7	0.16	6.32	9.03	0.1	140,715	126,644	3.0	40	10	5,400	s/2,700,000	¥79,650,000
8-1	37.03	B	40.5	0.02	1.13	50.61	0.1	107,140	96,426	1.0	20	10	900	s/450,000	¥13,275,000
10-1	48.92	C	39.1	0.08	3.55	16.13	0.1	136,619	122,957	2.0	30	12	3,888	s/1,944,000	¥57,348,000
11-1	32.18	B	40.8	0.21	7.85	7.25	0.1	93,741	84,367	3.0	30	12	5,832	s/2,916,000	¥86,022,000
12-1	7.60	C	44.1	0.03	1.46	39.26	0.1	26,933	24,240	1.0	20	6	378	s/189,000	¥5,575,500
13-1	0.53	C	45.2	0.22	8.25	6.89	0.3	5,274	4,747	0.0	-	-	-	-	-
14-1	0.74	C	45.2	0.16	6.25	9.14	0.3	6,591	5,932	0.0	-	-	-	-	-
15-1	23.89	C	44.4	0.18	6.81	8.37	0.1	75,733	68,159	2.0	30	12	3,888	s/1,944,000	¥57,348,000
16-1	22.57	C	45.1	0.10	4.13	13.87	0.1	72,760	65,484	2.0	20	11	2,261	s/1,130,250	¥33,342,375
17-1	0.97	C	46.8	0.07	3.21	17.81	0.3	8,193	7,374	0.0	-	-	-	-	-
18-1	1.28	C	45.4	0.03	1.57	36.53	0.2	9,518	8,566	0.0	-	-	-	-	-
19-1	6.67	C	43.7	0.02	0.89	64.37	0.1	24,812	22,331	0.0	-	-	-	-	-
20-1	26.25	B	40.4	0.00	0.21	272.84	0.1	75,841	68,257	1.0	20	4	216	s/108,000	¥3,186,000
21-1	17.54	B	38.6	0.05	2.15	26.64	0.1	48,322	43,490	1.0	30	8	972	s/486,000	¥14,337,000
22-1	54.26	B	40.4	0.17	6.45	8.85	0.1	156,622	140,960	3.0	30	14	7,466	s/3,732,750	¥110,116,125
23-1	133.89	A	45.7	0.09	3.66	15.65	0.1	436,841	393,157	5.0	40	12	12,960	s/6,480,000	¥191,160,000
26-1	92.54	B	40.1	0.18	6.91	8.25	0.1	265,050	238,545	5.0	30	14	12,443	s/6,221,250	¥183,526,875
27-1	30.51	C	44.8	0.21	7.81	7.29	0.1	97,694	87,924	3.0	30	12	5,832	s/2,916,000	¥86,022,000
28-1	5.23	C	42.4	0.23	8.38	6.79	0.1	20,944	18,850	0.0	-	-	-	-	-
29-1	20.46	C	42.9	0.26	9.13	6.23	0.1	62,705	56,434	2.0	30	13	4,417	s/2,208,375	¥65,147,063
30-1	8.75	C	42.3	0.04	1.68	34.09	0.1	27,998	25,198	0.0	-	-	-	-	-
31-1	56.04	B	40.5	0.12	4.99	11.46	0.1	162,119	145,907	3.0	30	12	5,832	s/2,916,000	¥86,022,000
33-1	10.38	A	43.6	0.08	3.29	17.42	0.1	32,280	29,052	1.0	30	8	972	s/486,000	¥14,337,000
36-1	95.48	A	40.4	0.14	5.54	10.31	0.1	275,309	247,778	6.0	30	12	11,664	s/5,832,000	¥172,044,000
37-1	58.92	A	38.7	0.03	1.25	45.83	0.1	162,767	146,491	3.0	30	6	1,701	s/850,500	¥25,089,750
38-1	73.09	A	45.4	0.01	0.25	230.10	0.1	236,855	213,169	3.0	20	4	648	s/324,000	¥9,558,000
39-1	10.93	A	42.8	0.04	1.68	34.09	0.1	33,399	30,059	0.0	-	-	-	-	-
40-1	128.13	A	42.6	0.21	7.95	7.16	0.1	389,512	350,560	7.0	40	14	23,226	s/11,613,000	¥342,583,500
41-1	63.62	B	38.5	0.09	3.99	14.35	0.1	174,946	157,451	5.0	20	11	5,651	s/2,825,625	¥83,355,938
Precipitación para un periodo de retorno de 50 años												Total	s/209,010,075	¥6,270,302,250	
No se toma en cuenta los casos cuando la pendiente del lecho es menor a 2°												Sólo A y B	s/126,288,225	¥3,788,646,750	

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

**Tabla 2.3.9 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos en cada cuenca (Cuenca Yaura)**

Número de subcuen	Area [km²]	Nivel de desc	Precipitación para un	Densidad de los sedimento	Pendiente actual del lecho (°)	Pendiente del lecho (1/N)	Factor de corrección de	Volumen de sedimento	Volumen de sedimento	Número de presas proyectad	Ancho de la presa	Altura de la presa	Volumen de concreto	Costo Directo s/	Costo Directo (Yen)		
1.0	61.25	C	54.5	0.14	5.46	10.46	0.1	238,513	214,661	3.0	35	14	8709.75	s/.4,354,875	¥128,468,813		
1.1	118.84	C	17.4	0.03	1.42	40.34	0.1	148,075	133,268	0.0	-						
1.2	143.14	B	43.2	0.04	1.84	31.13	0.1	441,291	397,162	0.0	-						
2.0	386.62	C	63.2	0.06	2.53	22.63	0.1	1,746,245	1,571,621	10.0	40	14	33180	s/.16,590,000	¥489,405,000		
2.1	55.32	B	56.8	0.04	1.94	29.52	0.1	224,326	201,894	0.0	-						
2.2	104.71	B	64.7	0.03	1.54	37.20	0.1	483,986	435,587	0.0	-						
3.0	75.08	C	64.7	0.03	1.43	40.06	0.1	346,786	312,108	0.0	-						
3.1	78.85	C	67.3	0.04	1.99	28.78	0.1	378,990	341,091	0.0	-						
4.0	104.29	C	63.6	0.03	1.15	49.82	0.1	474,051	426,646	0.0	-						
5.0	90.35	C	68.2	0.04	1.98	28.93	0.1	440,375	396,338	0.0	-						
6.0	22.42	C	70.8	0.03	1.15	49.82	0.1	113,399	102,059	0.0	-						
6.1	89.23	B	65.9	0.03	1.54	37.20	0.1	420,230	378,207	0.0	-						
7.0	56.65	C	66.3	0.07	2.99	19.15	0.1	268,190	241,371	2.0	35	14	5806.5	s/.2,903,250	¥85,645,875		
7.1	111.64	B	67.3	0.06	2.70	21.20	0.1	536,398	482,758	3.0	40	14	9954	s/.4,977,000	¥146,821,500		
8.0	52.24	B	71.2	0.09	3.89	14.71	0.1	265,562	239,005	2.0	40	14.5	7025.4	s/.3,512,700	¥103,624,650		
8.1	0.81	C	70.3	0.08	3.54	16.16	0.3	10,944	9,849	0.0	-						
9.0	71.69	B	72.3	0.07	3.01	19.02	0.1	370,399	333,359	3.0	35	13	7729.313	s/.3,864,656	¥114,007,359		
9.1	6.56	C	70.3	0.06	2.54	22.54	0.1	39,523	35,571	0.0	-						
10.0	55.29	B	68.4	0.03	1.15	49.82	0.1	270,154	243,139	0.0	-						
11.0	30.95	C	60.8	0.14	5.45	10.48	0.1	134,482	121,034	2.0	35	13	5152.875	s/.2,576,438	¥76,004,906		
11.1	93.07	B	62.0	0.05	2.34	24.47	0.1	412,399	371,159	2.0	40	14	6636	s/.3,318,000	¥97,881,000		
12.0	26.39	C	60.4	0.17	6.55	8.71	0.1	113,830	102,447	2.0	35	13	5152.875	s/.2,576,438	¥76,004,906		
12.1	1.38	C	56.7	0.09	3.84	14.90	0.2	12,483	11,234	0.0	-						
13.0	137.19	C	59.5	0.13	5.14	11.12	0.1	582,921	524,629	0.0	-						
13.1	32.06	C	56.4	0.08	3.45	16.59	0.1	129,239	116,316	1.0	40	14	3318	s/.1,659,000	¥48,940,500		
14.0	192.11	C	61.5	0.02	0.86	66.62	0.1	844,090	759,681	0.0	-						
15.0	50.37	C	60.5	0.03	1.15	49.82	0.1	217,611	195,850	0.0	-						
16.0	16.94	C	57.4	0.18	6.90	8.26	0.1	69,469	62,522	1.0	40	14	3318	s/.1,659,000	¥48,940,500		
16.1	0.56	C	55.2	0.10	4.12	13.88	0.3	6,719	6,047	0.0	-						
17.0	32.68	C	58.5	0.05	2.29	25.01	0.1	136,516	122,865	1.0	30	13	2208.375	s/.1,104,188	¥32,573,531		
18.0	48.90	C	59.0	0.04	1.72	33.30	0.1	205,990	185,391	0.0	-						
18.1	43.18	C	53.1	0.07	2.97	19.27	0.1	163,853	147,468	1.0	40	14	3318	s/.1,659,000	¥48,940,500		
19.0	78.77	C	64.6	0.14	5.78	9.88	0.1	363,643	327,278	4.0	40	14.5	14050.8	s/.7,025,400	¥207,249,300		
19.1	25.91	C	55.8	0.07	3.01	19.02	0.1	103,302	92,972	1.0	35	12	2268	s/.1,134,000	¥33,453,000		
20.0	98.99	C	79.7	0.09	3.70	15.46	0.1	563,602	507,242	4.0	40	14.5	14050.8	s/.7,025,400	¥207,249,300		
21.0	34.17	C	66.6	0.08	3.23	17.72	0.1	162,482	146,234	1.0	40	14.5	3512.7	s/.1,756,350	¥51,812,325		
21.1	112.02	B	70.6	0.05	2.11	27.14	0.1	564,649	508,184	3.0	35	14	8709.75	s/.4,354,875	¥128,468,813		
22.0	50.39	C	66.6	0.14	5.71	10.00	0.1	239,892	215,903	3.0	40	14	9954	s/.4,977,000	¥146,821,500		
23.0	73.00	C	67.3	0.19	7.10	8.03	0.1	350,762	315,686	5.0	40	14	16590	s/.8,295,000	¥244,702,500		
23.1	60.10	B	68.8	0.06	2.45	23.37	0.1	295,397	265,857	2.0	30	14	4977	s/.2,488,500	¥73,410,750		
24.0	77.91	B	68.2	0.08	3.29	17.40	0.1	379,385	341,446	3.0	35	14	8709.75	s/.4,354,875	¥128,468,813		
25.0	68.82	C	64.3	0.03	1.15	49.82	0.1	315,974	284,377	0.0	-						
25.1	77.02	C	58.8	0.10	4.26	13.41	0.1	323,530	291,177	3.0	35	14.5	9220.838	s/.4,610,419	¥136,007,353		
25.2	213.29	B	53.8	0.09	3.78	15.14	0.1	819,049	737,144	6.0	40	14.5	21076.2	s/.10,538,100	¥310,873,950		
25.3	91.91	B	48.2	0.06	2.48	23.09	0.1	316,518	284,866	2.0	35	13.5	5475.225	s/.2,737,613	¥80,759,569		
26.0	120.17	C	65.4	0.05	2.29	25.01	0.1	561,512	505,361	3.0	40	13	8833.5	s/.4,416,750	¥130,294,125		
26.1	208.78	B	65.9	0.07	3.12	18.35	0.1	982,257	884,032	9.0	30	14	22396.5	s/.11,198,250	¥330,348,375		
27.0	61.17	C	62.5	0.08	3.43	16.68	0.1	273,198	245,878	3.0	30	13	6625.125	s/.3,312,563	¥97,720,594		
27.1	93.81	C	57.4	0.06	2.49	23.00	0.1	384,928	346,436	3.0	30	13	6625.125	s/.3,312,563	¥97,720,594		
28.0	29.27	C	53.6	0.22	8.00	7.12	0.1	112,102	100,891	2.0	40	14	6636	s/.3,318,000	¥97,881,000		
29.0	31.41	C	49.6	0.22	8.25	6.90	0.1	111,157	100,041	2.0	40	14	6636	s/.3,318,000	¥97,881,000		
30.0	11.65	C	48.3	0.11	4.63	12.35	0.1	40,165	36,148	1.0	25	11	1412.813	s/.706,406	¥20,838,984		
30.1	23.52	C	46.6	0.05	2.33	24.58	0.1	78,322	70,490	1.0	35	10	1575	s/.787,500	¥23,231,250		
31.0	32.37	C	42.7	0.09	3.72	15.38	0.1	98,801	88,921	1.0	35	13	2576.438	s/.1,288,219	¥38,002,453		
31.1	85.79	B	33.4	0.05	2.02	28.35	0.1	204,709	184,238	1.0	35	14	2903.25	s/.1,451,625	¥42,822,938		
31.2	36.93	B	36.7	0.07	2.84	20.16	0.1	96,748	87,074	1.0	30	12	1944	s/.972,000	¥28,674,000		
31.3	134.65	B	16.5	0.03	1.42	40.34	0.1	158,638	142,774	0.0	-						
												Precipitación para un periodo de retorno de 50 años		total		s/.144,133,950	¥4,324,018,500
												No se toma en cuenta los casos cuando la pendiente del lecho es menor a 2°		solo AyB		s/.53,768,194	¥1,613,045,813

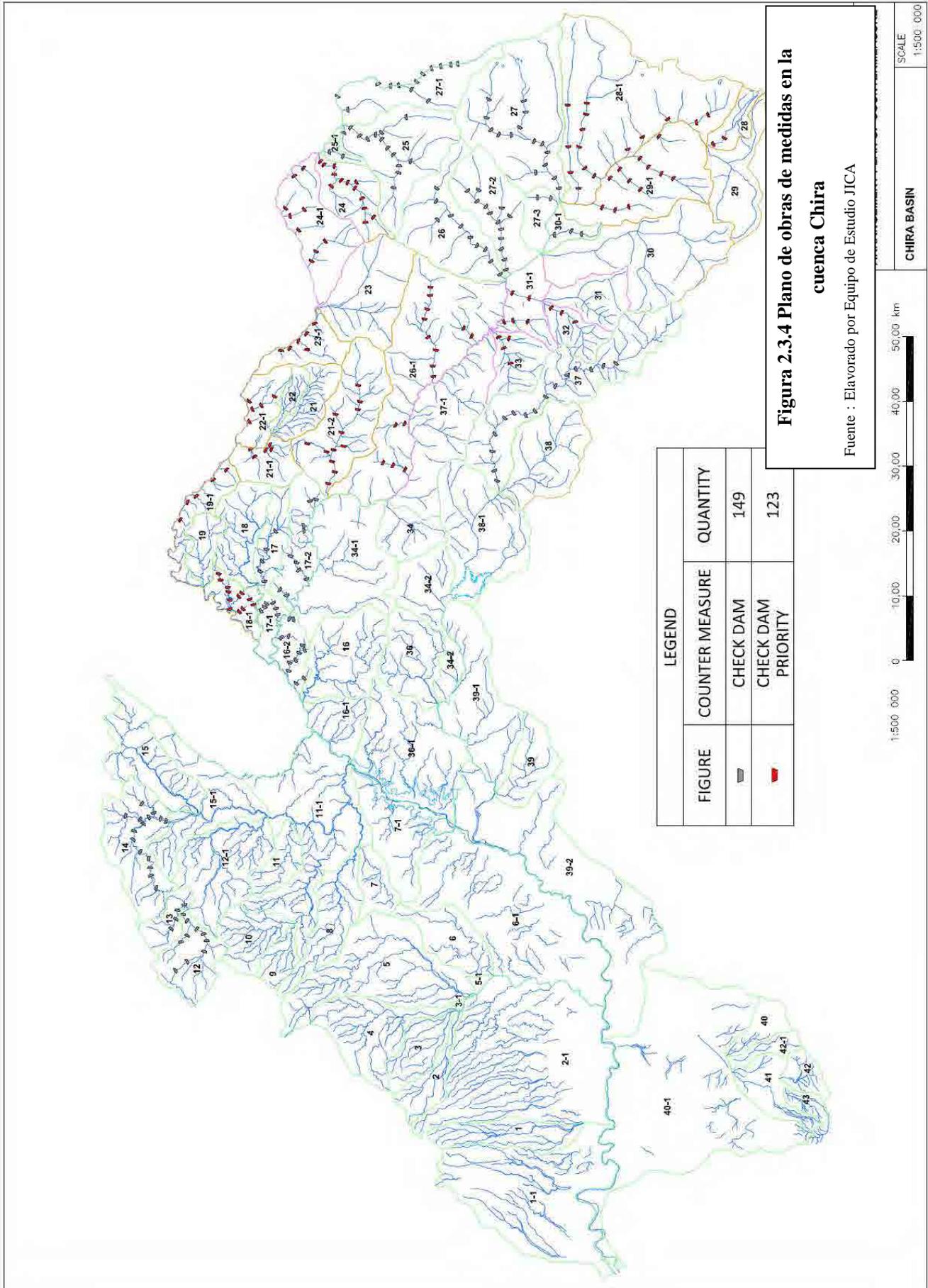
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

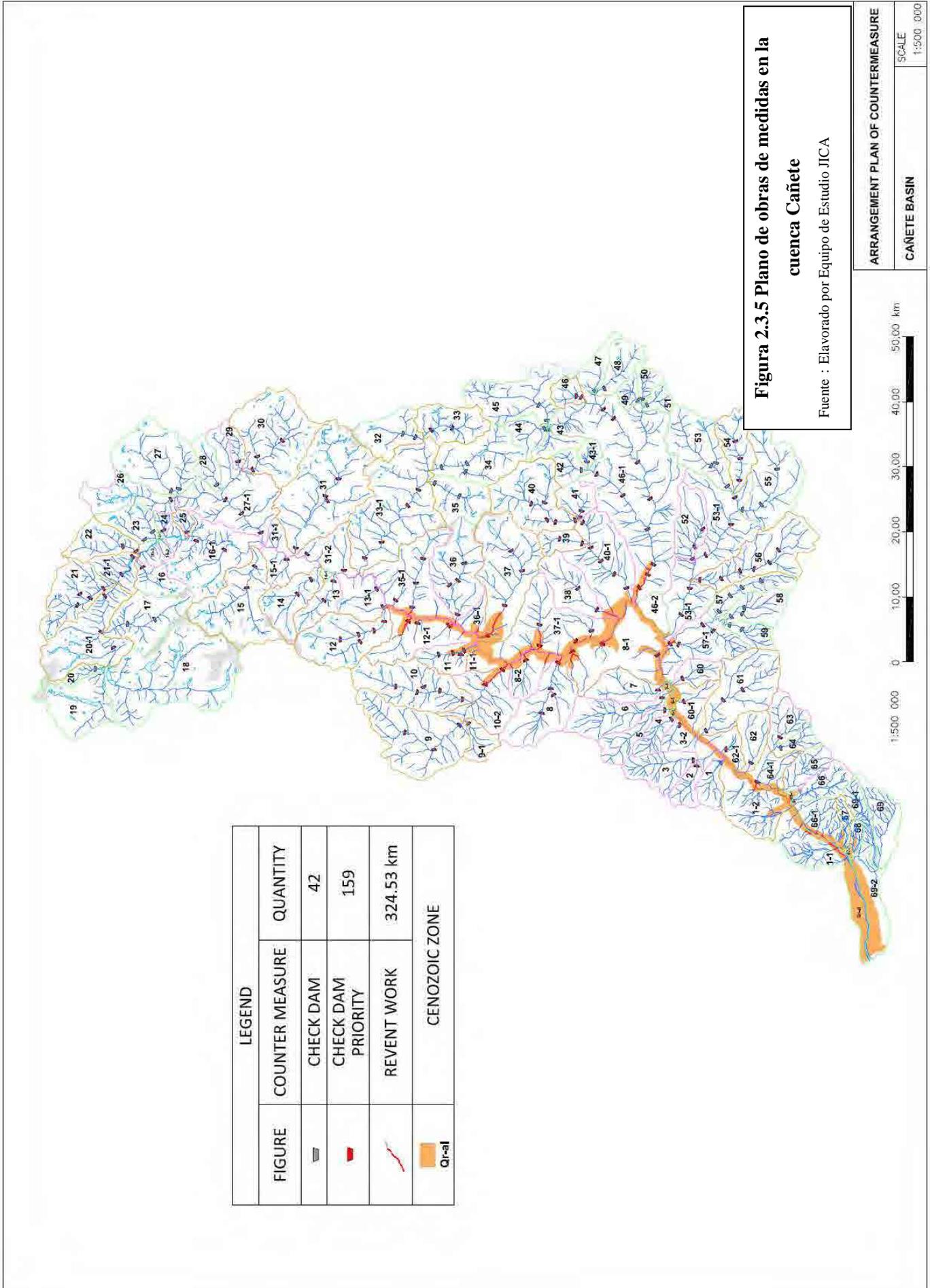
*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y  
VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ  
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL  
I-6 INFORME DE SOPORTE  
ANEXO-6 PLAN DE CONTROL DE SEDIMENTOS*

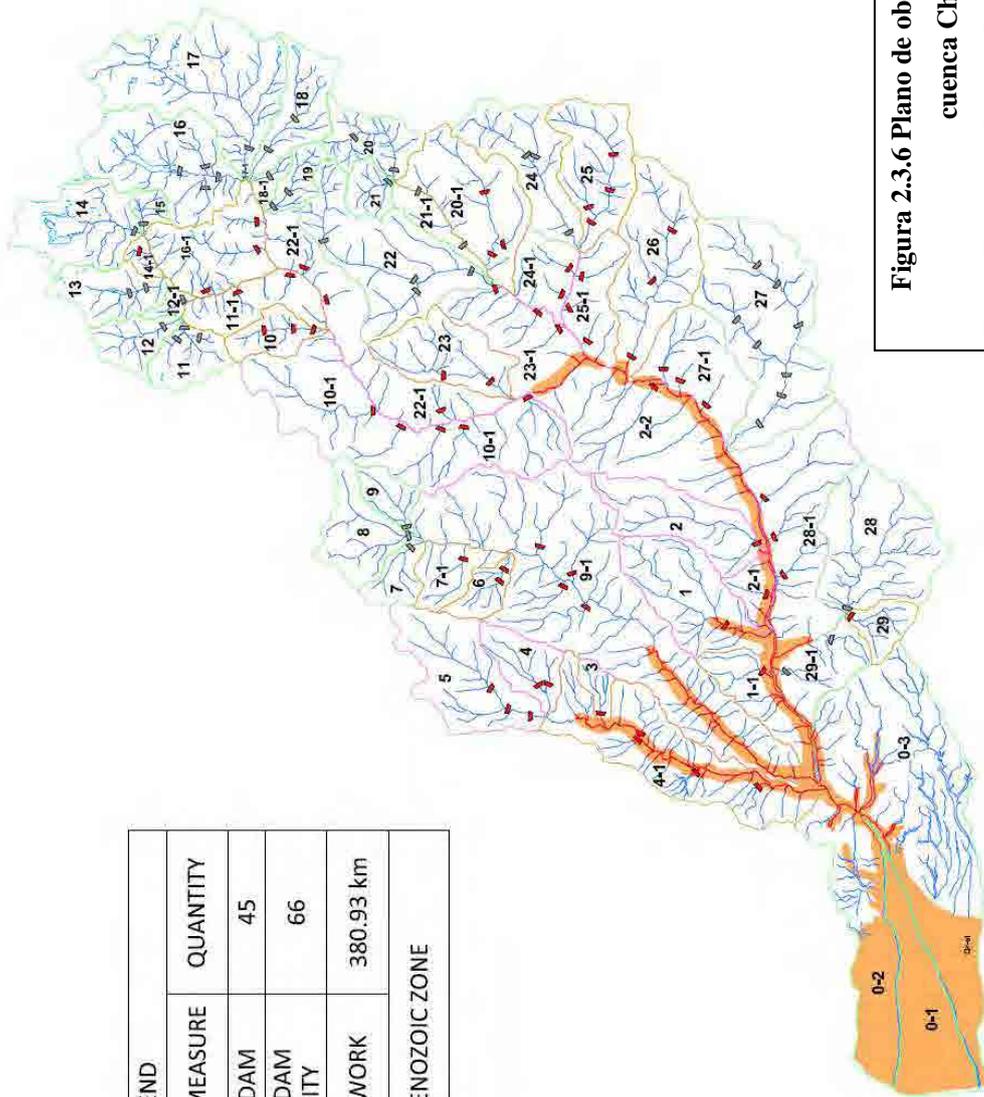
**Tabla 2.3.10 Volumen de producción de sedimentos y plan de presas de control de sedimentos en cada cuenca (Cuenca Camaná-Majes)**

Número de subcuenca	Área [km²]	Nivel de desc	Precipitación para un período de	Densidad de los sedimentos	Pendiente actual del lecho (°)	Pendiente del lecho (1/N)	Factor de corrección	Volumen de sedimentos (m³)	Volumen de sedimentos - Volumen de	Número de presas proyectadas	Ancho de la presa	Altura de la presa (m)	Volumen de concreto	Costo Directo s/.	Costo Directo (Yen)
6	11.15	B	26.5	0.10	4.01	14.26	0.1	21,122	19,010	1.0	30	7	748	s/374,063	¥11,034,844
14	10.72	B	11.4	0.13	5.11	11.18	0.1	8,698	7,828	1.0	30	5	422	s/210,938	¥6,222,656
23	52.48	A	53.9	0.11	4.58	12.48	0.1	202,063	181,857	3.0	40	11	6,782	s/3,390,750	¥100,027,125
24	36.55	A	50.2	0.13	5.22	10.94	0.1	131,126	118,013	3.0	40	10	5,400	s/2,700,000	¥79,650,000
25	17.59	A	52.6	0.20	7.66	7.44	0.1	66,015	59,414	2.0	40	10	3,600	s/1,800,000	¥53,100,000
26	91.55	B	46.9	0.24	8.66	6.57	0.1	306,372	275,735	7.0	40	13	20,612	s/10,305,750	¥304,019,625
29	78.19	B	41.0	0.18	6.84	8.34	0.1	228,866	205,979	3.0	40	14.5	10,538	s/5,269,050	¥155,436,975
30	16.92	B	40.7	0.19	7.27	7.84	0.1	49,131	44,218	1.0	50	11	2,826	s/1,412,813	¥41,677,969
31	74.23	A	40.6	0.22	8.16	6.97	0.1	215,430	193,887	4.0	40	13	11,778	s/5,889,000	¥173,725,500
32	38.40	A	40.4	0.16	6.32	9.03	0.1	110,743	99,669	3.0	30	12	5,832	s/2,916,000	¥86,022,000
33	27.99	A	52.9	0.39	12.32	4.58	0.1	156,753	141,078	4.0	40	14	13,272	s/6,636,000	¥195,762,000
34	25.19	A	39.6	0.43	13.24	4.25	0.1	127,421	114,679	4.0	40	13	11,778	s/5,889,000	¥173,725,500
35	38.88	A	32.7	0.30	10.23	5.54	0.1	90,749	81,674	2.0	40	14	6,636	s/3,318,000	¥97,881,000
36	145.37	A	31.7	0.22	8.26	6.89	0.1	329,479	296,531	6.0	40	13	17,667	s/8,833,500	¥260,588,250
37	49.71	A	39.1	0.11	4.56	12.54	0.1	138,946	125,051	2.0	30	13	4,417	s/2,208,375	¥65,147,063
38	96.77	B	40.0	0.11	4.48	12.76	0.1	276,562	248,906	3.0	40	13	8,834	s/4,416,750	¥130,294,125
64	51.48	A	38.8	0.22	8.22	6.92	0.1	142,824	128,542	2.0	50	14	8,295	s/4,147,500	¥122,351,250
65	31.96	A	36.9	0.43	13.26	4.24	0.1	151,050	135,945	5.0	40	13	14,723	s/7,361,250	¥217,156,875
66	50.94	A	37.0	0.38	12.06	4.68	0.1	189,352	170,417	5.0	40	14	16,590	s/8,295,000	¥244,702,500
67	79.19	A	37.8	0.16	6.25	9.13	0.1	213,801	192,421	3.0	40	14	9,954	s/4,977,000	¥146,821,500
68	56.09	A	39.7	0.07	3.21	17.83	0.1	159,133	143,219	2.0	40	10	3,600	s/1,800,000	¥53,100,000
109	83.81	B	58.4	0.16	6.28	9.09	0.1	349,588	314,630	5.0	40	14	16,590	s/8,295,000	¥244,702,500
110	23.65	A	42.1	0.22	8.22	6.92	0.1	71,150	64,035	2.0	40	11	4,521	s/2,260,500	¥66,684,750
113	15.59	B	44.6	0.10	4.25	13.46	0.1	49,670	44,703	1.0	40	10	1,800	s/900,000	¥26,550,000
114	42.13	B	41.7	0.15	5.80	9.84	0.1	125,500	112,950	1.0	40	12	2,592	s/1,296,000	¥38,232,000
115	110.91	B	40.5	0.30	10.20	5.56	0.1	320,687	288,618	4.0	50	14.5	17,564	s/8,781,750	¥259,061,625
116	15.93	A	33.2	0.08	3.58	15.98	0.1	37,795	34,015	1.0	40	8	1,296	s/648,000	¥19,116,000
117	32.82	A	34.7	0.11	4.59	12.46	0.1	81,330	73,197	1.0	40	13	2,945	s/1,472,250	¥43,431,375
119	26.29	B	25.8	0.04	1.78	32.18	0.1	48,422	43,580	1.0	20	9	770	s/384,750	¥11,350,125
120	41.65	A	26.5	0.11	4.41	12.97	0.1	78,954	71,058	1.0	40	12	2,592	s/1,296,000	¥38,232,000
121	20.05	A	26.7	0.68	17.25	3.22	0.1	191,878	172,690	7.0	40	14	23,226	s/11,613,000	¥342,583,500
122	30.07	A	34.2	0.17	6.58	8.67	0.1	73,338	66,004	1.0	40	14	3,318	s/1,659,000	¥48,940,500
123	34.57	B	25.3	0.11	4.59	12.46	0.1	62,406	56,165	1.0	40	11	2,261	s/1,130,250	¥33,342,375
124	79.21	A	22.7	0.11	4.58	12.48	0.1	128,600	115,740	1.0	50	14	4,148	s/2,073,750	¥61,175,625
129	35.82	B	23.9	0.11	4.68	12.22	0.1	61,016	54,914	1.0	40	11	2,261	s/1,130,250	¥33,342,375
002-1	46.90	A	15.6	0.02	0.99	57.87	0.1	52,264	47,038	-					
006-1	16.57	B	10.7	0.03	1.56	36.72	0.1	12,661	11,395	-					
011-1	111.27	B	17.1	0.05	2.10	27.27	0.1	135,984	122,386	1.0	40	11	2,261	s/1,130,250	¥33,342,375
013-1	85.57	B	11.5	0.03	1.26	45.47	0.1	70,225	63,202	-					
016-1	0.04	A	37.4	0.03	1.25	45.83	0.6	621	559	-					
019-1	116.14	B	52.3	0.05	2.21	25.91	0.1	434,130	390,717	2.0	40	14	6,636	s/3,318,000	¥97,881,000
020-1	4.56	B	52.3	0.04	2.00	28.64	0.1	23,853	21,468	1.0	30	5	422	s/210,938	¥6,222,656
021-1	6.54	A	52.3	0.05	2.21	25.91	0.1	29,362	26,426	1.0	30	6	567	s/283,500	¥8,363,250
023-1	94.51	B	52.3	0.03	1.54	37.20	0.1	353,258	317,933	-					
024-1	12.70	A	35.6	0.05	2.10	27.27	0.1	32,269	29,042	-					
025-1	24.42	A	48.9	0.06	2.44	23.47	0.1	85,272	76,745	1.0	40	9	1,539	s/769,500	¥22,700,250
025-2	19.27	A	34.2	0.05	2.33	24.58	0.1	47,008	42,307	1.0	40	7	998	s/498,750	¥14,713,125
026-1	14.75	A	43.5	0.05	2.36	24.26	0.1	45,849	41,264	1.0	40	7	998	s/498,750	¥14,713,125
027-1	1.30	A	43.5	0.03	1.27	45.11	0.2	9,200	8,280	-					
029-1	73.24	B	43.4	0.06	2.59	22.11	0.1	227,030	204,327	1.0	50	14	4,148	s/2,073,750	¥61,175,625
030-1	67.32	A	43.1	0.06	2.61	21.94	0.1	207,090	186,381	1.0	50	13	3,681	s/1,840,313	¥54,289,219
032-1	34.72	A	48.9	0.18	6.90	8.26	0.1	121,230	109,107	1.0	40	13	2,945	s/1,472,250	¥43,431,375
033-1	26.59	A	48.9	0.23	8.56	6.64	0.1	92,862	83,576	1.0	40	13	2,945	s/1,472,250	¥43,431,375
034-1	17.18	A	30.3	0.08	3.56	16.07	0.1	37,219	33,497	1.0	40	8	1,296	s/648,000	¥19,116,000
035-1	53.63	A	29.5	0.06	2.57	22.28	0.1	112,811	101,530	1.0	40	11	2,261	s/1,130,250	¥33,342,375
036-1	4.19	A	32.8	0.07	2.84	20.16	0.1	14,223	12,801	1.0	30	5	422	s/210,938	¥6,222,656
037-1	257.26	A	34.4	0.03	1.32	43.40	0.1	632,684	569,415	-					
039-1	55.29	B	42.7	0.03	1.24	46.20	0.1	168,511	151,660	-					
041-1	6.29	B	47.9	0.08	3.56	16.07	0.1	26,277	23,649	1.0	40	7	998	s/498,750	¥14,713,125
043-1	3.86	B	47.9	0.02	0.89	64.37	0.1	19,799	17,819	-					
045-1	51.95	B	53.6	0.05	2.10	27.27	0.1	198,871	178,984	1.0	40	13	2,945	s/1,472,250	¥43,431,375
066-1	17.09	A	41.7	0.06	2.54	22.54	0.1	50,882	45,794	1.0	40	8	1,296	s/648,000	¥19,116,000
067-1	12.95	A	46.2	0.05	2.11	27.10	0.1	42,742	38,468	1.0	40	6	756	s/378,000	¥11,151,000
068-1	69.07	A	55.7	0.03	1.56	36.72	0.1	274,853	247,367	-					
082-1	75.30	A	59.3	0.03	1.26	45.47	0.1	319,164	287,247	-					
082-2	52.82	A	52.1	0.03	1.54	37.20	0.1	196,507	176,856	-					
107-1	121.09	B	40.7	0.03	1.47	38.97	0.1	352,017	316,815	-					
108-1	73.81	B	59.3	0.03	1.25	45.83	0.1	312,868	281,582	-					
109-1	185.28	B	52.9	0.05	2.25	25.45	0.1	699,709	629,738	3.0	40	14.5	10,538	s/5,269,050	¥155,436,975
110-1	32.59	A	42.1	0.03	1.56	36.74	0.1	98,029	88,226	-					









LEGEND		
FIGURE	COUNTER MEASURE	QUANTITY
	CHECK DAM	45
	CHECK DAM PRIORITY	66
	REVENT WORK	380.93 km
	CENOZOIC ZONE	

**Figura 2.3.6 Plano de obras de medidas en la cuenca Chinchua**

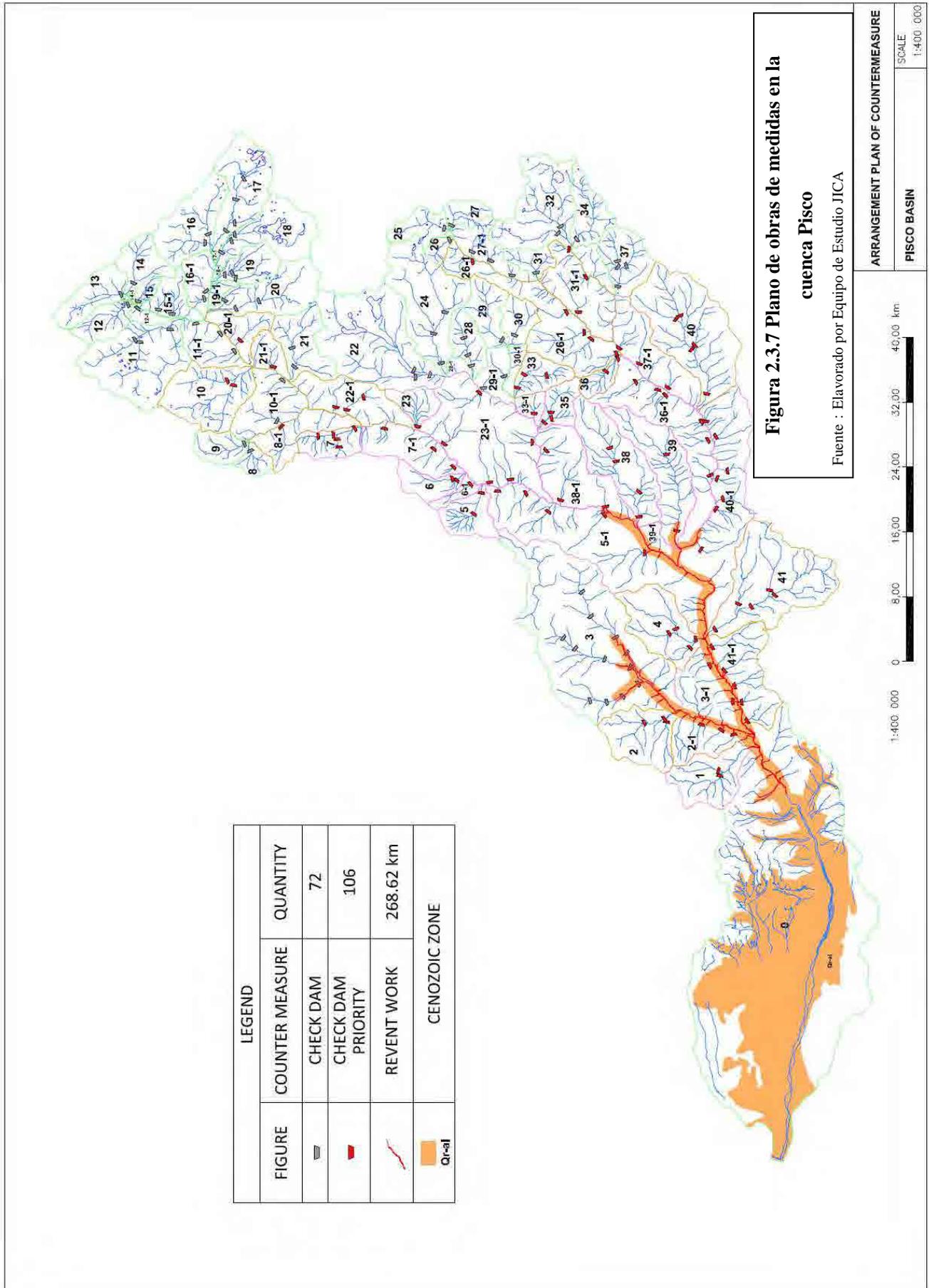
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

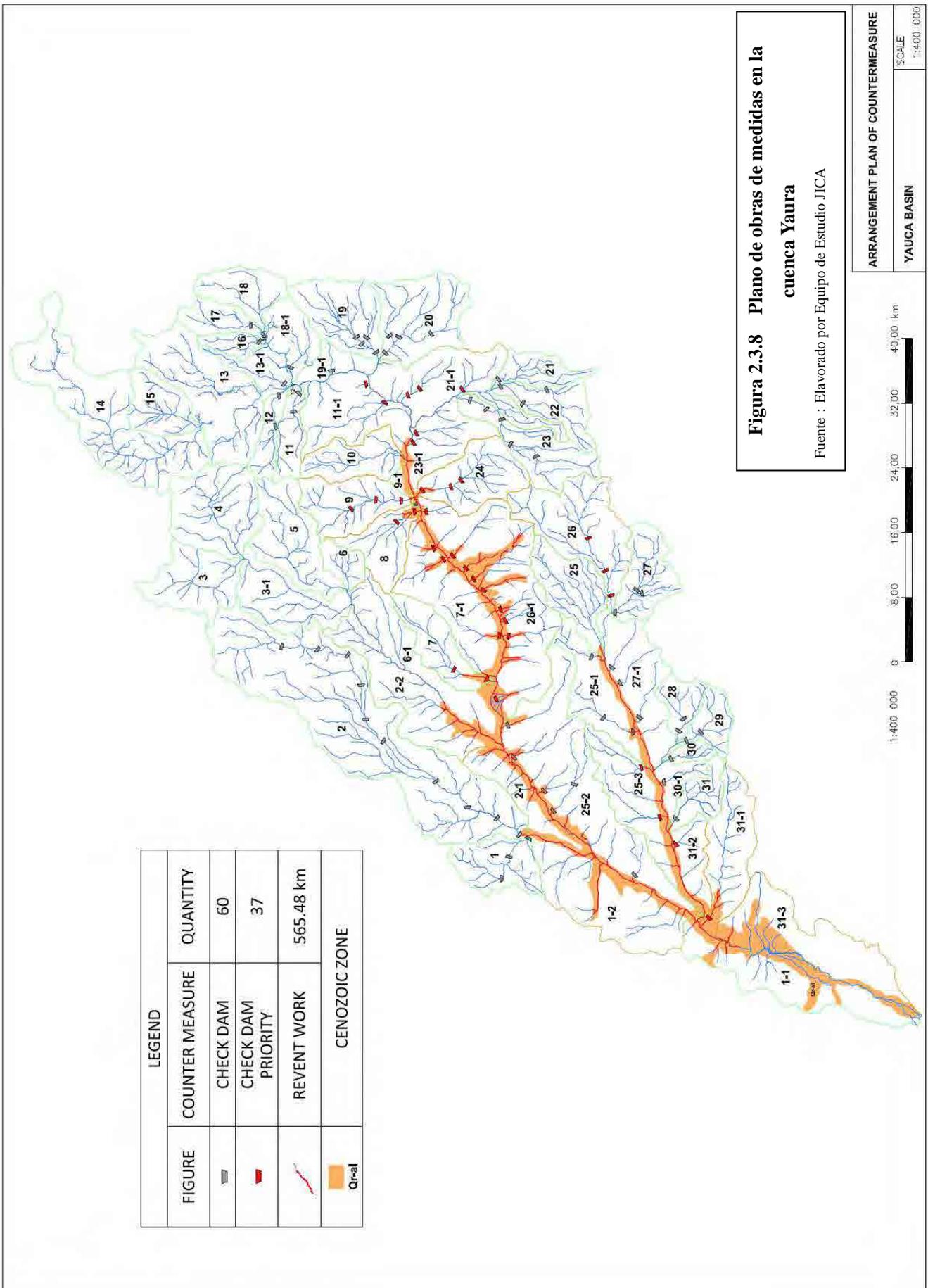
ARRANGEMENT PLAN OF COUNTERMEASURE  
 CHINCHA BASIN

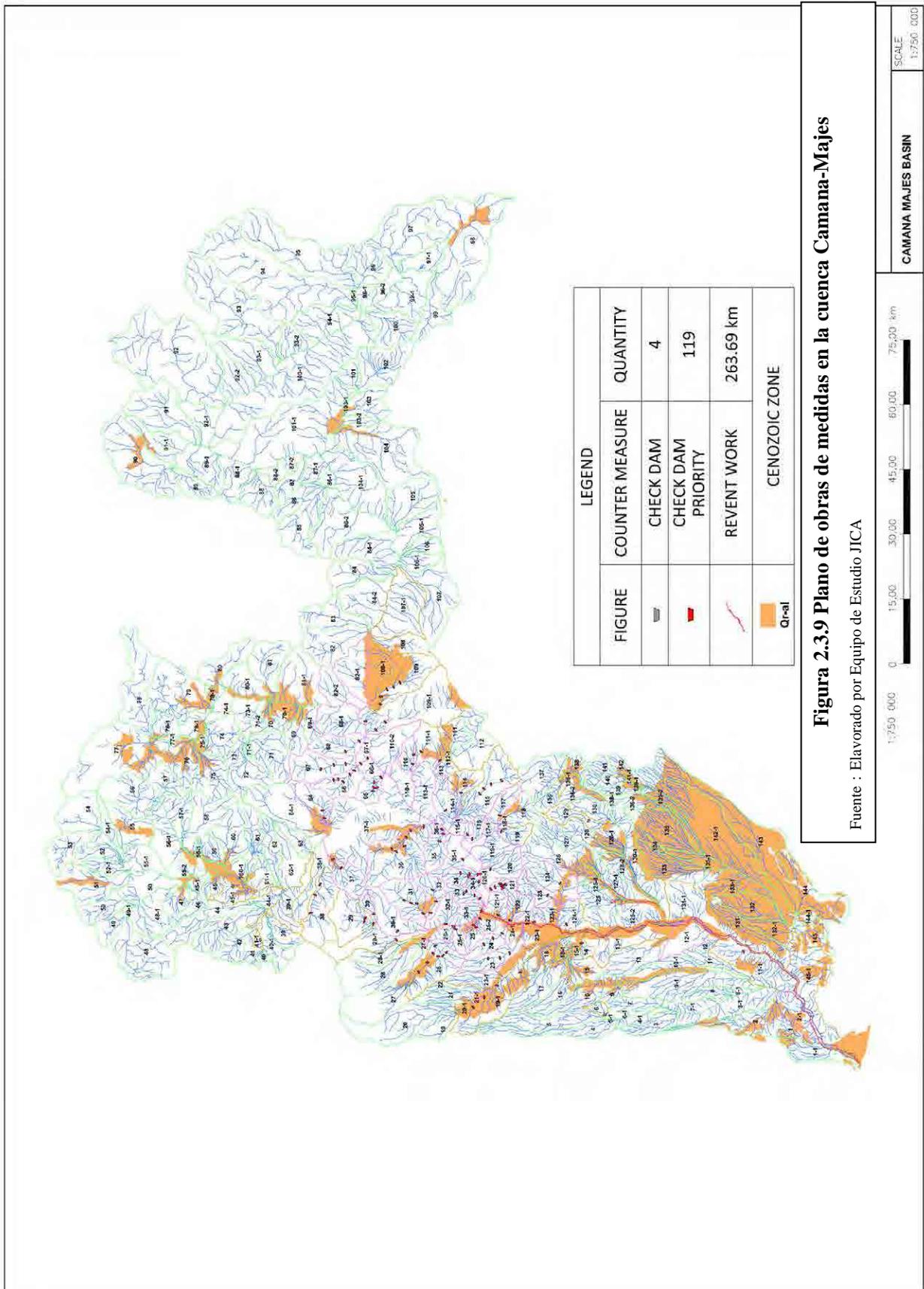
SCALE  
 1:400,000

1:400,000

0 8,00 16,00 24,00 32,00 40,00 km







**Figura 2.3.9 Plano de obras de medidas en la cuenca Camana-Majes**

Fuente : Elavorado por Equipo de Estudio JICA

### (3) Evaluación de instalaciones de control en el abanico fluvial

Se observó que la construcción de presas de control de sedimentos en toda la cuenca, requiere de un costo enorme de inversión, por lo que se ha evaluado un plan de control cuyo alcance abarca solamente el abanico aluvial. En este proceso, se tomaron en cuenta los resultados del análisis de variación de lecho, también incluido en el presente Estudio.

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

En la Tabla 2.3.10 y la Figura 2.3.10 se muestran los resultados del análisis de la variación del lecho, según los cuales, se encontró que el impacto de los sedimentos acumulados es fuerte en los ríos Chincha, Pisco y Majes-Camaná. Se recomienda ejecutar el plan de control de sedimentos en el abanico aluvial donde existe gran variación de lecho para los ríos mencionados. Sin embargo, se necesita analizar en todos los ríos sobre las medidas para mantener el canal del río de acuerdo a la necesidad monitoreando la variación de canal del río, porque el desastre de los sedimentos ocurre de imprevisto a nivel local. El año pasado se construyó la Presa Plantanal en la Cuenca alta del Río Cañete (ver la Figura 2.3.11). Esa presa es para la generación de energía y tiene alta posibilidad de rellenarse con arena rápidamente por tener capacidad de embalse menor, sin embargo presume de tener mucho menos impacto de escurrimiento sedimentar por ser mantenida la función de regulación para el escurrimiento sedimentar.

- El volumen total de sedimentos arrastrados y el volumen total de variación de lecho son más altos en los ríos Chincha, Pisco y Majes-Camaná, en comparación con Cañete y Yauca. Consecuentemente, el volumen de variación de lecho también es alto en los ríos Chincha y Pisco.
- Se estimó que la altura media del lecho dentro de 50 años será elevada en los cinco ríos, excepto el Río Chira. En particular, el Río Chincha arrojó una cifra relativamente importante de 0,5 metros en promedio.

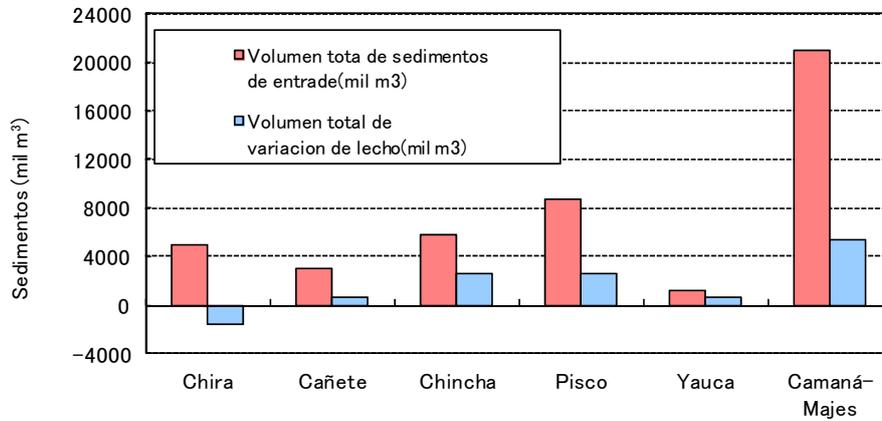
**Tabla 2.3.11 Resultados de los análisis de la variación de lecho**

	Ingreso total de volumen de sedimentos (miles m3)	Total de volumen de variación de lecho (miles m3)	Altura promedio de variación de lecho (m)	Longitud de intervalo (km)
Cuenca del Río Chira (Total)	5,000	-1648	-0.01	49
Cuenca del Río Cañete	3,000	673	0.2	32
Cuenca del Río Chincha (Río Chico)	5,759	1,131	0.4	24
Cuenca del Río Chincha (Río Matagente)		1,479	0.5	25
Cuenca del Río Pisco	8,658	2,571	0.2	45
Cuenca del Río Yauca	1,192	685	0.1	46
Cuenca del Río Camana Majes	20,956	5,316	0.2	120

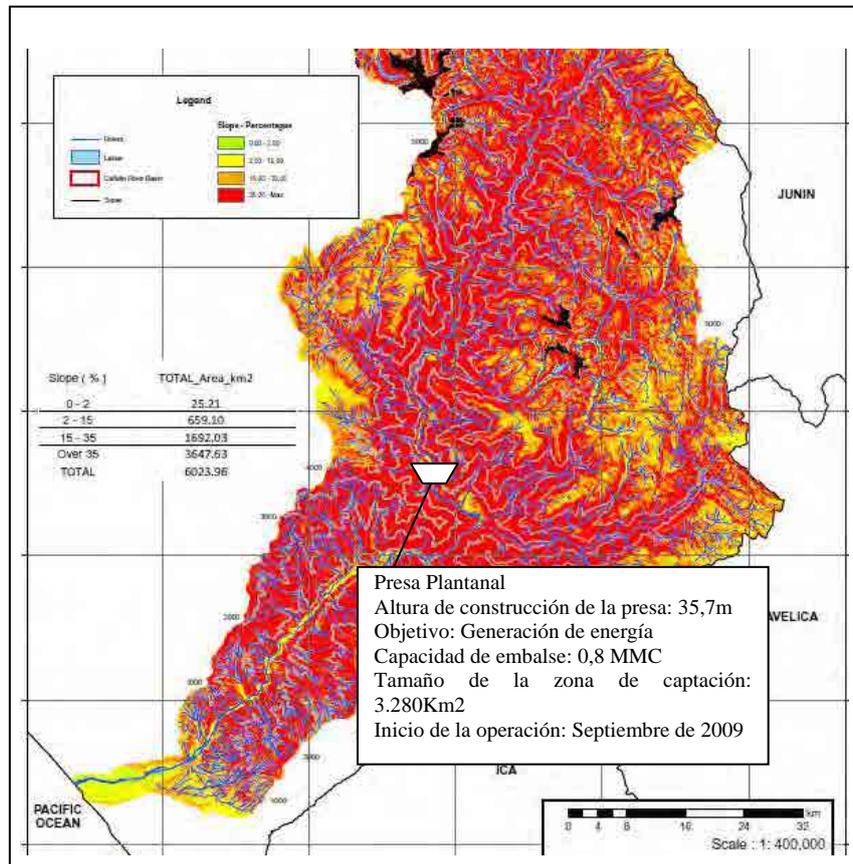
※1 Periodo de estimación 50 años

Fuente : Informe de Soporte N3

**Figura 2.3.10 Resultado de análisis 1 (Volumen de sedimentos)**



**Figura 2.3.11 Mapa de localización de Presa Plantanal**



## 2) 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.

Actualmente se tiene proyectado construir un reservorio de retardación en el km 34,5 de la Cuenca del Río Pisco, el cual también sirve de tanque desarenador.

Por otro lado en la cuenca del Río Chíncha se está proponiendo la construcción de una estructura distribuidora de flujo (partidor) en el km 24. Este partidor incluye obras de descolmatación de cause para el encausamiento del río, muro de encausamiento de concreto y barraje, las cuales tienen la función de control de sedimentos.

En la cuenca del Río Majes-Camaná se observó una zona de angostura aproximadamente en el km 107 donde el ancho del cause se extiende a 600m aproximadamente. Esta zona funciona como un tanque de sedimentación, en la cual el sedimento se acumula haciendo posible el control de sedimentos.

Estas estructuras son más económicas y arrojan mejor relación costo beneficio en cuando se incluya el costo de mantenimiento de eliminación de piedras y rocas. Para las cuencas de los Ríos Pisco y Chíncha donde se propone estructuras de defensa ribereña para el control de sedimentos se va a proyectar entradas, salidas y accesos para realizar los trabajos de mantenimiento con maquinaria pesada para poder garantizar la capacidad de control de sedimentación y el mantenimiento de la misma.

## 2.4 Problemas en la implementación del plan de control de sedimentos

A seguir mencionamos los problemas con la implementación del plan de control de sedimentos.

### (1) Cronograma y costos del proyecto

Todas las cuencas seleccionadas en este Estudio son extensas. Así, al disponer las obras propuestas de protección de márgenes, presas de control de sedimentos, etc., en todos los casos el costo de construcción será elevado y también se requerirá un prolongado tiempo hasta concluir el Proyecto. Esto quiere decir que se demorará mucho en manifestar sus efectos.

**Tabla 2.4.1 Costo estimado para cada cuenca**

Cuenca	Área de Aplicación ※1 Cuenca total	Obras de protección de márgenes		Bandas		Presas de contención		Costo Directo (millón S/.)	Costo del proyecto (millón S/.)
		Cantidad (km)	Costo Directo (Million S/.)	Cantidad (unidad)	Costo Directo (millón S/.)	Cantidad (unidad)	Costo Directo (millón S/.)		
Chira	Cuenca total	0	S/.0	0	S/.0	272	S/.423	S/.423	S/.796
	Área Prioritaria	0	S/.0	0	S/.0	123	S/.192	S/.192	S/.361
Cañete	Cuenca total	325	S/.347	32	S/.1	201	S/.281	S/.629	S/.1,184
	Área Prioritaria	325	S/.347	32	S/.1	159	S/.228	S/.576	S/.1,084
Chíncha	Cuenca total	381	S/.407	38	S/.1	111	S/.116	S/.524	S/.986
	Área Prioritaria	381	S/.407	38	S/.1	66	S/.66	S/.474	S/.892
Pisco	Cuenca total	269	S/.287	27	S/.1	178	S/.209	S/.497	S/.935
	Área Prioritaria	269	S/.287	27	S/.1	106	S/.126	S/.414	S/.779
Yauca	Cuenca total	565	S/.604	57	S/.2	97	S/.144	S/.750	S/.1,412
	Área Prioritaria	565	S/.604	57	S/.2	37	S/.54	S/.660	S/.1,242
Camana Majes	Cuenca total	264	S/.282	26	S/.1	123	S/.165	S/.448	S/.843
	Área Prioritaria	264	S/.282	26	S/.1	81	S/.105	S/.388	S/.730
Total	Cuenca total	1,540	S/.1,646	154	S/.5	859	S/.1,173	S/.2,823	S/.6,155

Área Prioritaria	1,540	S/.1,646	154	S/.5	491	S/.667	S/.2,317	S/.5,090
------------------	-------	----------	-----	------	-----	--------	----------	----------

Además, la frecuencia de generación de sedimentos en la cuenca alta es de 1/50 por lo que ese estima que los resultados económicos de la instalación de presas de control deben ser bajos.

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio JICA

## (2) Población en la región de la sierra

Fue realizado un estudio sobre la población de la sierra dentro de las áreas de conservación directa. En estas áreas la población no es numerosa y las áreas de conservación son reducidas por lo que, desde el enfoque de control de sedimentos, que es la función principal de las presas de control, la relación costo beneficio también es baja.

### 1) Población en la sierra

La Tabla 2.4.2 muestra la población en la región de la sierra de cada cuenca. Excepto las cuencas de Chira y Yauca, la población en la sierra es pequeña, comparada con la población en los abanicos fluviales. La densidad poblacional por km<sup>2</sup> en la zona de la sierra es bastante escasa, no llegando a la decena. Las áreas de conservación que reciben impactos directos por los sedimentos en la sierra son escasas y por lo tanto el costo beneficio de las presas de control es bastante bajo.

**Tabla 2.4.2 Población en la sierra y en el abanico aluvial**

Cuenca	área	region montañosa	abanico aluvial	cuenca total
Chira	Población (personas)	116,716	3,975	120,691
	área (km <sup>2</sup> )	337,766	668,339	1,006,105
	Habitantes por Km <sup>2</sup> (personas/km <sup>2</sup> )	0.35	0.01	0.12
Cañete	Población (personas)	29,987	50,133	80,120
	área (km <sup>2</sup> )	5,939	110	6,049
	Habitantes por Km <sup>2</sup> (personas/km <sup>2</sup> )	5.05	455.84	13.24
Chincha	Población (personas)	12,665	83,602	96,267
	área (km <sup>2</sup> )	3,140	165	3,304
	Habitantes por Km <sup>2</sup> (personas/km <sup>2</sup> )	4	507	29
Pisco	Población (personas)	18,269	84,220	102,489
	área (km <sup>2</sup> )	3,907	367	4,274
	Habitantes por Km <sup>2</sup> (personas/km <sup>2</sup> )	5	230	24
Yauca	Población (personas)	26,253	3,171	29,424
	área (km <sup>2</sup> )	4,053	269	4,323
	Habitantes por Km <sup>2</sup> (personas/km <sup>2</sup> )	6.48	11.77	6.81
Camana Majes	Población (personas)	47,764	41,517	89,281
	área (km <sup>2</sup> )	12,403.14	4,646.37	17,049.51
	Habitantes por Km <sup>2</sup> (personas/km <sup>2</sup> )	3.85	8.93	5.23

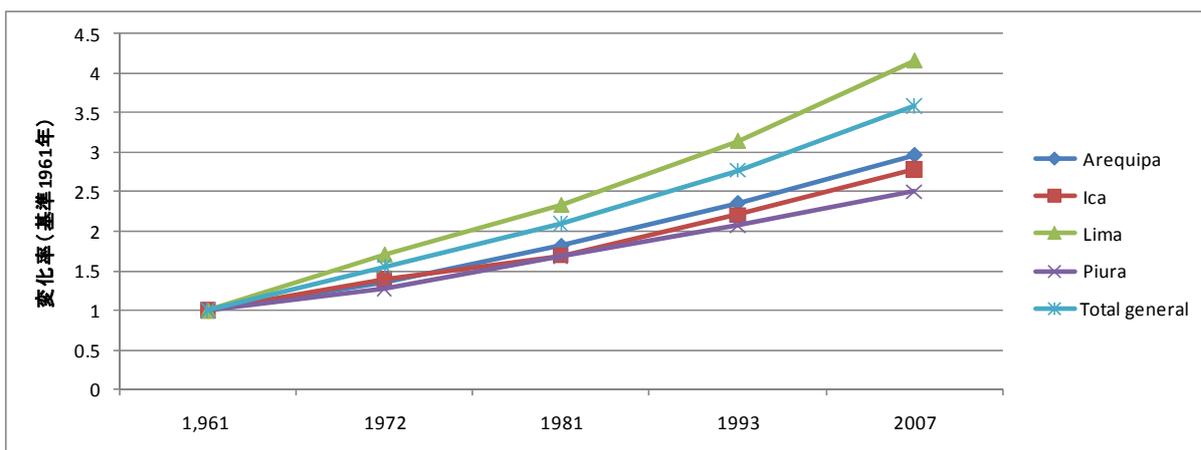
Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del INEI (2007)

### 2) Evolución de la población

Las Tabla 2.4.1 y Tabla 2.4.2 muestran la evolución de la población en las provincias y la población rural dentro de las cuencas objeto. A excepción de la Cuenca de Chira, la población rural ha declinado. En comparación con las otras cuencas, Chira presenta condiciones climáticas y topográficas más favorables y

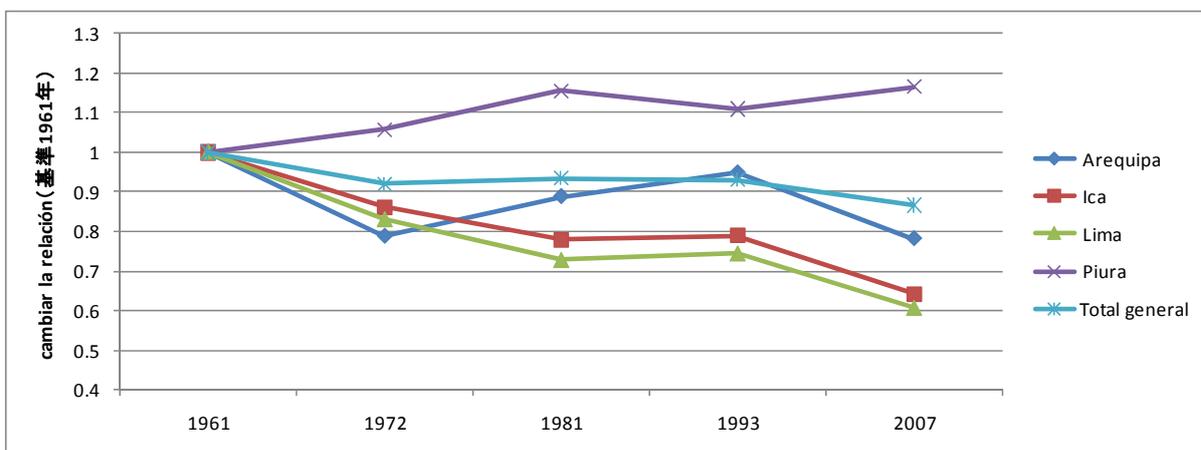
tiene la agricultura como actividad principal, por lo que existe un incremento de la población rural. Las otras 4 cuencas sin embargo, presentan condiciones climáticas y topográficas más severas, lo que acarrea en una reducción de la población rural. La evolución de la reducción de población rural en la zona de la sierra con condiciones topográficas más severas es aún más evidente. Por lo tanto, las zonas de conservación que reciben daños directos por los sedimentos está reduciéndose, y de igual manera, el costo beneficio es bajo.

**Figura 2.4.1 Evolución poblacional de las provincias pertinentes a las cuencas**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del CENSOS

**Figura 2.4.2 Evolución de la población rural en las provincias pertinentes a las cuencas**



Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del CENSOS

### (3) Expropiaciones

Las obras de protección de márgenes son estructuras construidas dentro de los ríos por lo que no demandan expropiaciones pero es necesario asegurar los terrenos para la construcción de las presas de control. Los procedimientos para la adquisición de terrenos para obras públicas están normados en la Ley General de Expropiaciones (Ley No. 27117), por lo que las expropiaciones deben obedecer dicha ley. Antes de dar inicio a las obras, también es necesario obtener la certificación junto al Ministerio de

Ambiente, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado si el área del proyecto se encuentra dentro de una zona de protección natural.

Tal como se muestra en la Tabla 2.4.3, las áreas naturales protegidas pueden ser clasificadas en zonas de protección del Estado, zonas de protección de la región y zonas de protección privada o empresarial. Con relación a las áreas de protección manejadas por el Estado, existen algunas restricciones de acuerdo con el uso (Ver Tabla 2.4.4). En el caso del presente Estudio, solamente la cuenca de Cañete cuenta con una zona de bosques de protección, pero no existen áreas naturales protegidas dentro del área de implementación del presente proyecto.

El Perú es un país rico en restos arqueológicos. Así, antes de iniciarse cualquier proyecto es necesario obtener la Certificación de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) junto a la Comisión Nacional Técnica de Arqueología.

Los procedimientos para la obtención de este certificado están normados por el Reglamento de Investigaciones Arqueológicas (R.S. No.004-2000-ED).

**Tabla 2.4.3 Clasificación de las áreas de protección ambiental**

ANP	Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas-SINANPE
ACR	Gobierno Regional (Gestión por parte del Gobierno Regional y Gobierno Provincial)
ACP	Gestión Privada (Previa coordinación con MINAM/MINAG)

**Tabla 2.4.4 Restricciones en áreas de protección ambiental manejadas por el país**

	Nombre	Características	Prohibiciones
Zonas de uso indirecto	Parques Nacionales	Zona de protección de diversos ecosistemas.	Incorporar nuevas especies y recaudación de recursos para fines comerciales.
	Santuarios Nacionales	Zona de protección de flora y fauna específica. Está permitida la colección de la flora y fauna que no se utiliza para mantener la vida de los pobladores que habitaban desde un principio.	Incorporar nuevas especies y recaudación de recursos para fines comerciales.
	Santuarios Históricos	Zonas donde hay patrimonio cultural, asimismo zonas que tienen valor en el aspecto de la naturaleza.	Liquidación y recaudación de recursos para fines comerciales.
Zonas de uso directo	Reservas Nacionales	Zonas de protección de ecosistemas y áreas forestales. La tala de árboles está prohibida. Sin embargo la recolección de plantas y la caza de animales están permitidas (incluye uso comercial) siempre y cuando se garantice la sostenibilidad de las especies. (según las normas del Ministerio de Medio Ambiente)	Incorporar nuevas especies
	Reserva Paisajística	Zonas de reserva de paisajes. En caso de que se desee explotar los recursos se debe pedir permiso al Ministerio de Medio Ambiente. Según la zonificación del Ministerio de Medio Ambiente es posible incorporar nuevas especies.	La explotación de especies sin autorización del Ministerio de Medio Ambiente está prohibida.

	Reserva de flora y fauna silvestre	Zonas para protección de flora y fauna específica. La explotación de la flora y la fauna que no está incluida en la específica se puede realizar siempre y cuando esté acorde a la normativa del Ministerio de Medio Ambiente. (incluye uso comercial)	Incorporar nuevas especies y recaudación de recursos para fines comerciales.
	Reserva de Comunidades	Protección de las zonas habitadas por personas indígenas. Con prioridad el permiso a la extracción de los recursos necesarios para la supervivencia de los morados. La extracción para las personas no residentes también está permitida siempre y cuando esté de acuerdo a las normativas del Ministerio de Medio Ambiente.	Incorporar nuevas especies y recaudación de recursos para fines comerciales.
	Bosque de Defensa	Grupo de arboles que sirven para evitar la erosión en las riberas y zonas de pendiente.	Incorporar nuevas especies y recaudación de recursos para fines comerciales.
	Distritos con permiso de caza	Solamente está permitida la caza siempre y cuando esté de acuerdo con las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente.	Incorporar nuevas especies y recaudación de recursos para fines comerciales.
Zona de investigación	Área Protegida (ZR)	Son zonas de investigación que se han dispuestas para registrar los records de las zonas protegidas. Además se realizan investigaciones para las prórrogas y clasificación de las áreas protegidas.	

#### (4) Plan de control de sedimentos del presente Proyecto

El plan de control de sedimentos para toda la cuenca representa un costo muy elevado; además, el periodo del proyecto se extendería demasiado, por lo que los efectos positivos serían demorados, con un bajo costo beneficio. El objetivo principal de este proyecto es mitigar los daños de las inundaciones. Considerando este objetivo, la medida de control más efectiva es la implementación del control de sedimentos en los abanicos fluviales. En los ríos Chincha y Pisco, donde el depósito de sedimentos es más acentuado, ya existen planes de control de sedimentos con la construcción de estructuras fluviales y podemos considerar que para el presente proyecto, la implementación de estos planes es la medida más efectiva.

#### (5) Cronograma de implementación de los proyectos

El cronograma debe ser de acuerdo con los componentes de estructuras fluviales (Ver componentes de estructuras fluviales).

### 2.5 Recomendaciones

#### (1) Medidas para las estructuras

El control de sedimentos con la construcción de estructuras en la sierra tienen costo elevado, además los resultados toman mucho tiempo. Como los objetos de conservación son pocos en la sierra, el efecto costo beneficio también es bajo. Este proyecto es un proyecto de medidas contra inundaciones y su objetivo principal consiste en mitigar los daños causados por inundaciones a través del control de

sedimentos. El control de sedimentos dentro de toda el área del estudio representa un costo demasiado elevado, con efectos limitados. Desde el punto de vista de medidas contra inundaciones, la medida más realista es implementar la construcción de estructuras fluviales en los abanicos, que son más cercanos a las áreas a ser conservadas.

### **(2) Monitoreo del la variación del cauce del río y el movimiento de sedimentos.**

Con el fin de formular las medidas óptimas de mantenimiento del cauce del río existe la necesidad de conocer la variación del lecho del río con respecto a las precipitaciones que se presentan durante el año. El conocimiento de la variación del lecho del río nos permite saber el lugar propicio para realizar medidas de control y cuando y con qué frecuencia es necesario su mantenimiento. Con esto es posible optimizar las medidas del mantenimiento del cauce del río.

En la actualidad no se está realizando un monitoreo de la variación del cauce del río, por lo tanto el nivel de dicha variación es desconocida. Por lo tanto, es necesario la constitución de sistemas de monitoreo y la realización periódica de trabajos de topografía tanto transversal como longitudinal del río para poder conocer la variación real del cauce del río vinculado a la precipitación.

### **(3) Medidas contra el cambio climático**

El volumen de sedimentos de los proyectos objeto se da a través de fórmulas proporcionales al volumen de lluvias por lo que al incrementarse el volumen pluviométrico, se incrementa el volumen de sedimentos, siendo necesario elevar el número de estructuras; consecuentemente incrementando el costo. La medición del volumen con el cambio climático debe ser realizado con precisión una vez que depende de previsiones climáticas.

### **(4) Medidas no-estructurales**

Pese a ser distinto del tema del presente proyecto, en el Perú frecuentemente ocurren deslizamientos de tierra por lo que proponemos algunas medidas no estructurales para mitigar los desastres de esta naturaleza. El costo de implementación de las mismas, comparadas a las medidas estructurales es mucho más bajo y son efectivas para proteger vidas humanas y el patrimonio contra los desastres.

- Legislación para zonificar las zonas agrícolas y zonas residenciales
- Establecimiento del nivel de alerta de volumen de lluvias para cada región con base a mediciones y centro de alerta temprana
- Recopilar los casos de desastres y elevar los conocimientos de la población sobre prevención de desastres a través de la educación y difusión de prevención

#### **1) Legislación**

En el Perú, excepto en las zonas urbanas, no existen grandes poblaciones cerca a manantiales o en las desembocaduras de las quebradas. Como las lluvias también son escasas, los daños directos debido a sedimentos también son pocos. Desde el punto de vista de protección del patrimonio, además de las zonas donde se irá implementar medidas estructurales contra daños por inundaciones y sedimentos es necesario establecer en adelante condiciones para la agricultura en zonas de peligro.

## 2) Medición y prevención de pluviometría, establecimiento de índices aceptables y estructura de un sistema de alerta temprana

En el Perú no existen muchas estaciones de medición pluviométrica por lo que es difícil estructurar medidas de alerta temprana por el volumen pluviométrico. Sin embargo, es posible estructurar un sistema de alerta temprana utilizando radares de medición pluviométrica que abarcan grandes áreas. Los radares de medición pluviométrica son efectivos como alerta para medidas contra inundaciones también. Sin embargo, debido a la topografía acentuada, es necesario evaluar con cuidado el plan de instalación.

## 3) Elevar el conocimiento a través de la educación y difusión de prevención de desastres

La Tabla 2.5.1 muestra la ocurrencia de inundaciones durante el periodo 1995-2010 en el Perú. Durante el periodo 1997-2002 ocurrieron diversas inundaciones y deslizamientos. Es necesario elevar el conocimiento sobre prevención de desastres, aprovechando las experiencias pasadas como lecciones a ser aprendidas.

**Tabla 2.5.1 Número de ocurrencias de desastres en el Perú (deslizamientos, inundaciones)**

Año	Tipo de daños	Total Nacional	Total de 4 valles	Arequipa	Ica	Lima	Piura
1995	Trasporte de sedimentos	51	15	6	2	7	0
	Inundaciones	30	9	3	4	2	0
1996	Trasporte de sedimentos	38	6	2	0	3	1
	Inundaciones	53	7	1	4	2	0
1997	Trasporte de sedimentos	74	12	7	2	3	0
	Inundaciones	224	48	42	0	1	5
1998	Trasporte de sedimentos	182	39	15	0	21	3
	Inundaciones	358	93	6	13	23	51
1999	Trasporte de sedimentos	89	28	4	5	19	0
	Inundaciones	292	88	44	14	21	9
2000	Trasporte de sedimentos	131	13	5	2	5	1
	Inundaciones	208	15	2	1	9	3
2001	Trasporte de sedimentos	116	15	6	0	5	4
	Inundaciones	239	37	15	2	15	5
2002	Trasporte de sedimentos	64	18	2	0	15	1
	Inundaciones	136	22	3	0	5	14
2003	Trasporte de sedimentos	265	45	4	2	27	12
	Inundaciones	470	17	1	0	13	3
2004	Trasporte de sedimentos	175	19	3	3	12	1
	Inundaciones	234	19	2	1	11	5
2005	Trasporte de sedimentos	223	36	11	3	19	3
	Inundaciones	134	16	2	1	7	6
2006	Trasporte de sedimentos	396	53	4	1	40	8

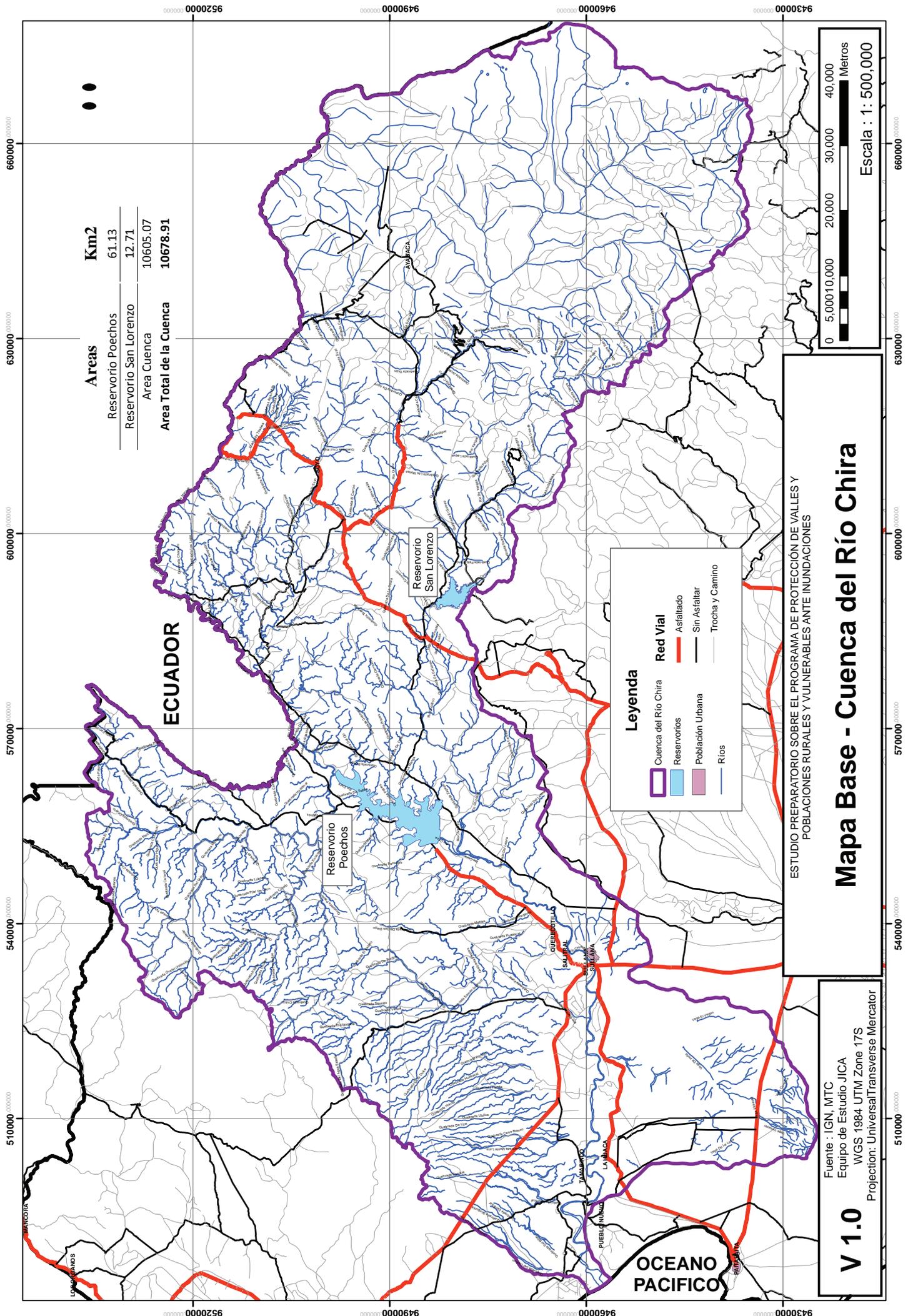
*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y  
VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ  
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL  
I-6 INFORME DE SOPORTE  
ANEXO-6 PLAN DE CONTROL DE SEDIMENTOS*

	Inundaciones	348	27	3	0	10	14
2007	Trasporte de sedimentos	248	29	1	3	20	5
	Inundaciones	272	23	0	4	11	8
2008	Trasporte de sedimentos	251	40	0	2	30	8
	Inundaciones	242	33	1	6	4	22
2009	Trasporte de sedimentos	285	30	10	0	15	5
	Inundaciones	219	8	3	1	4	0
2010	Trasporte de sedimentos	258	44	7	1	33	3
	Inundaciones	229	4	3	0	0	1

Las celdas en blanco no hay información

Fuente : Elaborado por Equipo de Estudio de JICA, basado en datos del INDECI





**Areas** **Km2**

Reservorio Poechos	61.13
Reservorio San Lorenzo	12.71
Area Cuenca	10605.07
<b>Area Total de la Cuenca</b>	<b>10678.91</b>

**Leyenda**

Cuenca del Río Chira	Red Vial
Reservorios	Asfaltado
Población Urbana	Sin Asfaltar
Ríos	Trocha y Camino

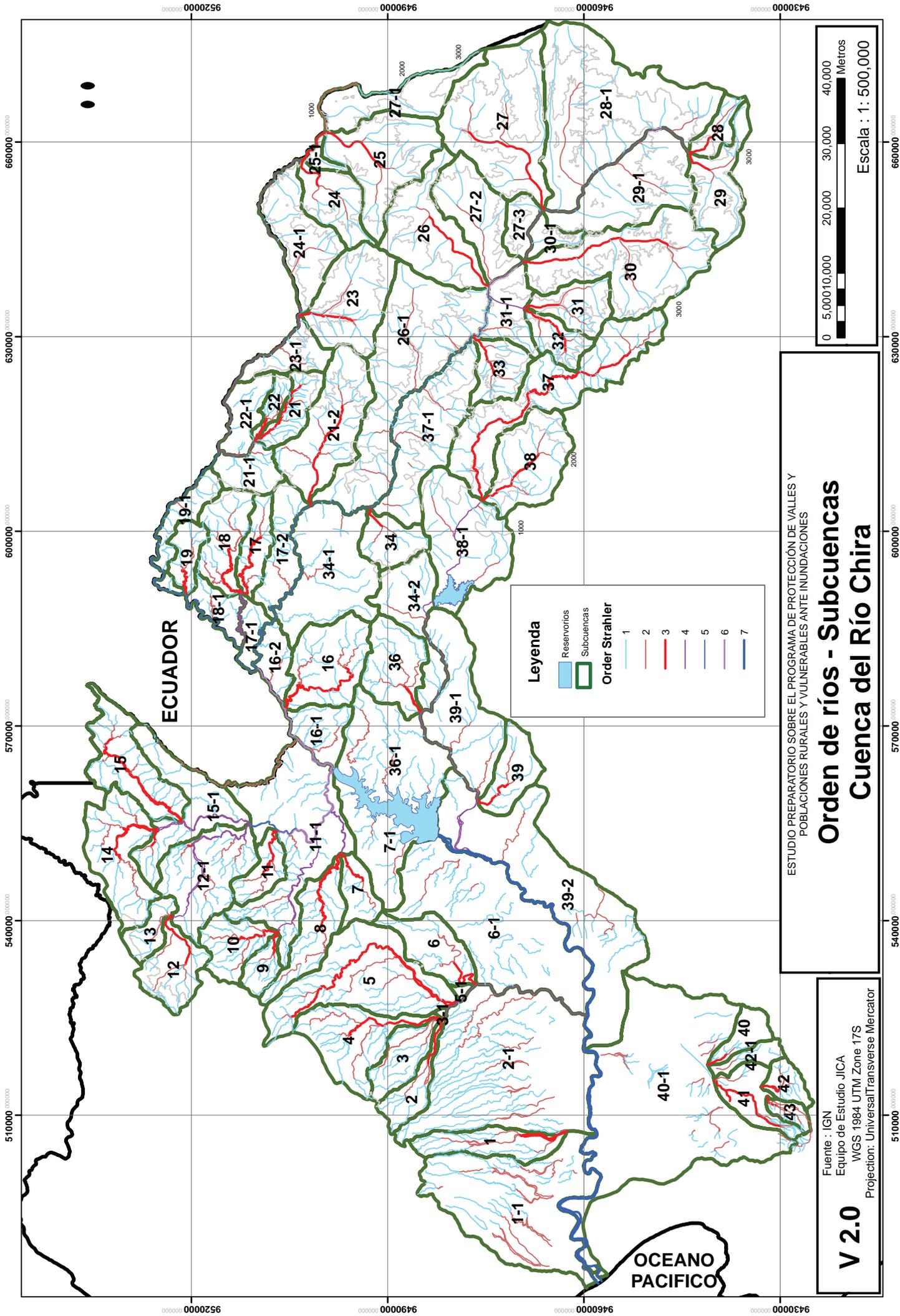
ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES

# Mapa Base - Cuenca del Río Chira

**V 1.0**

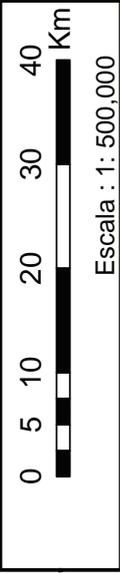
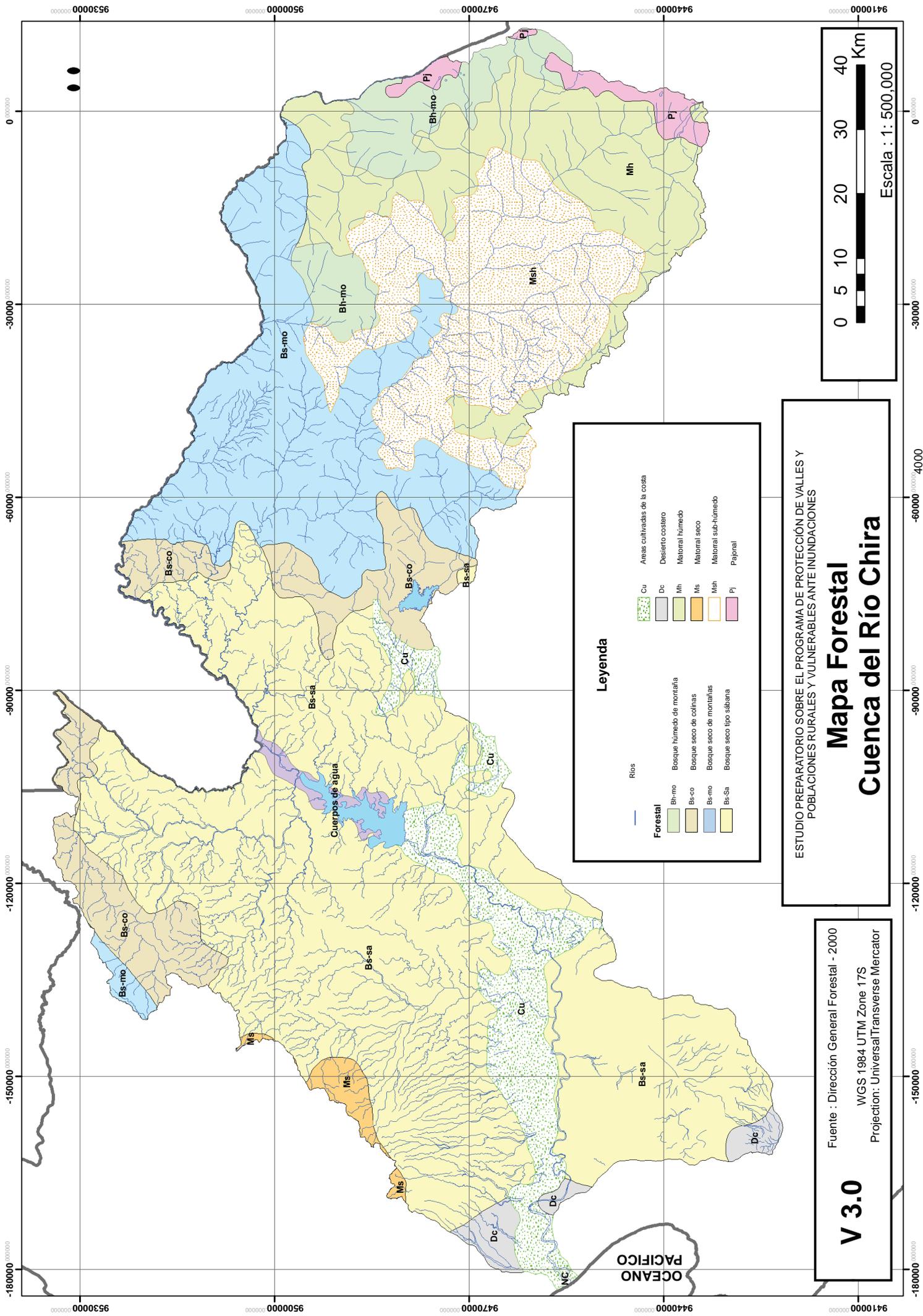
Fuente : IGN, MTC  
 Equipo de Estudio JICA  
 WGS 1984 UTM Zone 17S  
 Projection: Universal Transverse Mercator

OCEANO PACIFICO









**Leyenda**

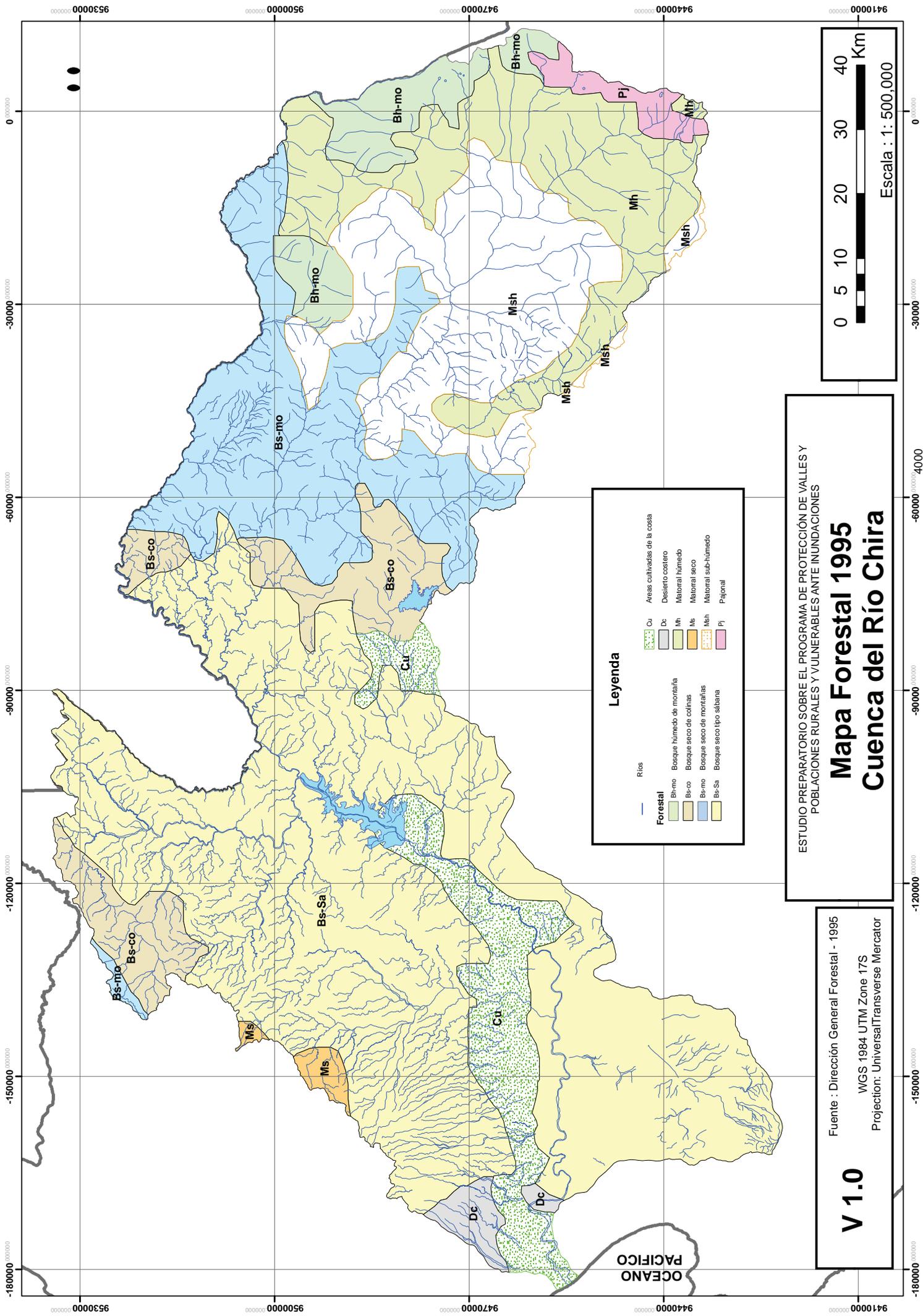
	Ríos		Áreas cultivadas de la costa
	Bosque húmedo de montaña		Desierto costero
	Bosque seco de colinas		Monte húmedo
	Bosque seco de montañas		Monte seco
	Bosque seco tipo sabana		Monte sub-húmedo
			Papaya

**Mapa Forestal  
Cuenca del Río Chira**

ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y  
POBLACIONES RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES

**V 3.0**

Fuente : Dirección General Forestal - 2000  
WGS 1984 UTM Zone 17S  
Projection: Universal Transverse Mercator



**Legenda**

Ríos	Cu	Areas cultivadas de la costa
<b>Forestal</b>	Dc	Desierto costero
Bh-mo	Mh	Matorral húmedo
Bs-co	Ms	Matorral seco
Bs-mo	Msh	Matorral sub-húmedo
Bs-Sa	Pj	Pajonal

**V 1.0**

Fuente : Dirección General Forestal - 1995

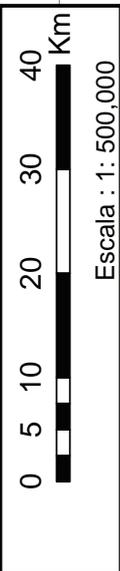
WGS 1984 UTM Zone 17S

Proyección: Universal Transverse Mercator

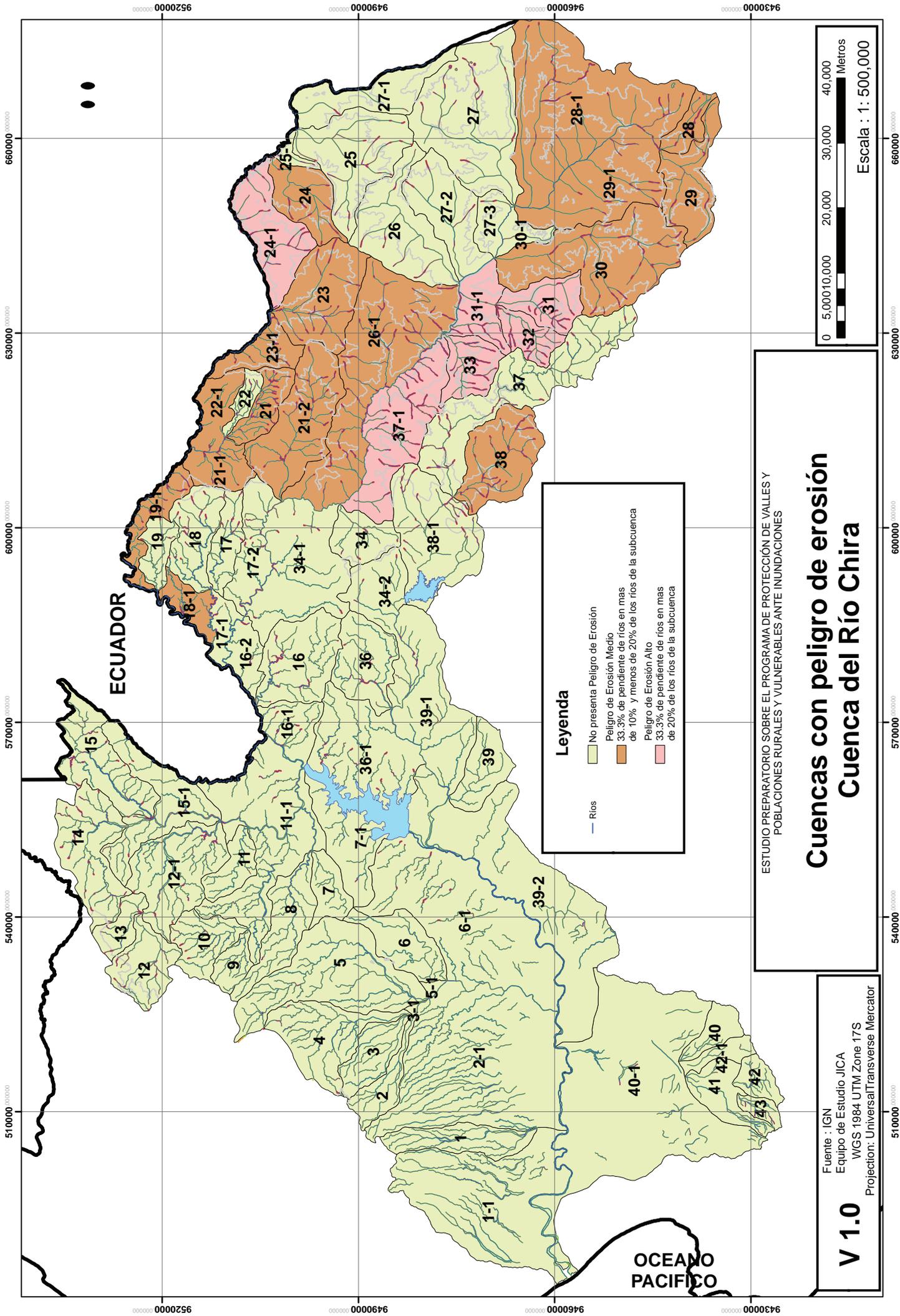
ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES

**Mapa Forestal 1995**

**Cuenca del Río Chira**







ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES

# Cuencas con peligro de erosión Cuenca del Río Chira

**V 1.0**  
Fuente : IGN  
Equipo de Estudio JICA  
WGS 1984 UTM Zone 17S  
Proyección: Universal Transverse Mercator

**Leyenda**

- Ríos
- No presenta Peligro de Erosión
- Peligro de Erosión Medio  
33.3% de pendiente de ríos en mas de 10% y menos de 20% de los ríos de la subcuenca
- Peligro de Erosión Alto  
33.3% de pendiente de ríos en mas de 20% de los ríos de la subcuenca

0 5,000 10,000 20,000 30,000 40,000 Metros

Escala : 1 : 500,000