

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-5 INFORME PRINCIPAL INFORME DEL  
PROYECTO (RÍO MAJES-CAMANÁ)  
(Versión Pública)**

**Marzo de 2013**

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

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



## **Estructura del Informe Final**

### Resumen Ejecutivo

#### I. Informe del Estudio de Factibilidad

I-1 Informe del Programa (Ríos Cañete, Chincha, Pisco y Majes-Camaná)

I-2 Informe del Proyecto (Río Cañete)

I-3 Informe del Proyecto (Río Chincha)

I-4 Informe del Proyecto (Río Pisco)

**I-5 Informe del Proyecto (Río Majes-Camaná)**

#### I-6 Informes de Soporte

Anexo-1 Análisis Meteorológico, Hidrológico y de Descarga

Anexo-2 Análisis de Inundaciones

Anexo-3 Análisis de Variación del Lecho

Anexo-4 Plan de Control de Inundaciones

Anexo-5 Sistema de Alerta Temprana del Río Chira

Anexo-6 Plan de Control de Sedimentos

Anexo-7 Reforestación y Recuperación Vegetal

Anexo-8 Plan y Diseño de Infraestructuras

Anexo-9 Plan de Ejecución de Obras y Estimación del Costo

Anexo-10 Estudio Socioeconómico / Análisis Económico

Anexo-11 Consideraciones Ambientales y Sociales/ Género

Anexo-12 Educación en Prevención de Desastres /Desarrollo de capacidades

Anexo-13 Reuniones de las Partes Interesadas

Anexo-14 Plan de Implementación del Proyecto de Cooperación Financiera

Anexo-15 Documentos de Diseño

#### I-7 Libro de Datos

#### II Informe del Estudio de Prefactibilidad

II-1 Informe del Programa (Ríos Chira, Cañete, Chincha, Pisco, Yauca y Majes-Camaná)

II-2 Informe del Proyecto (Río Chira)

II-3 Informe del Proyecto (Río Cañete)

II-4 Informe del Proyecto (Río Chincha)

II-5 Informe del Proyecto (Río Pisco)

II-6 Informe del Proyecto (Río Yauca)

II-7 Informe del Proyecto (Río Majes-Camaná)





**Figura Área del Estudio**



## Abreviaturas

Abreviaturas	Forma oficial o significado
ANA	Autoridad Nacional del Agua
ALA	Autoridad Local del Agua
B/C	Relación Costo Beneficio
PIB	Producto Bruto Interno
SIG	Sistema de Información Geográfica
DGAA	Dirección General de Asuntos Ambientales
DGFFS	Dirección General de Forestal y de Fauna Silvestre
DGIH	Dirección General de Infraestructura Hidráulica
DGPI (antiguamente DGPM)	Dirección General de Política de Inversiones
DGETP (antiguamente DNEP)	Dirección General de Endeudamiento y Tesoro Público
DRA	Dirección Regional de Agricultura
EIA	Evaluación del Impacto Ambiental
FAO	FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
E/F	Estudio de Factibilidad
GORE	Gobierno Regional
HEC-HMS	Sistemas para el Modelado Hidrológico del Centro de Ingeniería Hidrológica Estadounidense
HEC-RAS	Sistema de Análisis de Ríos del Centro de Ingeniería Hidrológica
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IGV	Impuesto General a Ventas
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	Instituto Nacional de Estadística
INGEMMET	Instituto Nacional Geológico Minero Metalúrgico
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
TIR	Tasa Interna de Retorno
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
JNUDRP	Junta Nacional de Usuarios de Distritos del Perú
A/P	Acuerdo de Préstamos
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas

MINAG	Ministerio de Agricultura
M/R	Minuta de Reuniones
VAN	Valor Actual Neto
OyM	Operación y mantenimiento
OGA	Oficina General de Administración
ONERRN	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
OPI (OPP)	Oficina de Programación e Inversiones (Oficina de Planificación e Presupuesto)
PE	Proyecto Especial Chira-Piura
PSA	Pago por Servicios Ambientales
PERFIL	Estudio de Pre-Inversión, Estudio de Perfil
PERPEC	Programa de Encauzamiento de Ríos y protección de Estructura de Captación
PRONAMACHIS	Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos
PSI	Programa de Sub Sectorial de Irrigaciones
FCE	Factor de conversión estándar
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública
UE	Unidad Ejecutora
UF	Unidad formuladora
VALLE	Valle aluvial, llanura de valle
IVA	Impuesto al valor agregado

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

**INFORME FINAL  
I-5 INFORME PRINCIPAL  
INFORME DEL PROYECTO (RÍO MAJES-CAMANÁ)  
(VERSIÓN PÚBLICA)**

**ÍNDICE**

Mapa del Área del Estudio

Abreviaturas

Prefacio

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	1-1
1.1 Nombre del Proyecto .....	1-1
1.2 Objetivo del Proyecto .....	1-1
1.3 Balance Oferta y Demanda.....	1-1
1.4 Propuestas Técnicas .....	1-2
1.4.1 Medidas Estructurales.....	1-2
1.4.2 Medidas no Estructurales.....	1-3
1.4.3 Asistencia Técnica .....	1-4
1.5 Costos del Proyecto.....	1-5
1.6 Evaluación Social.....	1-5
1.7 Análisis de sostenibilidad .....	1-6
1.8 Impacto Ambiental.....	1-7
1.9 Instituciones y Administración .....	1-9
1.10 Plan de Ejecución.....	1-10
1.11 Plan Financiero .....	1-11
1.12 Conclusiones y Recomendaciones.....	1-11
1.12.1 Conclusiones .....	1-11
1.12.2 Recomendaciones .....	1-12
1.13 Marco Lógico.....	1-14
1.14 Plan a Mediano y Largo Plazo.....	1-14

2	ASPECTOS GENERALES .....	2-1
2.1	Nombre del Proyecto .....	2-1
2.2	Unidades Formuladora y Ejecutora .....	2-1
2.3	Participación de las Entidades Involucradas y de los Beneficiarios.....	2-1
2.4	Marco conceptual (marco de afinidad).....	2-4
2.4.1	Antecedentes .....	2-4
2.4.2	Leyes y reglamentos, políticas y guías relacionadas con el Programa .....	2-8
3.	IDENTIFICACIÓN .....	3-1
3.1	Diagnóstico de la Situación Actual.....	3-1
3.1.1	Naturaleza.....	3-1
3.1.2	Condiciones socioeconómicas del Área del Estudio .....	3-2
3.1.3	Agricultura.....	3-10
3.1.4	Infraestructuras .....	3-16
3.1.5	Daños reales de las inundaciones .....	3-19
3.1.6	Resultados de las visitas a los sitios del Estudio.....	3-20
3.1.7	Situación actual de la vegetación y reforestación .....	3-33
3.1.8	Situación actual de la erosión del suelo .....	3-38
3.1.9	Precipitaciones.....	3-52
3.1.9.1	Datos de precipitaciones .....	3-52
3.1.9.2	Caudal.....	3-58
3.1.9.3	Caudal de inundaciones según periodo de retorno basado en el aforo.....	3-61
3.1.9.4	Análisis de descarga basado en precipitaciones (Sistema HEC-HMS) .....	3-61
3.1.9.5	Observaciones de los resultados del análisis.....	3-76
3.1.10	Análisis de inundaciones .....	3-78
3.2	Definición de Problema y Causas.....	3-84
3.2.1	Problemas de las medidas de control de inundaciones en el Área del Estudio .....	3-84
3.2.2	Causas de los problemas .....	3-84
3.2.3	Efectos de los problemas.....	3-85
3.2.4	Árbol de causas y efectos .....	3-86
3.2.5	Medidas de solución al problema principal .....	3-88
3.2.6	Impactos esperados por el cumplimiento del objetivo principal .....	3-89
3.2.7	Árbol de medidas – objetivos – impactos .....	3-89
4.	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN .....	4-1
4.1	Definición del Horizonte de Evaluación del Proyecto .....	4-1
4.2	Análisis de Demanda y oferta.....	4-1
4.3	Planeamiento Técnico.....	4-6
4.3.1	Medidas estructurales .....	4-6
4.3.2	Medidas no estructurales.....	4-25

4.3.2.1	Reforestación y recuperación vegetal .....	4-25
4.3.2.2	Plan de control de sedimentos.....	4-32
4.3.3	Asistencia técnica.....	4-34
4.4	Costos.....	4-41
4.4.1	Estimación de costos (a precios privados) .....	4-41
4.4.2	Cálculo de costos (a precios sociales).....	4-47
4.5	Evaluación social .....	4-48
4.5.1	Costos a precios privados.....	4-48
4.5.2	Costos a precios sociales.....	4-55
4.5.3	Conclusiones de la evaluación social .....	4-57
4.6	Análisis de sensibilidad.....	4-58
4.7	Análisis de riesgos .....	4-60
4.8	Análisis de sostenibilidad .....	4-61
4.9	Impacto Ambiental.....	4-64
4.9.1	Procedimiento de la evaluación de impacto ambiental.....	4-64
4.9.2	Metodología de la evaluación del impacto ambiental .....	4-66
4.9.3	Identificación, Descripción y Evaluación de Impactos Socio Ambientales .....	4-67
4.9.4	Gestión del impacto ambiental.....	4-71
4.9.5	Plan de gestión ambiental.....	4-72
4.9.6	Presupuesto para la gestión de impacto ambiental .....	4-75
4.9.7	Conclusiones y recomendaciones .....	4-75
4.10	Instituciones y administración .....	4-77
4.11	Plan de ejecución .....	4-83
4.12	Plan financiero .....	4-87
4.13	Marco lógico de la opción seleccionada finalmente.....	4-88
4.14	Línea de Base para evaluación de impacto.....	4-89
4.15	Plan a Mediano y Largo Plazo.....	4-90
4.15.1	Plan general de control de inundaciones .....	4-90
4.15.2	Plan de Reforestación y Recuperación de la Vegetación.....	4-108
4.15.3	Plan de control de sedimentos .....	4-109
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	5-1
5.1	Conclusiones .....	5-1
5.2	Recomendaciones .....	5-1
5.2.1	Recomendaciones sobre el Proyecto .....	5-1
5.2.2	Desafíos del control de inundaciones en el Perú hacia el futuro.....	5-7

## Lista de Tablas

Tabla 1.3-1	Análisis de Demanda y oferta.....	1-1
Tabla 1.5-1	Costo del Proyecto y desglose .....	1-5
Tabla 1.6-1	Resultados de la evaluación social.....	1-5
Tabla 1.7-1	Presupuesto de las comisiones de regantes.....	1-6
Tabla 1.7-2	Porcentaje de los costos de OyM dentro del costo de operación de cada comisión de regantes y del monto de pérdidas reducidas .....	1-7
Tabla 1.10-1	Plan de ejecución .....	1-10
Tabla 1.11-1	Plan de desembolso en la ejecución del Proyecto .....	1-11
Tabla 1.13-1	Marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente.....	1-14
Tabla 1.14-1	Costo del Proyecto y evaluación social del plan general de control de inundaciones (costos a precios privados).....	1-15
Tabla 1.14-2	Costo del Proyecto y evaluación social del plan general de control de inundaciones (costos a precios sociales) .....	1-15
Tabla 1.14-3	Plan General de la forestación en la cuenca alta.....	1-16
Tabla 1.14-4	Costos Estimados del Proyecto de las instalaciones de control de sedimentos en aguas arriba de las Cuencas .....	1-16
Tabla 2.4.1-1	Antecedentes de los estudios y la entrega de los informes.....	2-8
Tabla 3.1.2-1	Distritos alrededor del Río Majes-Camaná y su área .....	3-3
Tabla 3.1.2-2	Variación de la población urbana y rural .....	3-3
Tabla 3.1.2-3	Número de hogares y de familias en Castilla .....	3-4
Tabla 3.1.2-4	Número de hogares y de familias en Camaná .....	3-4
Tabla 3.1.2-5	Ocupación en Castilla .....	3-4
Tabla 3.1.2-6	Ocupación en Camaná .....	3-5
Tabla 3.1.2-7	Índice de la pobreza en Castilla .....	3-5
Tabla 3.1.2-8	Índice de la pobreza en Camaná .....	3-5
Tabla 3.1.2-9	Tipo de viviendas en Castilla .....	3-6
Tabla 3.1.2-10	Tipo de viviendas en Camaná .....	3-7
Tabla 3.1.2-11	Variación del PIB por cápita (2001-2010).....	3-10
Tabla 3.1.3-1	Datos básicos de las comisiones de regantes del Río Majes .....	3-11
Tabla 3.1.3-2	Datos básicos de las comisiones de regantes del Río Camaná.....	3-12
Tabla 3.1.3-3	Siembra y ventas de los principales cultivos .....	3-14
Tabla 3.1.4-1	Datos básicos de infraestructura vial en la cuenca del río Majes .....	3-16
Tabla 3.1.4-2	Datos básicos de infraestructura vial en la cuenca del río Camaná.....	3-16
Tabla 3.1.4-3	Condiciones actuales de los canales de riego .....	3-17
Tabla 3.1.4-4	Proyectos implementados por PERPEC.....	3-18
Tabla 3.1.5-1	Situación de los daños de inundaciones.....	3-19

Tabla 3.1.5-2	Datos de daños .....	3-20
Tabla 3.1.5-3	Desastres en la Región Arequipa .....	3-20
Tabla 3.1.7-1	Lista de las formaciones vegetales representativas en las cuencas que se extienden desde las costas hasta las sierras andinas .....	3-33
Tabla 3.1.7-2	Área de cada clasificación de la vegetación (Cuenca del río Majes-Camaná).....	3-35
Tabla 3.1.7-3	Área y porcentaje de cada clasificación de la vegetación agrupadas (Cuenca del río Majes-Camaná).....	3-36
Tabla 3.1.7-4	Área deforestada hasta 2005 .....	3-36
Tabla 3.1.7-5	Cambios en las áreas de la distribución de la vegetación entre 1995 y 2000 (Cuenca del río Majes-Camaná) .....	3-37
Tabla 3.1.7-6	Registro historial de forestación 1994 - 2003 (antiguamente Departamento) ....	3-37
Tabla 3.1.7-7	Experiencia de forestación (Departamento de Arequipa) .....	3-37
Tabla 3.1.8-1	Lista de informaciones recolectadas .....	3-38
Tabla 3.1.8-2	Superficie según altitudes .....	3-39
Tabla 3.1.8-3	Pendientes y superficie.....	3-40
Tabla 3.1.8-4	Pendiente del lecho y longitud total de la quebrada .....	3-40
Tabla 3.1.8-5	Relación entre las áreas y altitud de cada cuenca .....	3-43
Tabla 3.1.8-6	Pendientes según altitudes del Río Majes-Camaná .....	3-44
Tabla 3.1.8-7	Generación del aluvión en aguas arriba del Río de Majes .....	3-45
Tabla 3.1.8-8	Lista de Estaciones Pluviométricas para verificar la precipitación .....	3-48
Tabla 3.1.8-9	Probabilidad de precipitación de cada Estación Pluviométrica y precipitación máxima diaria en 1998.....	3-48
Tabla 3.1.9.1-1	Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del Río Majes-Camaná) .....	3-53
Tabla 3.1.9.1-2	Período de toma de datos pluviales (cuenca del Río Majes-Camaná) .....	3-54
Tabla 3.1.9.1-3	Precipitaciones mensuales de la estación TISCO.....	3-56
Tabla 3.1.9.1-4	Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Majes-Camaná (1/2).....	3-57
Tabla 3.1.9.1-4	Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Majes-Camaná (2/2).....	3-57
Tabla 3.1.9.2-1	Estaciones de monitoreo de caudal en la cuenca del río Majes-Camaná.....	3-59
Tabla 3.1.9.2-2	Caudal máximo/año en las estaciones de la cuenca del río Majes-Camaná (m <sup>3</sup> /s) .....	3-60
Tabla 3.1.9.3-1	Caudal de inundaciones según el periodo de retorno en los puntos de referencia .....	3-61
Tabla 3.1.9.4-1	Precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas en cada estación de monitoreo pluvial (cuenca del Río Majes-Camaná) .....	3-66
Tabla 3.1.9.4-2	Precipitaciones con periodo de retorno de 24 horas en las sub-cuencas componentes de la cuenca del Río Majes-Camaná .....	3-66

Tabla 3.1.9.4-3	Curvas de precipitaciones acumuladas de 24 horas según SCS Hypothetical Storm .....	3-68
Tabla 3.1.9.4-4	Valores iniciales y los definitivos de CN .....	3-71
Tabla 3.1.9.4-5	CN conforme al uso y las condiciones del suelo (1/3) .....	3-72
Tabla 3.1.9.4-5	CN conforme al uso y las condiciones del suelo (2/3) .....	3-73
Tabla 3.1.9.4-5	CN conforme al uso y las condiciones del suelo (3/3) .....	3-74
Tabla 3.1.9.4-6	Caudal de inundaciones según el periodo de retorno .....	3-75
Tabla 3.1.9.4-7	Caudal específico de inundaciones según el periodo de retorno .....	3-75
Tabla 3.1.9.4-8	Comparación entre el caudal máximo registrado hasta ahora y el caudal con período de retorno de 50 años .....	3-75
Tabla 3.1.10-1	Datos básicos del levantamiento de los ríos .....	3-79
Tabla 3.1.10-2	Metodología análisis de desbordamiento .....	3-80
Tabla 3.2.1-1	Problemas y medidas de conservación de las obras de control de inundaciones	3-84
Tabla 3.2.2-2	Causas directas e indirectas del problema principal .....	3-85
Tabla 3.2.3-1	Efectos directos e indirectos del problema principal .....	3-86
Tabla 3.2.5-1	Medidas de solución directa e indirecta al problema.....	3-88
Tabla 3.2.6-1	Impactos directos e indirectos.....	3-89
Tabla 4.2-1	Análisis de la demanda y oferta.....	4-2
Tabla 4.2-2	Demanda y oferta según puntos.....	4-3
Tabla 4.3.1-1	Caudal de inundaciones con diferentes períodos de retorno y caudal histórico.....	4-7
Tabla 4.3.1-2	Perfil del levantamiento topográfico.....	4-9
Tabla 4.3.1-3	Aspectos y criterios de evaluación.....	4-10
Tabla 4.3.1-4	Fundamentos de los tramos seleccionados para ejecutar obras (Río Majes-Camaná) .....	4-12
Tabla 4.3.1-5	Lista de obras .....	4-17
Tabla 4.3.1-6	Caudal de crecidas de diseño y libre bordo .....	4-21
Tabla 4.3.2.1-1	Lista de plántones forestales posibles de producir.....	4-29
Tabla 4.3.2.1-2	Lista de especies forestales verificadas in situ (zona ribereña) .....	4-29
Tabla 4.3.2.1-3	Resultado de la selección de las especies arbóreas para la forestación (Detallado) .....	4-29
Tabla 4.3.2.1-4	Criterios de evaluación para la elección de especies forestales.....	4-30
Tabla 4.3.2.1-5	Elección de las especies forestales.....	4-30
Tabla 4.3.2.1-6	Mitrado para el plan de forestación y recuperación de cobertura vegetal (A lo largo del río) .....	4-31
Tabla 4.3.2.1-7	Costo unitario de las plantas .....	4-31
Tabla 4.3.2.1-8	Costo de ejecución de reforestación .....	4-32
Tabla 4.3.2.2-1	Lineamientos básicos del Plan de Control de Sedimentos .....	4-33
Tabla 4.3.3-1	Contenido y costo directo de la asistencia técnica.....	4-39

Tabla 4.4.1-1	Costo unitario de mano de obra (1) .....	4-43
Tabla 4.4.1-1	Costo unitario de mano de obra (2) .....	4-43
Tabla 4.4.1-2	Precios unitarios de los principales materiales .....	4-43
Tabla 4.4.1-3	Precios unitarios de las principales maquinarias de construcción.....	4-43
Tabla 4.4.1-4	Volumen de obras.....	4-44
Tabla 4.4.1-5	Estimación de costo unitario de obra (Ejemplo; Río Majes-Camaná Mc- 1) ...	4-46
Tabla 4.4.1-6	Costos directos de obras (A precio privado y social) .....	4-46
Tabla 4.4.1-7	Costo de diseño detallado por la firma consultora (Total cuatro cuencas) .....	4-46
Tabla 4.4.1-8	Costo de supervisión de obras por la firma consultora (Total cuatro cuencas) .	4-46
Tabla 4.4.1-9	Costo de adquisición de terrenos (soles).....	4-46
Tabla 4.4.1-10	Obras de compensación (Costo directo de obras) .....	4-46
Tabla 4.4.1-11	Costo de mantenimiento de las unidades ejecutoras (Total 4 cuencas) .....	4-46
Tabla 4.4.1-12	Costo total del Proyecto (costo a precios privados) .....	4-46
Tabla 4.4.1-13	Costo total del Proyecto (costo a precios sociales) .....	4-46
Tabla 4.4.1-14	Costo anual de operación y mantenimiento (Soles) .....	4-47
Tabla 4.4.2-1	Factores de conversión estándar a precios sociales (MEF: Ministerio de Economía y Finanzas) .....	4-47
Tabla 4.4.2-2	Conversión del costo directo de obra de medidas de precios privados en precios sociales.....	4-48
Tabla 4.5.1-1	Variables del cálculo del monto de pérdidas de inundaciones .....	4-49
Tabla 4.5.1-2	Cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones ( a precios privados) (retorno de 50 años).....	4-51
Tabla 4.5.1-3	Monto estimado de pérdidas (a precios privados) (en miles de soles).....	4-51
Tabla 4.5.1-4	Cálculo del monto medio anual de reducción de pérdidas esperada .....	4-52
Tabla 4.5.1-5	Resultados del cálculo del monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto (A precios privados).....	4-52
Tabla 4.5.1-6	Indicadores de evaluación del análisis de la relación costo-beneficio y sus características .....	4-53
Tabla 4.5.1-7	Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios privados) .....	4-55
Tabla-4.5.1-8	Cálculo de la evaluación social (a precios privados) (Río Majes-Camaná) .....	4-55
Tabla-4.5.1-9	Cálculo de la evaluación social (a precios privados) (río Majes-Camaná) .....	4-55
Tabla 4.5.2-1	Cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones (A precios sociales) (río Majes-Camaná) .....	4-56
Tabla 4.5.2-2	Monto estimado de pérdidas (a precios sociales)(En miles de soles) .....	4-56
Tabla 4.5.2-3	Monto medio anual de pérdidas que se espera reducir con el Proyecto (a precios sociales) .....	4-57
Tabla 4.5.2-4	Evaluación social (B/C, VAN, TIR) (A precios sociales).....	4-57
Tabla 4.6-1	Métodos del análisis de sensibilidad .....	4-59

Tabla 4. 6-2	Casos sometidos al análisis de sensibilidad e indicadores económicos .....	4-59
Tabla 4. 6-3	Resultados del Análisis de Sensibilidad de TIR, B/C y VAN .....	4-59
Tabla 4.7-1	Porcentaje del incremento de costo y el porcentaje de reducción de beneficios para que el VAN sea 0 .....	4-60
Tabla 4.8-1	Presupuesto del Proyecto de las comisiones de regantes .....	4-62
Tabla 4.8-2	Porcentaje de los costos de OyM sobre el costo de operación de cada comisión de regantes y del monto de pérdidas reducidas.....	4-63
Tabla 4.9-1-1	Categorización según el grado de impacto ambiental .....	4-64
Tabla 4.9.1-2	Sitios previstos para la ejecución de obras .....	4-66
Tabla 4.9.2-1	Criterio de Evaluación - Matriz de Leopold .....	4-67
Tabla 4.9.2-2	Grados de significancia de impactos .....	4-67
Tabla 4.9.3-1	Matriz de percepción de impactos (período de construcción/operación) Río Majes-Camaná .....	4-68
Tabla 4.9.3-2	Matriz de percepción de impactos ambiental - Cuenca de Río Majes-Camaná..	4-69
Tabla 4.9.4-1	Impactos Ambientales Identificados y sus medidas propuestas .....	4-72
Tabla 4.9.5-1	Monitoreo de Calidad del Agua y biodiversidad .....	4-73
Tabla 4.9.5-2	Monitoreo de Calidad del Aire .....	4-73
Tabla 4.9.5-3	Monitoreo de Ruido .....	4-74
Tabla 4.9.5-4	Monitoreo de Calidad del Agua .....	4-74
Tabla 4.9.6-1	Costos directos de medidas de gestión de impacto ambiental .....	4-75
Tabla 4.10-1	Presupuesto del PSI (2011).....	4-81
Tabla 4.10-2	Planilla del PSI .....	4-81
Tabla 4.11-1	Plan de ejecución .....	4-86
Tabla 4.12-1	Plan de desembolso de recursos para la implementación del Proyecto .....	4-88
Tabla 4.12-2	Condiciones de reembolso del préstamo AOD de Japón .....	4-88
Tabla 4.13-1	Marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente.....	4-89
Tabla 4.15.1-1	Plan de construcción de diques en la cuenca del río Majes-Camaná .....	4-96
Tabla 4.15.1-2	Costo directo de obras (a precios privados) .....	4-98
Tabla 4. 15.1-3	Costo del Proyecto (a precios privados) .....	4-99
Tabla 4.15.1-4	Costo del Proyecto (a precios sociales) .....	4-99
Tabla 4.15.1-5	Resumen del modelo de análisis de variación de lecho utilizado en el estudio..	4-101
Tabla 4.15.1-6	Principales condiciones del cálculo de los ríos objeto .....	4-102
Tabla 4.15.1-7	Tramos cuyo lecho debe ser excavado en forma programada.....	4-102
Tabla 4.15.1-8	Costo de obras de excavación de lecho (a precios privados) .....	4-104
Tabla 4.15.1-9	Costo de obras de excavación de lecho (a precios sociales).....	4-104
Tabla 4.15.1-10	Monto de daños de inundaciones con diferentes períodos de retorno.....	4-105
Tabla 4.15.1-11	Monto de los daños medio anual que se espera reducir .....	4-106
Tabla 4.15.1-12	Resultados de la evaluación económica (costos a precios privados) .....	4-106

Tabla 4.15.1-13	Monto de daños de las inundaciones con diferentes períodos de retorno .....	4-106
Tabla 4.15.1-14	Monto de los daños medio anual que se espera reducir .....	4-107
Tabla 4.15.1-15	Resultados de la evaluación económica (costos a precios sociales) .....	4-107
Tabla 4.15.2-1	Plan de reforestación de las cuencas altas .....	4-109
Tabla 4.15.3-1	Costos estimados de ejecución de obras de control de sedimentos en la cuenca alta .....	4-110

## Lista de Figuras

Figura 1.9-1	Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de inversión)	1-9
Figura 1.9-2	Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento posterior a la inversión) .....	1-9
Figura 1.9-3	Organigrama de UGP.....	1-10
Figura 3.1.1-1	Río seleccionado para el Estudio .....	3-1
Figura 3.1.2-1	Tasa de crecimiento del PIB según regiones (2010/2009) .....	3-8
Figura 3.1.2-2	Contribución de las regiones al PIB .....	3-9
Figura 3.1.2-3	PIB per cápita (2010) .....	3-9
Figura 3.1.3-1	Superficie sembrada .....	3-15
Figura 3.1.3-2	Rendimiento .....	3-15
Figura 3.1.3-3	Ventas .....	3-15
Figura 3.1.6-1(1)	Visita al Sitio del Estudio (Río Camaná) .....	3-25
Figura 3.1.6-1(2)	Visita al Sitio del Estudio (Río Majes) .....	3-26
Figura 3.1.6-2	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 1 (Río Camaná) .....	3-27
Figura 3.1.6-3	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 2 (Río Camaná) .....	3-28
Figura 3.1.6-4	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 3 (Río Majes) .....	3-29
Figura 3.1.6-5	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 4 (Río Majes) .....	3-30
Figura 3.1.6-6	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 5 (Río Majes) .....	3-31
Figura 3.1.6-7	Condiciones locales relacionadas con el Desafío 6 (Río Majes) .....	3-32
Figura 3.1.7-1	Distribución de la vegetación (Cuenca del Río Majes-Camaná) .....	3-35
Figura 3.1.8-1	Superficie según altitudes .....	3-39
Figura 3.1.8-2	Pendientes y superficie .....	3-40
Figura 3.1.8-3	Pendiente del lecho y longitud total de las quebradas .....	3-41
Figura 3.1.8-4	Pendiente del lecho y patrón de movimiento de sedimentos .....	3-41
Figura 3.1.8-5	Mapa de Isoyetas de la Cuenca del Río Majes-Camaná .....	3-42
Figura 3.1.8-6	Relación entre el volumen de erosión del suelo y las diferentes causas .....	3-43
Figura 3.1.8-7	Pendientes según altitudes del Río Majes-Camaná .....	3-44
Figura 3.1.8-8	Corte transversal de la Cuenca de Majes (50km aprox. desde la desembocadura) .....	3-45
Figura 3.1.8-9	Ubicación de la generación del aluvión.....	3-46
Figura 3.1.8-10	Situación alrededor del Km60 (formación del valle de aprox. 5km de ancho)...	3-46
Figura 3.1.8-11	Situación de deposición de sedimentos en el río Cosos (Ancho aprox.900m) ...	3-46
Figura 3.1.8-12	Carretera rural (=local) que cruza el río Cosos (en temporada de lluvias los sedimentos cubren la carretera rural, sin embargo se restaura en un día) .....	3-47
Figura 3.1.8-13	Situación de Ongoro (en 1998, fallecieron 2 personas a causa del aluvión).....	3-47

Figura 3.1.8-14	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 sedimentos de tierra y arena de ese entonces) .....	3-47
Figura 3.1.8-15	Situación del río Jorón (Los sedimentos del aluvión llegaron hasta el río principal en 1998) .....	3-47
Figura 3.1.8-16	Situación alrededor del Km110 de la desembocadura (Se puede deducir que es poca la afluencia de los sedimentos desde las lederas hasta el canal del río.) .....	3-47
Figura 3.1.8-17	Intersección del río Camaná y el río Andamayo (el río Andamayo es un aliviadero) .....	3-47
Figura 3.1.8-18	Ubicación de las estaciones pluviométricas .....	3-49
Figura 3.1.8-19	Producción y arrastre de sedimentos en un año ordinario .....	3-50
Figura 3.1.8-20	Producción y arrastre de sedimentos durante las lluvias torrenciales con un período de retorno de 50 años.....	3-50
Figura 3.1.8-21	Producción de sedimentos en grandes crecidas (escala geológica) .....	3-51
Figura 3.1.8-22	Relación entre Producción de sedimentos de sedimentos y Período de retorno de lluvias, y Alcance del presente Estudio .....	3-52
Figura 3.1.9.1-1	Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del Río Majes-Camaná) .....	3-55
Figura 3.1.9.1-2	Mapa de isoyetas (cuenca del Río Majes-Camaná) .....	3-58
Figura 3.1.9.4-1	División de la cuenca del río Majes-Camaná .....	3-63
Figura 3.1.9.4-2	Maqueta de una cuenca con canales fluviales y puntos de confluencia según HEC-HMS.....	3-63
Figura 3.1.9.4-3	Isoyetas de precipitaciones de 24 horas con un periodo de retorno de 50 años (río Majes-Camaná) .....	3-67
Figura 3.1.9.4-4	Estaciones de monitoreo pluvial y división de Thiessen (Río Majes-Camaná)..	3-67
Figura 3.1.9.4-5	Distribución de curvas de precipitaciones de 24 horas.....	3-68
Figura 3.1.9.4-6	Distribución de precipitaciones de 24 horas .....	3-69
Figura.3.1.9.4-7	Tipo de curvas de precipitaciones de 24 horas y las áreas de aplicación .....	3-69
Figura.3.1.9.4-8	Relación entre los números de curva (Curve Number: CN), precipitaciones acumuladas P y precipitaciones efectivas P.....	3-70
Figura.3.1.9.4-9	Valores iniciales de CN establecidos en la cuenca del Río Majes-Camaná .....	3-71
Figura 3.1.9.4-10	Hidrograma de inundaciones en el río Majes-Camaná .....	3-75
Figura 3.1.9.5-1	Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/10 años) .....	3-76
Figura 3.1.9.5-2	Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/20 años).....	3-77
Figura 3.1.9.5-3	Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/50 años).....	3-77

Figura 3.1.9.5-4	Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/100 años).....	3-78
Figura 3.1.10-1	Idea del modelo unidimensional .....	3-79
Figura 3.1.10-2	Esquema conceptual del modelo de análisis de desbordamiento .....	3-81
Figura 3.1.10-3	Capacidad hidráulica actual del Río Camaná (1/2).....	3-82
Figura 3.1.10-3	Capacidad hidráulica actual del Río Majes (2/2) .....	3-82
Figura 3.1.10-4	Alcance de desbordamiento del Río Majes-Camaná (Km 0 - 55, inundaciones con un período de 50 años) (1/2).....	3-83
Figura 3.1.10-5	Alcance de desbordamiento del Río Majes-Camaná (Km 55 - 115, inundaciones con un período de 50 años) (2/2).....	3-83
Figura 3.2.4-1	Árbol de causas y efectos .....	3-87
Figura 3.2.7-1	Árbol de medidas – objetivos – impactos.....	3-90
Figura 4.3.1-1	Caudal máximo anual (Datos reales: Río Majes-Camaná) .....	4-7
Figura 4.3.1-2	Caudal probable de inundaciones, monto de pérdidas y superficie inundada (Río Majes-Camaná) .....	4-8
Figura 4.3.1-3	Selección de las obras prioritarias de control de inundación en el río Majes-Camaná .....	4-11
Figura 4.3.1-4	Obras prioritarias de control de inundaciones en el Río Majes.....	4-16
Figura 4.3.1-5	Obras prioritarias de control de inundaciones en el Río Camaná .....	4-17
Figura 4.3.1-6	Sección normal del dique.....	4-22
Figura-4.3.1-7	Efectos de las instalaciones de control de inundaciones (Rio Camaná) .....	4-23
Figura-4.3.1-8	Efectos de las instalaciones de control de inundaciones (Rio Májes).....	4-24
Figura 4.3.2.1-1	Diagrama Conceptual Forestación a lo largo de estructuras ribereñas (Tipo A) .....	4-26
Figura 4.3.2.1-2	Diagrama Conceptual Forestación a lo largo de estructuras ribereñas (Tipo B). .....	4-26
Figura 4.3.2.1-3	Ubicación del diseño del plan de forestación a lo largo de estructura ribereña .....	4-27
Figura 4.3.2.1-4	Ubicación del diseño del plan de forestación a lo largo de estructura ribereña (Tipo B) .....	4-28
Figura 4.3.2.2-1	Obras de control de sedimentos .....	4-33
Figura 4.9.1-1	Procedimiento para la obtención de Certificación Ambiental en MINAG .....	4-64
Figura 4.10-1	Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de inversión) .....	4-79
Figura 4.10-2	Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento posterior a la inversión) .....	4-79
Figura 4.10-3	Organigrama del PSI .....	4-82
Figura 4.10-4	Organigrama de la UGP.....	4-82
Figura 4.11-1	Ciclo de proyecto en SNIP .....	4-84

Figura 4.11-2	Instituciones relacionadas con SNIP.....	4-85
Figura 4.15.1-1	Definición de la alineación del dique.....	4-92
Figura 4.15.1-2	Plano de planta del Majes-Camaná.....	4-93
Figura 4.15.1-3	Sección longitudinal del Río Majes-Camaná (Río Camaná).....	4-94
Figura 4.15.1-4	Sección longitudinal del Río Majes-Camaná (Río Majes).....	4-95
Figura 4.15.1-5	Plan de conformación de diques Majes-Camaná.....	4-97
Figura 4.15.1-6	Imagen conceptual del modelo de análisis de variación de lecho.....	4-101
Figura 4.15.1-7	Tramo que requiere de mantenimiento (Río Majes-Camaná) .....	4-103
Figura 4.15.3-1	Ubicación de las obras de control de sedimentos de la cuenca del Río Majes-Camaná .....	4-111

## **Prefacio**

El Perú tiene establecido el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) sujeto a la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública, Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01), el cual se aplica también al presente Proyecto.

SNIP es un instrumento institucionalizado mediante la promulgación de la Ley N° 27293 (Publicada en el Diario Oficial “El Peruano” el 28 de junio de 2000), que establece los principios, procedimientos, metodología y reglas técnicas que deben ser cumplidos en todos los programas y proyectos de inversión pública formulados e implementados por los gobiernos tanto central como regional, con el fin de utilizar efectivamente los recursos públicos destinados a los proyectos de inversión pública.

En la evaluación por el SNIP, es importante dar a conocer plenamente el perfil y la efectividad del proyecto en cuestión, y en este sentido, es necesario demostrar la efectividad del proyecto no solo en los aspectos relacionados con los planes de estudio, diseño y ejecución de obras, sino también en los aspectos de la administración y sostenibilidad de la inversión pública. Asimismo, los estudios de condiciones naturales, plan de infraestructuras, metodología de estimación del costo del Proyecto y de análisis financiero deben seguir lo indicado por el SNIP, y los informes serán elaborados según el índice establecidos por el SNIP.

El informe a ser sometido a la evaluación del SNIP, de cierto modo, sirve de solicitud de aprobación, y plantea la necesidad de cumplir estrictamente la estructuración estipulada detalladamente, en lo relacionado con el índice, la información que debe ser incluida en cada capítulo, etc. Por lo tanto, la estructuración del presente informe se difiere de otros informes técnicos típicos. Para su redacción, se ha procurado cumplir las reglas del SNIP, y además incorporar en cada capítulo correspondiente la información técnica requerida generalmente.

A continuación se presenta el índice del presente informe. Los títulos en color rojo corresponden a los capítulos y secciones propias y requeridas por SNIP que, por lo general, no se incluyen en otros informes técnicos comunes.

### Capítulo 1. RESUMEN EJECUTIVO

### Capítulo 2. ASPECTOS GENERALES

- 2.1 Nombre del Proyecto
- 2.2 Unidades Formuladora y Ejecutora
- 2.3 Participación de las Entidades Involucradas y de los Beneficiarios
- 2.4 Marco conceptual (marco de afinidad)

### Capítulo 3. IDENTIFICACIÓN

- 3.1 Diagnóstico de la Situación Actual
  - 3.1.1 Naturaleza
  - 3.1.2 Condiciones Socioeconómicas del Área del Estudio
  - 3.1.3 Agricultura

- 3.1.4 Infraestructuras
- 3.1.5 Daños Reales de las Inundaciones
- 3.1.6 Resultados de las Visitas a los Sitios del Estudio
- 3.1.7 Situación actual de la Vegetación y Reforestación
- 3.1.8 Situación actual de la Erosión del Suelo
- 3.1.9 Análisis de Descarga
- 3.1.10 Análisis de Inundaciones

### 3.2 Objetivos del Proyecto

- 3.2.1 Problemas de las Medidas de Control de Inundaciones en el Área del Estudio
- 3.2.2 Causas de los Problemas
- 3.2.3 Efectos de los Problemas
- 3.2.4 Árbol de Causas y Efectos
- 3.2.5 Medidas de Solución al Problema Principal
- 3.2.6 Impactos Esperados por el Cumplimiento del Objetivo Principal
- 3.2.7 Árbol de Medidas – Objetivos – Impactos

## Capítulo 4. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

- 4.1 Definición del Horizonte de Evaluación del Proyecto
- 4.2 Análisis de Demanda y oferta
- 4.3 Planeamiento Técnico de las Alternativas
  - 4.3.1 Medidas Estructurales
  - 4.3.2 Medidas no Estructurales
    - 4.3.2.1 Reforestación y Recuperación Vegetal
    - 4.3.2.2 Plan de Control de Sedimentos
  - 4.3.3 Asistencia Técnica
- 4.4 Costos
- 4.5 Evaluación Social
- 4.6 Análisis de Sensibilidad
- 4.7 Análisis de Riesgos
- 4.8 Análisis de Sostenibilidad
- 4.9 Impacto Ambiental
- 4.10 Organización y Gestión
- 4.11 Plan de Ejecución
- 4.12 Plan Financiero
- 4.13 Marco Lógico de la Opción Seleccionada Finalmente
- 4.14 Criterios de Evaluación de Impactos
- 4.15 Plan a Mediano y Largo Plazo

## Capítulo 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

5.2 Recomendaciones

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

### 1.1 Nombre del Proyecto

“Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones, Implementación de Medidas de Prevención para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Majes-Camaná, Departamento Arequipa”

### 1.2 Objetivo del Proyecto

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

### 1.3 Balance Oferta y Demanda

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

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

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

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

En la Tabla 1.3-1 se presentan los promedios del nivel de agua de inundaciones calculado con un período de retorno de 50 años; de la altura requerida del dique (demanda) para controlar el caudal sumando el nivel de agua de diseño más el libre bordo del dique; de la altura del dique o del terreno actual (oferta), y la diferencia entre estas dos últimas (diferencia entre demanda-oferta) del Río. Asimismo, en la Tabla 4.2-2 se presentan estos valores en cada punto. La altura del dique o del terreno actual es mayor que la altura requerida del dique en determinados puntos. En estos, la diferencia entre la oferta y demanda se consideró nula.

**Tabla 1.3-1 Análisis de la demanda y oferta**

Cuenca	Altura dique / terreno actual (oferta)		Nivel de agua teórico con período de retorno de 50 años	Borodo libre dique	Altura requerida dique (demanda)	Dif. Demanda/oferta	
	M. izquierda	M. derecha				M. izquierda	M. derecha
	①	②	③	④	⑤=③+④	⑥=⑤-①	⑦=⑤-②
Río Majes-Camaná	401.90	405.19	399.43	1.20	400.04	0.85	0.65

## **1.4 Propuestas Técnicas**

### **1.4.1 Medidas Estructurales**

Las medidas estructurales constituyen un tema que deben ser analizados en un plan de control de inundaciones que abarque toda la cuenca. Los resultados del análisis se presentan en el apartado 1.14 "Plan a Mediano y Largo Plazo". Dicho plan propone construir diques para el control de inundaciones de toda la cuenca. Sin embargo, las obras en la cuenca del Río Majes-Camaná serán de gran magnitud y requiere un costo sumamente alto, mucho más allá del presupuesto del presente Proyecto, lo que hace que sea poco viable adoptar esta propuesta. Por lo tanto, suponiendo que los diques para controlar las inundaciones de toda la cuenca serán construidos progresivamente dentro de un plan a mediano y largo plazo, aquí se enfocó el estudio en las obras más urgentes y prioritarias para el control de inundaciones.

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

La Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas, elaborada por la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) (al presente DGPI) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), en su cláusula 3.1.1 "Horizonte de Proyectos" recomienda realizar un análisis comparativo de diferentes períodos de retorno: 25 años, 50 años y 100 años para el área urbana, y 10 años, 25 años y 50 años para el área rural y las tierras agrícolas, para determinar la probabilidad de inundaciones de diseño.

Considerando que el presente Proyecto se orienta a la protección del área rural y de las tierras agrícolas, El caudal de inundaciones de diseño se determinó en el valor establecido para las inundaciones con un período de retorno de entre 10 y 50 años según la Guía mencionada.

Se investigó el caudal máximo histórico a partir de los datos de monitoreo del caudal máximo anual de la cuenca del Río Majes-Camaná, y se compararon estos datos con los valores de caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años. Se determinó que considerando como caudal de inundaciones de diseño el caudal de inundaciones con un periodo de retorno de 50 años, este equivale casi al valor máximo histórico

Dado que los Ríos del Perú, en su gran mayoría, están desprotegidos, se considera que no es necesario construir parcialmente las obras de protección contra las inundaciones de una magnitud mayor al caudal máximo de inundaciones históricas. Sin embargo, teniendo en cuenta que inundaciones ocurridas han provocado grandes daños en el pasado, se considera necesario, como el primer paso, construir las obras que garanticen la seguridad ante las inundaciones de esta magnitud. Por lo tanto, se definió como meta, la protección contra los daños de las inundaciones con un período de retorno de 50 años, que es el caudal máximo de inundaciones históricas.

Al analizar la relación entre el caudal de inundaciones probable, monto de pérdidas, y la superficie inundada del Río Majes-Camaná, se encontró que cuanto mayor sea el caudal de inundaciones probable, mayores son la superficie inundada y el monto de pérdidas. Sin embargo, una vez

implementados los proyectos, el aumento del monto de pérdidas es menos acentuado que el aumento de las dos variables primeras, y el valor absoluto de la reducción del monto de pérdidas antes y después de los proyectos, llega a ser máximo en el caudal con un período de retorno de 50 años.

Tal como se indicó anteriormente, el caudal con un período de retorno de 50 años (probabilidad adoptada en los proyectos) es similar al caudal máximo histórico y el monto absoluto de pérdidas reducidas por los proyectos es mayor que las inundaciones de otros periodos de retorno inferiores a 50 años. Asimismo, la evaluación social arrojó resultados positivos del impacto económico.

## **(2) Selección de las obras de control de inundaciones prioritarias**

Se aplicaron los siguientes criterios para la selección de las obras de control de inundaciones prioritarias.

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

Los resultados del levantamiento del Río Majes-Camaná, del reconocimiento en sitio, del estudio de la capacidad hidráulica, del análisis de inundaciones, y de las entrevistas a la comunidad local (necesidades de las comisiones de regantes y gobiernos locales, daños históricos de inundaciones, etc.) fueron sometidos a una evaluación integral, aplicando los cinco criterios de evaluación antes indicados. Así se seleccionaron 7 puntos críticos en cada Río (con mayor puntaje en la evaluación) que necesitan de medidas de control de inundaciones.

### **1.4.2 Medidas no Estructurales**

#### **(1) Reforestación y Recuperación Vegetal**

##### **1) Políticas básicas**

El plan de reforestación y recuperación de la vegetación que responde al objetivo del presente Proyecto puede ser dividido en: i) la reforestación a lo largo de las estructuras fluviales, y ii) la reforestación en la cuenca alta. La primera tiene efecto directo sobre la prevención de inundaciones manifestando su impacto en corto tiempo, mientras que la segunda requiere de alto costo y largo período para su implementación, tal como se indicará más tarde en el apartado 1.12 (2) “Plan de Reforestación y Recuperación de la Vegetación”, y es poco viable para ser ejecutada en el marco del presente Proyecto. Por lo tanto, aquí se enfocó el estudio en la primera alternativa.

##### **2) Sobre la reforestación a lo largo de las estructuras fluviales**

Esta alternativa propone plantar árboles a lo largo de las estructuras fluviales, incluyendo los diques y

las obras de protección de márgenes.

- Objetivo: Reducir el impacto del desbordamiento del Río mediante franjas de vegetación entre el Río y los elementos a ser protegidos cuando ocurra una crecida inesperada o por el estrechamiento del Río por la presencia de obstáculos.
- Metodología: Crear franjas vegetales de un determinado ancho entre las estructuras fluviales y el Río.
- Ejecución de obras: Plantar vegetación como parte de las obras de estructuras fluviales (diques, etc.)
- Mantenimiento después de la reforestación: El mantenimiento será asumido por las comisiones de regantes bajo su iniciativa propia.

El ancho, el largo y la superficie de la reforestación a lo largo de las estructuras fluviales son, 11 m, 29,0 km y 18,3ha respectivamente.

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

El plan de control de sedimentos debe ser analizado dentro de un plan general de la cuenca. Los resultados del análisis se presentan en el apartado 1.14 “Plan a Mediano y Largo Plazo”. En resumen el plan de control de sedimentos de la cuenca entera requiere de un elevado costo de inversión, que va mucho más allá del presupuesto del presente Proyecto, lo que hace que sea poco viable adoptar este plan.

Si bien es cierto que se considera necesario realizar el monitoreo de la variación de lecho incluyendo las condiciones de los sedimentos inestables de la cuenca alta, no existen medidas de control de sedimentos que deben ser ejecutadas urgentemente al momento.

### **1.4.3 Asistencia Técnica**

Con base en las propuestas técnicas de medidas estructurales y no estructurales, se propone incorporar también en el presente Proyecto la asistencia técnica a modo de reforzar las medidas tomadas.

El objetivo de la asistencia técnica es “mejorar la capacidad y el nivel técnico de la comunidad local, como medida de gestión de riesgos para reducir los daños de inundaciones en los valles seleccionados”.

Se propone diseñar la asistencia técnica propia de la cuenca del Río Majes-Camaná con el fin de ofrecer capacitación adaptada a las características propias de esta cuenca. Los beneficiarios serán los representantes de las comisiones y grupos de regantes de la cuenca del Río Majes-Camaná, los empleados de los gobiernos locales (provinciales y distritales), representantes de la comunidad local, etc.

Se seleccionarán como participantes de la capacitación, las personas con capacidad de replicar y difundir lo aprendido en los cursos a los demás miembros de la comunidad, a través de las reuniones

de las organizaciones a las que pertenecen.

Para la asistencia técnica, se contempla ofrecer cursos de capacitación en los siguientes temas: “Conocimientos sobre las actividades de protección de márgenes y el ambiente agrícola y natural”, “Trazado de planes preventivos de desastres de la comunidad contra los daños de inundaciones” y “Manejo de quebradas para el control de sedimentos fluviales”.

### **1.5 Costos del Proyecto**

En la Tabla 1.15-1 se presenta el costo estimado de los proyectos. Los costos del servicio de consultoría y de mantenimiento a ser sufragados por las unidades ejecutoras han sido determinados para el conjunto de las cuencas seleccionadas. El costo del servicio de consultoría ha sido dividido proporcionalmente para cada cuenca en función del costo de construcción, mientras que el costo de mantenimiento ha sido dividido también proporcionalmente para cada cuenca en función de los montos resultantes de (construcción + servicio de consultoría + adquisición de terrenos).

**Tabla 1.5-1 Costos del Proyectos y Desglose**

### **1.6 Evaluación Social**

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

Se estimaron los beneficios del período objeto de la evaluación, de los primeros 15 años desde el inicio del Proyecto. Dado que de estos 15 años, dos corresponden al período de ejecución de las obras, la evaluación se realizó para los 13 años siguientes a la terminación de las obras.

En la Tabla 1.6-1 se muestran los resultados de la evaluación social.

**Tabla 1.6-1 Resultados de la evaluación social**

En términos de los costos a precios privados y sociales, los proyectos en todas las cuencas manifiestan un impacto económico positivo.

A continuación se presentan los efectos positivos del Proyecto que son difícilmente cuantificables en valores económicos.

- 1) Contribución al desarrollo económico local al aliviar el temor por la suspensión de las actividades económica y daños.

- 2) Contribución al incremento de oportunidades de empleo local por las obras de construcción del proyecto.
- 3) Refuerzo de la conciencia de la población local por los daños de las inundaciones y otros desastres.
- 4) Contribución al incremento de ingresos por la producción agrícola estable, al aliviarse los daños de inundaciones.
- 5) Subida del precio de las tierras de cultivo

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

## 1.7 Análisis de sostenibilidad

El presente Proyecto será cogestionado por el gobierno central (a través de la DGIH), comisiones de regantes y los gobiernos regionales, y el costo del Proyecto será cubierto con los respectivos aportes de las tres partes. Por lo general el gobierno central (en este caso, la DGIH) asume el 80 %, las comisiones de regantes el 5 % y los gobiernos regionales el 15 %. Sin embargo, los porcentajes de los aportes de estas dos últimas son decididos mediante discusiones entre ambas partes. Por otro lado, la operación y mantenimiento (OyM) de las obras terminadas es asumida por las comisiones de regantes. Por lo tanto, la sostenibilidad del Proyecto depende de la rentabilidad del Proyecto y de la capacidad de OyM de las comisiones de regantes.

Como se indica en el Apartado 1.6, los proyectos en la cuenca del Río Majes-Camaná son suficientemente rentables, lo que respalda la sostenibilidad de los mismos.

En la Tabla 1.7-1 se muestra el presupuesto de las comisiones de regantes en los últimos años.

**Tabla 1.7-1 Presupuesto de las comisiones de regantes** (Unidad/ S)

Ríos	Presupuesto anual			
	2007	2008	2009	2010
Majes-Camaná		1.867.880,39	1.959.302,60	1.864.113,30

Por otro lado, los costos anuales de operación y mantenimiento requerido después de construidas las obras son los que se indican en la Tabla 1.7-2, de acuerdo con el apartado 4.4.1. En la misma Tabla se indica también el porcentaje del costo de OyM dentro del costo de operación de cada comisión de regantes en 2009, así como el porcentaje del costo de OyM dentro del monto anual medio de pérdidas reducidas por los daños de inundación.

El porcentaje del costo anual de OyM dentro del presupuesto de operación de cada comisión de regantes de 2009 es bastante alto en Majes-Camaná con 36,2 %. Por otro lado, el porcentaje del costo de OyM dentro del monto anual medio de pérdidas reducidas es sumamente bajo, con 4,0%. Por lo tanto, se concluye que las comisiones de regantes podrán sufragar suficientemente estos costos. Por lo tanto, se concluye que las comisiones de regantes podrán sufragar suficientemente estos costos. El

porcentaje que ocupa el costo de OyM del presente Proyecto es relativamente alto respecto al presupuesto actual, sin embargo, el porcentaje de dicho costo después de la implementación del Proyecto resultará muy bajo respecto al monto medio anual de pérdidas, por lo que se puede considerar que el costo de OyM será cubierto suficientemente por la ganancia que se verá aumentada por la reducción de daños de inundaciones.

En cuanto a la capacidad de operación y mantenimiento, se considera que las comisiones de regantes son capaces de asumir esta responsabilidad con la asistencia técnica el MINAG y de los gobiernos locales, puesto que las obras de control de inundaciones contempladas en el presente Proyecto son diques, presas y otras obras muy familiares localmente.

**Tabla 1.7-2 Porcentaje de los costos de OyM dentro del costo de operación cada comisión de regantes y del monto de pérdidas reducidas**

Ríos	Costo de operación comisiones de regantes (mil S/)	Costo anual de OyM (mil S/)	Porcentaje del costo anual de OyM (%)	Monto anual medio de pérdidas reducidas (mil S/)	Porcentaje del costo anual de OyM (%)
	(1)	(2)	(3) = (2)/(1)	(4)	(5) = (2)/(4)
Majes-Camaná	1.959	710	36,2	17.592	4,0

## 1.8 Impacto Ambiental

### (1) Procedimientos de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)

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

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

A continuación se describe el avance en los procedimientos de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) del presente Proyecto. La Evaluación Ambiental Preliminar (EAP) ha sido realizada por un consultor local registrado en el MINAG (CIDES Ingenieros S.A.) entre septiembre y octubre de 2011 para la cuenca del Río Majes-Camaná.

El informe de EAP de la cuenca del Río Majes-Camaná ha sido entregado del Equipo de Estudio al DGIH el 20 de diciembre de 2011, y este documento fue entregado de DGIH a DGAA el 4 de enero de

2012. En cuanto la evaluación fue realizada posteriormente por DGAA, comunicándose el 16 de agosto de 2012 el resultado de que se clasificaría en la Categoría I, al igual que las 3 cuentas evaluadas anteriormente.

## **(2) Resultados de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)**

Los procedimientos de revisión y evaluación del impacto al entorno natural y social del Proyecto son los siguientes. En primer lugar, se revisó el calendario de ejecución de las obras de construcción de las estructuras fluviales, y se procedió a elaborar la matriz de Leopold.

Se evaluó el impacto a nivel ambiental (entorno natural, biológico y social) y a nivel del Proyecto (fase de construcción y fase de mantenimiento). Se determinaron los niveles cuantitativos del impacto ambiental cuantificando el impacto en términos de la naturaleza del impacto, posibilidad de manifestación, magnitud (intensidad, alcance, duración y reversibilidad).

El EAP puso de manifiesto que el impacto ambiental que se manifestaría por la implementación del presente Proyecto en las fases de construcción y de mantenimiento, en su mayoría, no es muy marcado, y aunque lo fuera, éste puede ser prevenido o mitigado al implementar adecuadamente el plan de gestión del impacto ambiental.

Por otro lado, el impacto positivo es muy marcado en la fase de mantenimiento, lo cual se manifiesta a nivel socioeconómico y ambiental, concretamente, en la mayor seguridad y menor vulnerabilidad, mejor calidad de vida y utilización de tierras.

## 1.9 Instituciones y Administración

Las instituciones y su administración en la etapa de inversión y la de operación y mantenimiento luego de la inversión se presentan en las Figura 1.9-1 y 1.9-2.

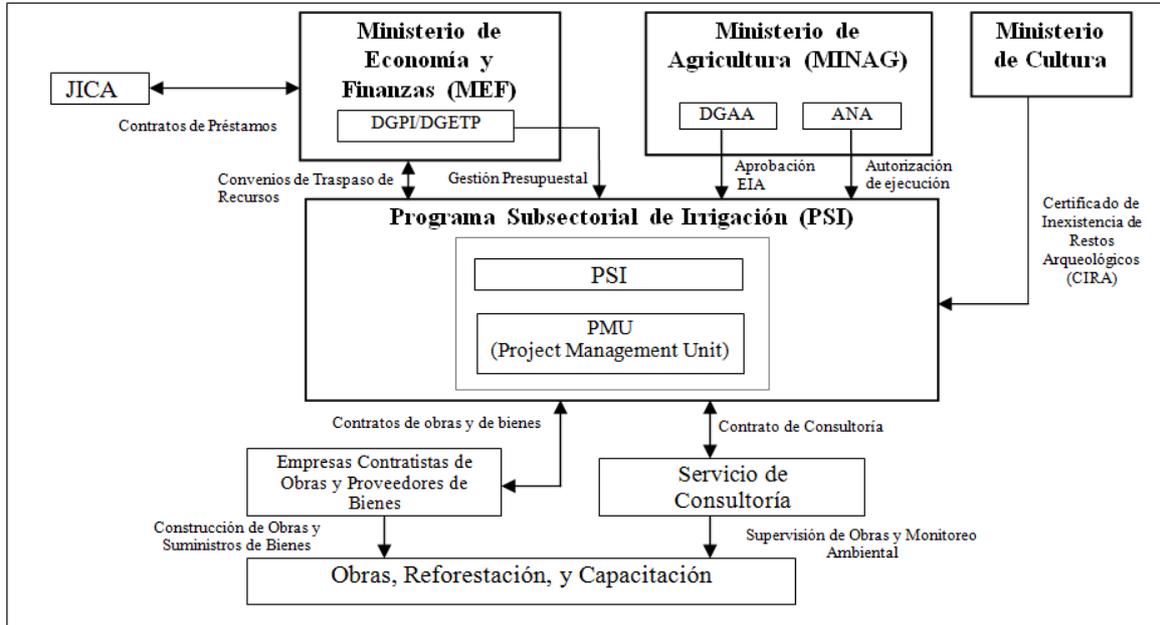


Figura 1.9-1 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de inversión)

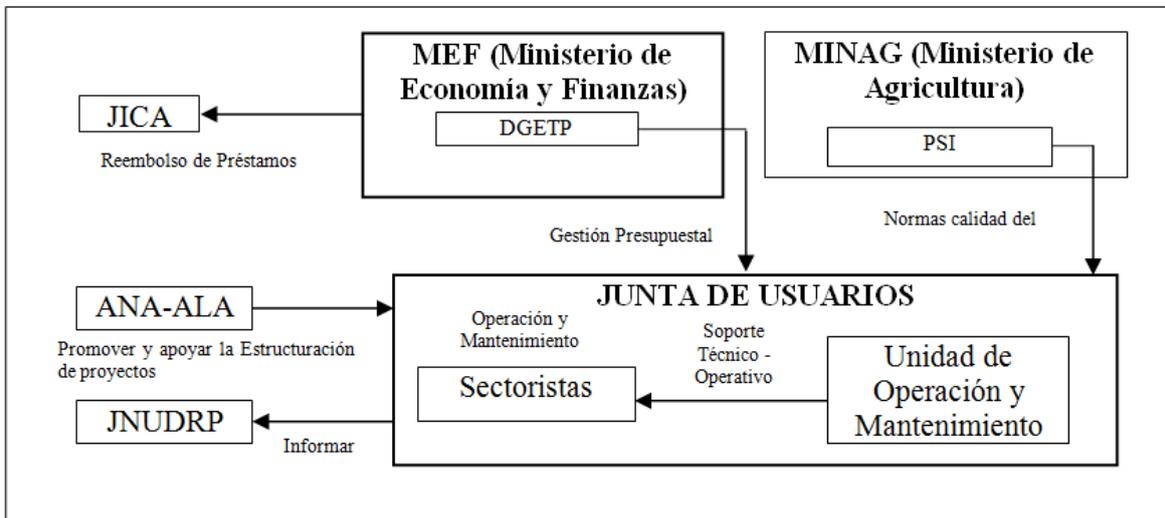
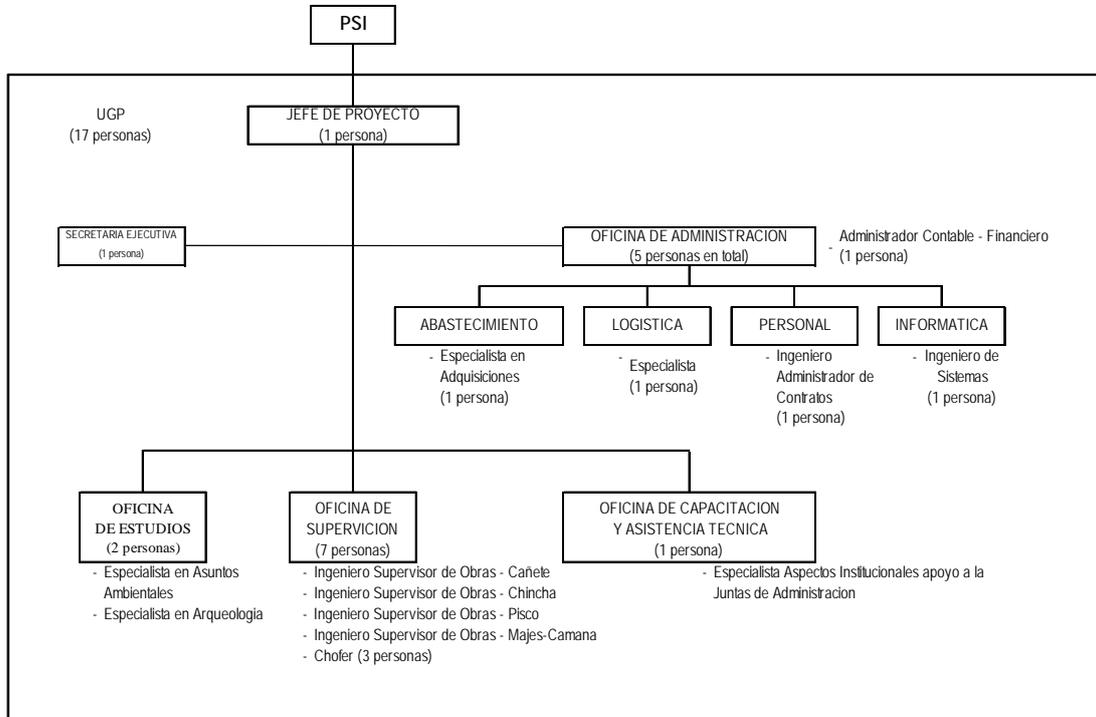


Figura 1.9-2 Instituciones relacionadas con la ejecución del Proyecto (etapa de operación y mantenimiento posterior a la inversión)

Se propone crear una Unidad de Gestión del Proyecto (UGP) bajo la Dirección General de Infraestructura Hidráulica en el PSI del organismo ejecutor. En la Figura 1.9-3 se presenta el organigrama de la UGP en la que se asignarán 13 expertos. El costo de operación de dicha unidad se estima en 8,5 millones de soles.



**Figura 1.9-3 Organigrama de UGP**

### 1.10 Plan de ejecución

La Tabla 1.10-1 presenta el plan de ejecución del Proyecto.

**Tabla 1.10-1 Plan de ejecución**

Ítem	2010			2011			2012			2013			2014			2015			2016			2017			2018			No. de meses			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9		12		
1 Estudio Perfil/Evaluación SNIP	Estudio									Evaluación															28						
2 Estudio Factibilidad/Evaluación SNIP				Estudio									Evaluación															27			
3 Negociación Crédito en Yenes																															6
4 Selección de Consultor																															10
5 Unidad de administración del Proyecto																															45
6 Servicio de consultoría																															45
1) Diseño detallado																															6
2) Elaboración de documentos de licitación y asistencia en el procedimiento de licitación																															15
3) Administración de la ejecución																															24
7 Selección del Consultor																															15
8 Ejecución de Obras																															24
1) Construcción de obras de control de inundación																															24
2) Reforestación																															24
3) Capacitación en prevención de desastres/desarrollo de capacidad																															24
4) Obtención de terrenos y obra de compensación																															27
9 Terminación de obras/entrega a comisiones de regantes																															-

#### 1) Contratación del Consultor

La contratación del Consultor en los proyectos del préstamo en yenes japoneses deberá realizarse prestando atención a los siguientes puntos:

- 1) El Consultor debe contar con una experiencia en actividades en el extranjero y capacidad suficiente para implementar el presente Proyecto.
- 2) Para la selección del Consultor, deberán tener en cuenta la eficiencia, la transparencia y la imparcialidad.
- 3) Se deberán respetar los procedimientos establecidos en el Contrato de Acuerdo (L/A, por sus siglas en inglés) y en la Guía sobre la Contratación del Consultor de JICA.

#### 2) Contratación de la Constructora

La contratación de la Constructora deberá realizarse prestando atención a los siguientes puntos:

- 1) Se deberán tener en cuenta el aspecto económico, la eficiencia, la transparencia en el proceso de adquisición, la imparcialidad y la idoneidad.
- 2) Se deberán respetar los procedimientos establecidos en el Contrato de Acuerdo (L/A, por sus siglas en inglés) y en la Guía sobre Adquisiciones de JICA.
- 3) Se convocará una Licitación Pública Internacional (ICB, por sus siglas en inglés).
- 4) Se deberá realizar una Precalificación de Ofertantes, antes de convocar la licitación, con el objeto de confirmar si éstos cuentan con capacidad técnica y financiera. En esta precalificación, se tendrán en cuenta: a) la experiencia y resultados obtenidos en los proyectos similares, b) la capacidad respecto a la mano de obra, equipos y plantas, c) el estado financiero, etc.

### **1.11 Plan Financiero**

El presente Proyecto será implementado conjuntamente por el Gobierno Central (MINAG), las comisiones de regantes de las cuencas seleccionadas y los gobiernos locales, y como tal, los costos serán sufragados por estas tres partes. En cuanto a los respectivos porcentajes, se determina tentativamente en 80 % por el gobierno central, 15% por los gobiernos regionales y 5% por las comisiones de regantes. Estas cifras deberán ser determinadas mediante consultas entre las tres partes.

#### **Tabla 1.11-1 Plan de desembolso en la ejecución del Proyecto**

### **1.12 Conclusiones y Recomendaciones**

#### **1.12.1 Conclusiones**

La alternativa final seleccionada en el presente Estudio es estructuralmente segura, además que la evaluación social arrojó un valor económico suficientemente alto y su impacto al medio ambiente es reducido.

La implementación del presente Proyecto contribuirá al alivio de la alta vulnerabilidad de los valles y

de la comunidad local ante las inundaciones, y al desarrollo socioeconómico local. Por lo tanto, se concluye implementarlo en la mayor brevedad posible.

### **1.12.2 Recomendaciones**

A continuación se plantean las recomendaciones para atender los problemas y dificultades relacionadas con la implementación del presente Proyecto y con el control de inundaciones hacia el futuro en el Perú, formuladas con base en los hallazgos del presente Estudio. Para los detalles véase la cláusula 5.2.2 del presente documento

#### **(1) Recomendaciones sobre el Proyecto**

##### **1) Problemas inmediatos a solucionar**

- \* Proporción de los aportes del costo del Proyecto correspondientes al gobierno central (MINAG), los gobiernos departamentales y las comisiones de regantes de las cuencas objeto del proyecto
- \* Obtención de terrenos y negociaciones sobre la compensación
- \* Determinación de la institución ejecutora (PSI de MINAG) del proyecto
- \* Obtención de la certificación de inexistente de restos arqueológicos: CIRA)
- \* Respaldo técnico y económico de MINAG y los gobiernos departamentales a las comisiones de regantes que se encargarán del mantenimiento de las instalaciones de medidas contra inundaciones terminadas.

##### **2) Medidas estructurales**

- \* Lineamiento básico para el mejoramiento fluvial
- \* Problemas pendientes en el planeamiento del Río Majes-Camaná

El dique existente ubicado curso bajo en un tramo correspondiente a la competencia del Río Camaná, se encuentra obsoleto y erosionado en muchas partes. Actualmente se desborda curso alto (el Río Majes), lo que mitiga los desbordamientos en la cuenca baja. Cuando el mejoramiento fluvial en el curso alto avance, el impacto en el curso bajo correspondiente a la competencia del Río Camaná será mayor y la extensión inundable también. Cerca de 13 km está construido un dique de captación para el servicio de agua potable para la zona urbana de Camaná y un canal a lo largo del Río. Parte del dique ubicado en la margen izquierda en 12 km está erosionado y se teme que afecte el canal adyacente. Por otra parte, en el curso alto que corresponde al Río Majes, hay muchos tramos sin diques y casi cada año ocurren desbordamientos a causa de inundaciones y la consecutiva pérdida de terrenos agrícolas.

Por consiguiente, lo más importante de las medidas contra inundaciones en el proyecto es tomar medidas contra el deterioro del dique existente y aumentar la altura del dique para preservar el área de la margen izquierda del curso bajo del Río Camaná con alto potencial de daños y en el curso alto del Río Majes, se construirán diques en los tramos sin diques donde ocurren frecuentemente daños de inundaciones.

Según lo explicado antes, fueron seleccionados los lugares donde ejecutar las medidas

prioritariamente. Aunque se hayan construido las medidas en dichos lugares, no se puede decir que haya terminado el mejoramiento del Río Majes-Camaná en su totalidad.

De ahora en adelante, es importante seguir mejorando los lugares con capacidad de carga deficiente y diques que necesitan refuerzo, que no están incluidos en el presente estudio.

Puesto que las medidas tomadas en el Río Majes afectan el curso bajo, Río Camaná, al ejecutar medidas contra inundaciones en el Río Majes, es necesario establecer un apropiado orden de las obras considerando suficientemente el impacto en el curso bajo del área correspondiente.

\* Problemas en el diseño y ejecución de obras

- El periodo de la obras será entre abril y diciembre teniendo en cuenta el periodo de transición entre la época de lluvias y la seca (de mayo a noviembre)
- Para garantizar la estabilidad estructural de los diques:
  - Necesidad de análisis de estabilidad y de infiltración en la elaboración del diseño detallado
  - Métodos de compactación y de supervisión en la ejecución de obras
- Reducción del costo de la protección de márgenes que representa el 80% del costo de la obra
- Balance entre el volumen de tierra para la construcción del dique y el de la tierra excavada
- Necesidad de experimentos de estructura del dique divisorio y de un modelo hidráulico en el Río Chincha

3) Medidas no estructurales

\* i) Plan a corto plazo, ii) plan a mediano plazo y, iii) plan a largo plazo sobre la forestación/recuperación de la vegetación

\* Control de sedimentos y variación del lecho fluvial

- Plan de instalaciones de control de sedimentos y medidas no materiales
- Variación de lecho fluvial y monitoreo

4) Educación de prevención de desastre/ desarrollo de capacidad

\* Medidas no materiales para mitigar daños de inundaciones

\* Fomento de la prevención de desastre en la comunidad

(2) Recomendaciones para futuras medidas contra inundaciones en Perú

- 1) Elaboración de un plan maestro de medidas integrales contra inundaciones
- 2) Establecimiento de una institución ejecutora de medidas integrales contra inundaciones
- 3) Lograr un completo manejo fluvial
- 4) Disposición de estaciones de monitoreo pluvial y de caudal

## 1.13 Marco Lógico

En la Tabla 1.13-1 se presenta el marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente.

**Tabla 1.13-1 Marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente**

Resumen narrativo	Indicadores verificables	Medios de verificación de indicadores	Condiciones preliminares
<b>Meta superior</b>			
Promover el desarrollo socioeconómico local y contribuir al bienestar social de la población.	Mejorar la productividad local, generar más empleos, aumentar ingresos de la población y reducir el índice de la pobreza	Datos estadísticos publicados	Estabilidad socioeconómica y política
<b>Objetivos</b>			
Aliviar la alta vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones	Tipos, cantidad y distribución de las obras de control de inundaciones, población y área beneficiaria	Monitoreo del calendario anual de obras y del plan financiero, fiscalización de ejecución de presupuesto.	Asegurar el presupuesto necesario, intervención activa de los gobiernos central y regional, municipalidades, comisiones de regantes.
<b>Resultados esperados</b>			
Reducción de los sectores y área anegable, mejoramiento funcional de las bocatomas, protección de canales de riego, y el control de la erosión de márgenes	Número de sectores y área anegable, variación del caudal de toma de agua, avance de la erosión de márgenes	Visitas al sitio, revisión del plan de control de inundaciones y de informes de obras de control de inundaciones, monitoreo rutinario por los habitantes locales	Monitoreo de mantenimiento por los gobiernos regionales, municipalidades y la comunidad local, información oportuna a los organismos superiores
<b>Actividades</b>			
Componente A: Medidas estructurales	Rehabilitación de diques, obras de protección de márgenes y bocatomas, construcción de 23 obras.	Revisión del Diseño Detallado, informes de obras, gastos ejecutados	Asegurar el presupuesto de obras, Diseño Detallado/ejecución de obras/supervisión de obras de buena calidad
Componente B: Medidas no estructurales (reforestación y recuperación vegetal)	Área reforestada, área de bosques ribereños	Informes de avance de obras, monitoreo rutinario por la comunidad local	Apoyo de consultores, ONGs, comunidad local, concertación y cooperación de la comunidad de la cuenca baja
Componente C: Educación en prevención de desastres y desarrollo de capacidades	Número de sesiones de seminarios, prácticas, capacitación, taller,	Informes de avance, monitoreo por gobiernos locales y comunidad	Predisposición de los actores a participar, asesoría por consultores y ONGs
Gestión de ejecución del Proyecto			
Gestión del Proyecto	Diseño Detallado, orden de inicio de las obras, supervisión de obras, operación y mantenimiento	Planos de diseño, plan de ejecución de obras, pliego de estimación de costos, especificaciones de las obras, contratos, informes de gestión de obras, manuales de mantenimiento	Selección de consultores y contratistas de alto nivel, participación de la población beneficiaria en operación y mantenimiento

## 1.14 Plan a Mediano y Largo Plazo

Si bien es cierto que por razones del limitado presupuesto disponible del Proyecto, aquí en este estudio se enfocó el análisis únicamente en las medidas de control de inundaciones que deben ser implementadas de manera urgente, se considera necesario ir implementando oportunamente otras medidas necesarias dentro de un plazo a largo plazo. Aquí en esta sección se hablará sobre el plan a mediano y largo plazo.

### (1) Plan General de Control de inundaciones

Existen diversas formas de controlar las inundaciones en toda la cuenca, como por ejemplo, la construcción de presas, reservorios, diques o combinación de estos. Las opciones de construir presas o reservorios no son viables dado que para responder a un caudal de crecidas con un período de retorno de 50 años se requiere construir obras con enorme capacidad. Por lo tanto, el estudio aquí se enfocó en

la construcción de diques por ser la opción más viable.

Se calculó el nivel de agua fluvial en cuenca del Río Majes-Camaná adoptando un caudal de crecidas de diseño con un período de retorno de 50 años. A este nivel de agua se le agregó el libre bordo para determinar la altura requerida de los diques. Luego se identificaron los tramos de los Ríos donde los diques o el suelo no alcanzan la altura requerida para construir diques. La extensión total de estos diques son aproximadamente 136 km. Además de mantener estas obras, se requiere realizar anualmente el dragado de los Ríos en los tramos donde, según el análisis de variación del lecho, se determinó que la acumulación de sedimentos estaría elevando la altura del lecho. El volumen de sedimentos que debe eliminarse anualmente se determinó en aproximadamente 10.000 m<sup>3</sup>.

En la Tablas 1.14-1 y 1.14-2 se presentan el costo del Proyecto del plan general de control de inundaciones, así como los resultados de la evaluación social en términos de los costos a precios privados y sociales.

**Tabla 1.14-1 Costo del Proyecto y evaluación social del plan general de control de inundaciones (costos a precios privados)**

流域名 Basin	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ratio	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Majes-Camana	292,262,168	131,979,802	426,465,039	26,889,287	0.34	-252,832,589	-

**Tabla 1.14-2 Costo del Proyecto y evaluación social del plan general de control de inundaciones (costos a precios sociales)**

流域名 Basin	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ratio	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Majes-Camana	295,026,234	133,227,999	342,877,891	21,618,987	0.43	-176,161,163	-

En el caso de ejecutar las obras de control de inundaciones en la totalidad de la cuenca, el costo del Proyecto se elevaría hasta 426,5 millones de soles, que es una suma enorme. En términos de costos a precios sociales, el impacto económico del proyecto es suficiente

## (2) Plan de Reforestación y Recuperación de la Vegetación

Se analizó la opción de reforestar, a largo plazo, todas las áreas que necesiten ser cubiertas con vegetación en la cuenca alta. El objetivo es mejorar la recarga del acuífero en esta área, reducir el agua superficial e incrementar el caudal semisubterráneo y subterráneo. De esta manera, se lograría reducir el caudal máximo de inundaciones, incrementar la reserva de agua en la zona montañosa y así, prevenir y aliviar las inundaciones. Las áreas a reforestar serán las áreas reforestables o donde se ha perdido la masa boscosa de las zonas de recarga de acuífero.

En la Tabla 1.14-3 se presentan el área que debe ser reforestada y el costo del proyecto en cuenca del Río Majes-Camaná, calculados con base en el plan de reforestación de la cuenca del Río Chíncha. (Véase Anexo-7 Recuperación de la Vegetación, 3.2 Plan a largo plazo) La superficie total sumaría aproximadamente 310.000 hectáreas, con un tiempo de reforestación de 98 largos años y un elevado costo de 900 millones de soles. (Véase la tabla 1.14-3.)

**Tabla 1.14-3 Plan General de la forestación en las cuencas altas**

Cuenca	Área de forestación (ha) A	Periodo requerido para el proyecto (años) B	Presupuesto requerido (mil soles) C
Camaná-Majes	307.210	98	829.200.856

### (3) Plan de Control de Sedimentos

Como un plan de control de sedimentos a largo plazo, se recomienda realizar las obras necesarias en la cuenca alta. Estas obras consistirán principalmente en las presas de control de sedimentos y protección de márgenes. En la Tabla 1.14-4 se presentan el costo estimado de las obras para el caso de ejecutarlas en toda la cuenca y para el caso de ejecutarlas solo en las áreas prioritarias. Todas las cuencas seleccionadas para el presente Proyecto son extensas, por lo que si se pretende construir las obras de protección de márgenes y las presas de control de sedimentos, no solo se elevaría el costo sino que además se requerirá invertir un período sumamente largo en todas las cuencas. Esto significa que se demorará en manifestar su impacto positivo.

**Tabla 1.14-4 Costos Estimados del Proyecto de las instalaciones de control de sedimentos en aguas arriba de las Cuencas**

Cuencas	Áreas	Protección de márgenes		Bandas		Presas de control de sedimentos		Costo directo de obras (total)	Costo del Proyecto (en millones de s/.)
		Cant. (km)	C.directo de obras (millones de s/.)	Cant. (km)	C.directo de obras (millones de s/.)	Cant. (km)	C.directo de obras (millones de s/.)		
Majes-Camaná	Totalmente	264	S/.282	26	S/.1	123	S/.165	S/.448	S/.843
	Áreas prioritarias	264	S/.282	26	S/.1	81	S/.105	S/.388	S/.730

## **2. ASPECTOS GENERALES**

### **2.1 Nombre del Proyecto**

“Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones, Implementación de Medidas de Prevención para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Majes-Camaná, Departamento Arequipa”

### **2.2 Unidades Formuladora y Ejecutora**

#### **(1) Unidad Formuladora (UF)**

Nombre: Dirección General de Infraestructura Hidráulica, Ministerio de Agricultura  
Responsable: Gustavo Adolfo Canales Kriljenko  
Director General de Dirección General de Infraestructura Hidráulica  
Dirección: Av. Guillermo Prescott No. 490, San Isidro – Perú  
Teléfono: (511) 6148100, (511) 6148101  
Correo electrónico: [gcanales@minag.gob.pe](mailto:gcanales@minag.gob.pe)

#### **Unidad Ejecutora (UE)**

Nombre: Programa Subsectorial de Irrigaciones, Ministerio de Agricultura  
Responsable: Ing. Jorge Zúñiga Morgan  
Director Ejecutivo  
Dirección: Jr. Emilio Fernández N° 130 Santa Beatriz, Lima-Perú  
Teléfono: (511)4244488  
Correo electrónico: [postmast@psi.gob.pe](mailto:postmast@psi.gob.pe)

### **2.3 Participación de las Entidades Involucradas y de los Beneficiarios**

A continuación se indican las instituciones y entidades involucradas en el presente Proyecto, así como los beneficiarios.

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

El MINAG, como gestor de los recursos naturales de las cuencas para impulsar el desarrollo agrícola en cada una de ellas, asume la responsabilidad de mantener la sostenibilidad económica, social y ambiental en beneficio del desarrollo de la agricultura.

Para cumplir efectiva y eficientemente dicho objetivo, el MINAG está emprendiendo desde 1999 el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación (PERPEC). Los

programas de prevención de desastres fluviales que están llevando a cabo los gobiernos regionales son financiados con los recursos del PERPEC.

1) Oficina de General Administración (OGA)

- Asume la gestión y ejecución del presupuesto del Programa.
- Planifica la preparación de las guías de gestión y de asuntos financieros.

2) Dirección General de Infraestructura Hidráulica (DGIH)

- Asume el estudio, control e implementación del programa de inversión.
- Elabora las guías generales del programa en colaboración con la OPI.

3) Oficina de Planeamiento e Inversiones (OPI) (Oficina de Planificación e Presupuesto, OPP)

- Realiza la evaluación preliminar de los programas de inversión.
- Asume la gestión y la ejecución del presupuesto del programa.
- Planifica la preparación de las guías de gestión y de asuntos financieros.

4) Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI)

- Ejecuta los programas de inversión aprobados por la OPI y DGPM.

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

1) Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM, antiguamente DGPM)

Se encarga de aprobar las obras de inversión pública conforme a los procedimientos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) para evaluar la relevancia y la factibilidad, de tramitar la solicitud del desembolso del presupuesto estatal y el préstamo de JICA.

**(3) Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)**

Es una institución del gobierno del Japón cuyo objetivo es contribuir al desarrollo socioeconómico de los países en desarrollo a través la cooperación internacional. JICA ha extendido la asistencia financiera para la ejecución de los estudios de perfil del presente Proyecto.

**(4) Gobiernos Regionales (GORE)**

Los gobiernos regionales asumen el fomento del desarrollo regional integral y sostenible siguiendo los planes y programas estatales y regionales, procurando aumentar las inversiones públicas y privadas, generar oportunidades de empleo, defender los derechos de los habitantes y garantizar la igualdad de oportunidades.

La participación de los gobiernos regionales con su posible aporte financiero, es un factor indispensable para asegurar la sostenibilidad del Proyecto.

## **(5) Comisión de Regantes**

Existen actualmente 42 comisiones de regantes en la Cuenca del Río Majes-Camaná, quienes han manifestado su fuerte deseo de que se ejecuten las obras de construcción de diques, protección de márgenes, reparación de las bocatomas, etc. ya que están sufriendo grandes daños por las inundaciones de los Ríos. A continuación se presenta una breve reseña de las comisiones en la Cuenca del Río Majes-Camaná. (Para más detalles, véase el apartado 3.1.3). Actualmente, la operación y mantenimiento de los diques, obras de protección de márgenes, bocatomas y canales de riego relacionados con las tierras agrícolas y los sistemas de riego en la cuenca, son realizados principalmente por las comisiones de regantes y sus integrantes, asistidos por los gobiernos locales. No obstante, las comisiones de regantes las constituyen los comités de regantes y cada comité lo forman los sectores de riego que comparten canales de riego.

	Cuenca del Río Majes	Cuenca del Río Camaná
Número de bloques de riego:	17	17
Número de comisiones de regantes:	45	38
Área bajo riego:	7.505 ha	6.796ha
Beneficiarios:	2.519 productores	3.388 productores

## **(6) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)**

Es un organismo adscrito al Ministerio del Ambiente, y tiene a su cargo realizar todas las actividades relacionadas con la meteorología, hidrología, medio ambiente y meteorología agrícola. Participa en el monitoreo de aire a nivel global, contribuyendo al desarrollo sostenible, seguridad y bienestar nacional, y recopila las informaciones y datos de las estaciones de observación meteorológica e hidrológica.

## **(7) Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)**

INDECI es el ente rector y ejecutor del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre (SINAGERD, establecido en mayo de 2011) y asume la responsabilidad de organizar y coordinar la comunidad, elaborar y controlar planes de actividades de prevención de desastres. Tiene como objetivo evitar o aliviar la pérdida de la vida humana por desastres naturales y humanos y prevenir la destrucción de bienes y del medio ambiente.

## **(8) Autoridad Nacional del Agua (ANA)**

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es un ente técnico-normativo a cargo de promover, monitorear y gestionar las políticas, planes, programas y reglamentos relacionados con el uso sostenible de los recursos hídricos en todo el país.

Sus funciones abarcan la gestión sostenible de estos recursos, así como el mejoramiento del marco técnico y legal sobre el monitoreo y evaluación de las operaciones de acueducto en cada región.

A la par de mantener y promover el uso sostenible de los recursos hídricos, se encarga de llevar a cabo los estudios necesarios y elaborar los principales planes de mantenimiento, programas de cooperación económica y técnica nacional e internacional.

### **(9) Direcciones Regionales de Agricultura (DRA)**

Las direcciones regionales de agricultura cumplen las siguientes funciones bajo el respectivo gobierno regional.

- 1) Elaborar, aprobar, evaluar, implementar, controlar y administrar las políticas nacionales de agricultura, planes sectoriales, así como los planes y políticas regionales propuestas por las municipalidades.
- 2) Controlar las actividades y servicios agrícolas ajustándolos a las políticas y reglamentos relacionados, así como al potencial regional.
- 3) Participar en la gestión sostenible de los recursos hídricos de acuerdo con el marco general de la cuenca, así como con las políticas de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- 4) Promover la reconversión de rubros, desarrollo del mercado, exportación y consumo de los productos agrícolas e agroindustriales.
- 5) Promover la gestión de programa de riego, obras de construcción y reparación de riego, así como el manejo adecuado y la conservación de los recursos hídricos y del suelo.

## **2.4 Marco conceptual (marco de afinidad)**

### **2.4.1 Antecedentes**

#### **(1) Trasfondo del Estudio**

La República del Perú (en lo sucesivo “Perú”) es un país expuesto al alto riesgo de desastres naturales como terremotos, Tsunami, etc., entre las que se figuran las inundaciones. En particular, El Niño que se produce con un intervalo de varios años ha ocasionado los mayores desbordes de Ríos y avalanchas en diferentes lugares del país. El desastre más grave que se ha tenido en los últimos años a raíz de El Niño, ocurrió en la época de lluvias 1982 - 1983 y 1997 - 1998. En particular, en el período 1997-1998, las inundaciones, derrumbes etc. dejaron pérdidas del orden de 3.500 millones de dólares en todo el país. Las inundaciones más recientes ocurrieron a finales de enero de 2010, en la cercanía del patrimonio mundial Machupichu a raíz de intensas lluvias que interrumpieron el tránsito de la vía férrea y de las carreteras, dejando aisladas a aproximadamente 2.000 personas. Asimismo, en la cuenca del Río Majes-Camaná se produjo una inundación superior a 1.100 m<sup>3</sup>/seg. (correspondiente a un período de retorno de unos 10 años) el 13 (a medianoche) de febrero de 2012, causando grandes daños en los diferentes lugares de la cuenca. Los daños de la inundación fueron extendidos en una superficie total de 1.085 ha, con derrumbes de 780 m en los diques, 800 m en las canales de riego troncales y 1.550 m en los canales de riego ramales. Además de todo esto, en la cuenca del Río Pisco se provocó

una erosión en los diques de diferentes áreas, siendo arrastrado consecuentemente el puente Miraflores del distrito de Humay.

En este contexto, el gobierno central ha implementado los Planes de Contingencia Fenómeno el Niño I y II en los años 1997 - 1998, a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MINAG) con el fin de reconstruir las infraestructuras hidráulicas arrasadas por dicho fenómeno. Luego, la Dirección General de Infraestructura Hidráulica (DGIH) del Ministerio de Agricultura (MINAG) inició en 1999 el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructura de Captación (PERPEC) con el fin de proteger los poblados, tierras de cultivo, infraestructuras agrícolas, etc. ubicados dentro de las zonas de riesgo de inundaciones. Dicho programa consistió en el apoyo financiero al gobierno regional para ejecutar las obras de protección de márgenes. En el plan multianual de PERPEC entre 2007-2009 se habían propuesto ejecutar un total de 206 obras de protección de márgenes en todo el país. Dichos proyectos habían sido diseñados para soportar las inundaciones con un período de retorno de 50 años, pero todas las obras han sido pequeñas y puntuales, sin llegar a dar una solución cabal e integral para el control de inundaciones. Así, todavía se sigue sufriendo daños cada vez que ocurren inundaciones en diferentes lugares.

Así, el MINAG elaboró el Proyecto de Protección de Valles y Poblaciones Rurales y Vulnerables ante Inundaciones” dirigido a nueve cuencas hidrográficas de las cinco regiones. Sin embargo, ante la limitada disponibilidad de las experiencias, técnicas y recursos financieros para implementar un estudio de preinversión para un proyecto de control de inundaciones de tal magnitud, solicitó el apoyo a JICA para la implementación de dicho estudio. En respuesta a dicha solicitud, JICA y el MINAG sostuvieron discusiones, bajo la premisa de implementarlo en el esquema del estudio preparatorio para la formulación de un proyecto de préstamo de AOD de JICA, sobre el contenido y el alcance del estudio, el calendario de implementación, las obligaciones y compromisos de ambas partes, etc. plasmando las conclusiones en las Minutas de Discusiones (en lo sucesivo, "M/D") que fueron firmadas el 21 de enero y el 16 de abril de 2010. El presente Estudio fue implementado fundamentándose en dichas M/D.

## **(2) Antecedentes**

El Informe del Estudio de Perfil a nivel del Programa para el presente Proyecto dirigido a **nueve cuencas** de cinco regiones ha sido elaborado por la DGIH y entregado a la Oficina de Planeamiento e Inversiones (OPI) el 23 de diciembre de 2009, y aprobado el 30 del mismo mes. Posteriormente, la DGIH presentó el informe al Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) (al presente DGPI) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) el 18 de enero de 2010. El 19 de marzo la DGPM comunicó a la DGIH los resultados de la revisión y las correspondientes observaciones.

El Equipo de Estudio de JICA inició el estudio en Perú el 5 de septiembre de 2010. Al inicio, se había

propuesto incluir en el estudio nueve cuencas, de las cuales una, la del Río Ica, fue excluida a propuesta del Perú, quedando ocho cuencas. Estas ocho cuencas fueron divididas en dos grupos: cinco cuencas del Grupo A y tres cuencas del Grupo B. El estudio para el primer grupo fue asignado a JICA y el segundo a la DGIH. El Grupo A incluye las cuencas de los Ríos Chira, Cañete, Chincha, Pisco y Yauca, mientras que el Grupo B incluye las de los Ríos Cumbasa, Majes y Camaná.

El Equipo de Estudio de JICA realizó el estudio de perfil de las cinco cuencas del Grupo A, con un nivel de precisión de prefactibilidad y entregó a DGIH el Informe del Programa del grupo A y los informes de los proyectos de las cinco cuencas a finales de junio de 2011. Asimismo, ya se inició el estudio de factibilidad, omitiendo el estudio de prefactibilidad.

En cuanto a las cuencas del Grupo B cuyo estudio le corresponde a DGIH, se realizó el estudio de perfil entre mediados de febrero y principios de marzo de 2011 (y no a nivel de prefactibilidad como se había establecido en la Minuta de Reuniones), donde la cuenca del Río Cumbaza fue excluido porque se vio que no manifestaría un efecto económico. El informe sobre las cuencas de los Ríos Camaná y Majes fue entregado a OPI, y ésta dio observaciones oficiales a DGIH el 26 de abril, indicando que el estudio realizado para estas dos cuencas no satisfacía el nivel de precisión requerido y que era necesario realizar nuevamente el estudio. Asimismo, se indicó realizar un solo estudio para ambos Ríos por pertenecer a una sola cuenca hidrográfica (Majes-Camaná).

Por otro lado, debido a la política de austeridad anunciada el 31 de marzo, previo a la asunción del gobierno por el nuevo Presidente el 28 de julio, se ha visto que es sumamente difícil obtener nuevo presupuesto, la DGIH solicitó a JICA el 6 de mayo la ejecución de los estudios de prefactibilidad y factibilidad de la cuenca Majes-Camaná.

JICA aceptó esta solicitud y decidió llevar a cabo el estudio de la cuenca mencionada modificando por segunda vez la Minuta de Reuniones (véase la Segunda Enmienda de la Minuta de Reuniones sobre el Informe Inicial, Lima, 22 de julio de 2011.) Consiguientemente el Equipo de Estudio de JICA comenzó en agosto un estudio con un nivel de precisión de prefactibilidad en la mencionada cuenca y terminó antes del final de noviembre.

Con base en los resultados del estudio de prefactibilidad realizado en las seis cuencas, se seleccionaron cuatro cuencas (Ríos Cañete, Chincha, Pisco y Majes-Camaná), para realizar el estudio de factibilidad (E/F), descargando los Ríos Chira y Yauca, considerando la limitada disponibilidad del presupuesto para los proyectos y los resultados de la evaluación social de cada cuenca (véase la Minuta de Reuniones sobre los principales aspectos del Informe Intermedio, Lima, 5 de diciembre, 2011).

Cabe recordar que la DGIH tramitó el 21 de julio, el registro a SNIP de cuatro de las cinco cuencas correspondientes a JICA (excepto Yauca), fundamentándose en los informes de proyectos a nivel de prefactibilidad (según cuencas). La DHIG decidió descartar el Río Yauca por considerar que su impacto económico es bajo. El 9 de enero de 2012 se registró en el SNIP el proyecto para la cuenca

del Río Majes-Camaná. Los respectivos informes de proyectos a nivel de prefactibilidad de cuatro cuencas (Chira, Cañete, Chincha y Pisco) excluyendo Yauca han sido entregados de DGIH a OPI, y el 22 de septiembre de 2011 DGIH recibió el dictamen de OPI sobre estos documentos. Actualmente, la modificación de dichos informes está en discusión entre ambas oficinas. En cuanto al Río Majes-Camaná, se recibió el dictamen el 4 de agosto de 2012. Con respecto a las 3 cuencas, Cañete, Chincha y Pisco, DGIH modificó el informe de acuerdo con los comentarios recibidos, y lo entregó a OPI en mayo de 2012. El informe de la cuenca de Majes-Camaná se lo entregó finalmente el 12 de diciembre de 2012. En julio de 2012, la OPI envió a MEF el informe revisado por DGIH sobre las 3 cuencas arriba indicadas junto con sus comentarios. El MEF aprobó con sus observaciones la implementación del estudio de factibilidad de octubre de 2012.

Ya que se demoró el examen de la institución competente según el reglamento de SNIP, JICA ya había realizado el estudio de factibilidad para las 4 cuencas (Cañete, Chincha, Pisco y Mejes-Camaná), adoptadas por el presente Proyecto, siendo entregados el 9 de marzo de 2012 a DGIH el informe de programa de la totalidad de las 4 cuencas y el informe del proyecto según cada cuenca, ambos en forma de borrador.

Actualmente, la DGIH está modificando el borrador del informe de factibilidad presentado por JICA, teniendo en cuenta los comentarios de DGIH y MEF. Una vez terminada esta modificación, se enviará el informe a OPI y MEF para obtener su aprobación. En lo que se refiere al informe de la cuenca de Majes-Camaná, cuyo proceso de examen y aprobación se encuentra demorado, será aprobado finalmente de acuerdo con el mismo procedimiento arriba indicado.

Por otra parte, sobre el resultado de análisis del estudio de factibilidad en la cuenca de Majes-Camaná, la Oficina Principal de JICA dio sus observaciones, razón por la cual se decidió realizar de nuevo el estudio (29 de junio de 2011). El Equipo de Estudio comenzó el estudio nuevo en julio de 2012, realizando la revisión del análisis de descarga y la modificación de los ítems objeto de estudio, y terminó este estudio en noviembre de 2012.

La Tabla 2.4.1-1 presenta el mencionado antecedente.

**Tabla 2.4.1-1 Antecedentes de los estudios y la entrega de los informes**

Item	Fecha	Río Chira	Río Ica	Río Chincha	Río Pisco	Río Yauca	Río Cañete	Río Majes	Río Camaná	Río Cumbaza	
Informe de perfil del programa		30/12/09: Elaborado y presentado por DGH. 18/01/10: Aprobado por DGPI									
Inicio del Estudio de JICA	5 de septiembre de 2010	Objeto del estudio de JICA: Grupo A de 5 cuencas					Objeto del estudio de DGPI: Grupo B de 4 cuencas				
Enmiendas de M/M del informe inicial (No.1)	12 de noviembre de 2010	-	Excluido del objeto del estudio a conveniencia de DGH	-	-	-	Incorporado en el grupo A	-	-	-	
Modificación parcial de la asignación de los ríos objeto	-	Asignado al estudio de JICA	-	Asignado al estudio de JICA			Asignado al estudio de DGH				
Estudio perfil por cuenca	Mediados de marzo de 2011	-	-	-	-	-	-	Elaboración y entrega de informe			
Excluido del río Cumbaza por DGH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Excluido	
Comentario de OPI	26 de abril de 2011	-	-	-	-	-	-	Indicó el re-estudio a nivel de estudio de prefacibilidad y la unificación de los Ríos Majes y Camaná en una sola cuenca		-	
Enmiendas de M/M del informe inicial (No.2)	22 de junio de 2011	-	-	-	-	-	-	Se solicitó a JICA el estudio de la cuenca del Río Majes-Camaná			
Estudio de perfil a nivel de prefacibilidad	30 de junio de 2011	Entrega a DGH		-	Entrega a DGH			-	-	-	
Registro de SNP	21 de julio de 2011	Registro de SNP		-	Registro de SNP		DGH no registro	Registro de SNP		-	
Comentario de OPI	-	22 de septiembre de 2011		-	22 de septiembre de 2011		-	22 de septiembre de 2011		4 de agosto de 2012	
Determinación de las cuencas objeto del estudio de factibilidad	5 de diciembre de 2011	Excluido		-	Objeto del estudio de factibilidad		-	Objeto del estudio de factibilidad		-	
Estudio del río Majes-Camaná a nivel de prefacibilidad	15 de diciembre de 2011	-	-	-	-	-	-	Entrega a DGH			
Informe de programa de 6 cuencas a nivel de prefacibilidad	28 de diciembre de 2011	Entrega a DGH		-	Entrega a DGH			Entrega a DGH		-	
Borrador del informe de estudio de factibilidad	9 de marzo de 2012	-	-	Entrega a DGH			-	Entrega a DGH		-	
Respuestas de DGH al comentario de OPI	-	-	-	15 de mayo de 2012	14 de mayo de 2012	-	21 de mayo de 2012	12 de diciembre de 2012			
Presentación de informe del examen de OPI a MEF	-	-	-	26 de julio de 2012			-	26 de julio de 2012		Indeterminado	
Aprobación de MEF de FS del informe arriba mencionado	-	-	-	4 de octubre de 2012	16 de octubre de 2012	-	17 de octubre de 2012		Indeterminado		
Elaboración de informe de FS para el examen de DGH	-	-	-	Elaborando			-	Elaborando		Indeterminado	
Examen y aprobación de los informes de FS por OPI y MEF	-	-	-	Indeterminado	Indeterminado	-	Indeterminado		Indeterminado		
Análisis de cuencas adicionales del río Majes-Camaná	-	-	-	-	-	-	-	De agosto a noviembre de 2012			
Explicación a la parte penama de los resultados arriba mencionados	-	-	-	-	-	-	-	Programado en enero de 2013			
Presentación del Informe final	-	-	-	Programado en marzo de 2013			-	Programado en marzo de 2013		-	

## 2.4.2 Leyes y reglamentos, políticas y guías relacionadas con el Programa

El presente programa ha sido elaborado de conformidad con las siguientes leyes y reglamentos, políticas y guías.

### (1) Ley de Recursos Hídricos N° 29338

#### Artículo 75.- Protección del agua

La Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ésta en el marco de la Ley y demás normas aplicables. Para dicho fin, puede coordinar con las instituciones públicas competentes y los diferentes usuarios.

La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca correspondiente, ejerce funciones de vigilancia y fiscalización con el fin de prevenir y combatir los efectos de la contaminación del mar, Ríos y lagos en lo que le corresponda. Puede coordinar, para tal efecto, con los sectores de la administración pública, los gobiernos regionales y los gobiernos locales.

El Estado reconoce como zonas ambientalmente vulnerables las cabeceras de Cuenca donde se originan las aguas. La Autoridad Nacional, con opinión del Ministerio del Ambiente, puede declarar zonas intangibles en las que no se otorga ningún derecho para uso, disposición o vertimiento de agua.

#### Artículo 119.- Programas de control de avenidas, desastres e inundaciones

La Autoridad Nacional, conjuntamente con los Consejos de Cuenca respectivos, fomenta programas integrales de control de avenidas, desastres naturales o artificiales y prevención de daños por

inundaciones o por otros impactos del agua y sus bienes asociados, promoviendo la coordinación de acciones estructurales, institucionales y operativas necesarias.

Dentro de la planificación hidráulica se fomenta el desarrollo de proyectos de infraestructura para aprovechamientos multisectoriales en los cuales se considera el control de avenidas, la protección contra inundaciones y otras medidas preventivas.

## **(2) Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338**

### **Artículo 118°.- De los programas de mantenimiento de la faja marginal**

La Autoridad Administrativa del Agua, en coordinación con el Ministerio de Agricultura, gobiernos regionales, gobiernos locales y organizaciones de usuarios de agua promoverá el desarrollo de programas y proyectos de forestación en las fajas marginales para su protección de la acción erosiva de las aguas.

### **Artículo 259°.- Obligación de defender las márgenes**

Constituye obligación de todos los usuarios defender, contra los efectos de los fenómenos naturales, las márgenes de las riberas de los Ríos en toda aquella extensión que pueda ser influenciada por una bocatoma, ya sea que ésta se encuentre ubicada en terrenos propios o de terceros. Para este efecto, presentarán los correspondientes proyectos para su revisión y aprobación por la Autoridad Nacional del Agua.

## **(3) Ley de Agua**

Artículo 49. Las inversiones en las medidas preventivas para la protección de cultivos son menores que los costos de medidas de recuperación y de rehabilitación. Es importante dar mayor prioridad a estas medidas de protección que son más económicas y muy beneficiosas para el Estado, y que contribuye al ahorro de los gastos públicos.

Artículo 50. En el caso de que el costo de las medidas de protección de diques y canales de riego corra a cargo de las unidades productivas familiares o cuando supera la capacidad de pago de los usuarios, el Gobierno podrá sufragar parte de este costo.

## **(4) Plan Estratégico Sectorial Multianual del Ministerio de Agricultura para el período 2007-2011 (RM N° 0821-2008-AG)**

Promueve las obras de construcción y reparación de las infraestructuras de riego con la premisa de disponer de recursos hídricos suficientes y su uso adecuado.

## **(5) Ley Orgánica de Ministerio de Agricultura, N0 26821**

En su Artículo 3 se estipula que el sector agrícola asume la responsabilidad de ejecutar las obras fluviales y el manejo de aguas agrícolas. Esto supone que las obras fluviales y el manejo de recursos hídricos con fines agrícolas correrán a cargo de dicho sector.

**(6) Lineamientos de Política Agraria para el Perú – 2002, por la Oficina de Políticas del MING)**

Título 10 Políticas sectoriales

“La agricultura constituye una actividad productiva de alto riesgo por su vulnerabilidad frente a los fenómenos climáticos, que puede ser previsto y mitigado...”. El costo de los daños a las infraestructuras, cultivos y el ganado puede ser un impedimento para el desarrollo de la agricultura, y como consecuencia, redundará en el empeoramiento del entorno local, regional y nacional.

**(7) Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación, PERPEC, 1999**

La DGIH del MINAG ha iniciado en 1999 el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación (PERPEC) con el fin de proteger a las comunidades, tierras e instalaciones agrícolas y otros elementos de la región de los daños de las inundaciones, extendiendo el apoyo financiero a las obras de protección de márgenes ejecutadas por los gobiernos regionales.

### 3. IDENTIFICACIÓN

#### 3.1 Diagnóstico de la Situación Actual

##### 3.1.1 Naturaleza

###### (1) Ubicación

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



Figura 3.1.1-1 Río seleccionado para el Estudio

## **(2) Descripción general de las cuencas**

El Río Majes-Camaná recorre aproximadamente a 700 m al sur de la Capital Lima. Es el Río que está más al sur de todos los Ríos objeto del presente Estudio y pertenece a la Región de Arequipa. La superficie de la cuenca es de 17.000 km<sup>2</sup> aproximadamente y un 60 % de ella se ubica por encima de los 4.000 msnm. El tramo objeto del Proyecto viene a ser los 100 km aproximadamente desde la desembocadura, que está por debajo de los 2.000 msnm y que representa un 20 % de la superficie total de la cuenca.

El límite entre Majes y Camaná se sitúa a 40 km aproximadamente desde la desembocadura, y el Río se llama Camaná de este límite hacia abajo y Majes de este límite hacia arriba. La pendiente del lecho del Río es de aproximadamente 1/200 en Camaná y de 1/100 en Majes; el ancho varía entre 100 y 200 metros en Camaná y entre 200 y 500 metros en Majes. El Río es más amplio en el tramo superior porque, mientras que en el tramo inferior (Camaná) el curso de agua ha sido estabilizado con los diques construidos por la comisión de regantes, en la cuenca alta (Majes) no se han construido suficientes diques.

Las precipitaciones anuales muestran una clara tendencia de aumentar en las alturas, tanto es así que son de 50 mm aproximadamente por debajo de los 1.000 msnm y de más de 500 mm por encima de los 4.000 msnm. El caudal es abundante y el agua superficial (fluvial) no se agota aún en la época seca.

En cuanto a la vegetación, las zonas altas de más de 4.000 msnm que representan el 60 % del total están cubiertas por bojedal, mientras que las zonas bajas de menos de 2000 msnm son desérticas. Las tierras llanas a lo largo del Río están siendo utilizadas, en su mayoría, para fines agrícolas, principalmente para el cultivo de arroz bajo riego.

### **3.1.2 Condiciones socioeconómicas del Área del Estudio**

#### **(1) División administrativa y superficie**

El Río Majes-Camaná se ubica en las provincias de Castilla y Camaná de la Región Arequipa. En la Tabla 3.1.2-1 se presentan los principales distritos ubicados alrededor de este Río, y su respectiva superficie.

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

Región	Provincia	Distrito	Área (Km <sup>2</sup> )
Arequipa	Castilla	Uraca	713.83
		Aplao	640.04
		Huancarqui	803.65
	Camaná	Camaná	11.67
		Nicolas de Piérola	391.84
		Mariscal Caceres	579.31
		Samuel Pastor	113.4
		Jose Maria Quimper	16.72

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, 2007.

## (2) Población y el número de hogares

En la siguiente Tabla 3.1.2-2 se presenta la variación de la población en el período 1993 - 2007. De la población de 44.175 habitantes en 2007, el 91 % (40.322 habitantes) vive en la zona urbana y el 9 % (3.853 habitantes) en la zona rural.

En todos los distritos, la población está aumentando. Sin embargo, mientras que en la zona urbana está registrando un incremento medio anual del 2,8 % al 3,4 % superando el promedio nacional, la zona rural está experimentando una reducción del -1,3 % al -6,6 %.

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

Provincia	Distrito	Población Total 2007					Población Total 1993					Variación (%)	
		Urbana	%	Rural	%	Total	Urbana	%	Rural	%	Total	Urbana	Rural
Castilla	Uraca	2,664	37%	4,518	63%	7,182	1,953	29%	4,698	71%	6,651	2.20%	-0.30%
	Aplao	4,847	45%	4,004	55%	8,851	2,928	35%	5,334	65%	8,262	3.70%	-2.00%
	Huancarqui	1,191	18%	254	82%	1,445	1,047	65%	555	35%	1,602	0.90%	-5.40%
<b>Total</b>		<b>8,702</b>	<b>49.80%</b>	<b>8,776</b>	<b>50.20%</b>	<b>17,478</b>	<b>5,928</b>	<b>36%</b>	<b>10,587</b>	<b>64%</b>	<b>16,515</b>	<b>2.80%</b>	<b>-1.30%</b>
Camaná	Camaná	14,642	1%	116	99%	14,758	13,284	94%	809	6%	14,093	0.70%	-13.00%
	Nicolas de Piérola	5,362	88%	703	12%	6,065	4,688	88%	613	12%	5,301	1.00%	1.00%
	Mariscal Caceres	4,705	86%	758	14%	5,463	2,562	67%	1,253	33%	3,815	4.40%	-3.50%
	Samuel Pastor	12,004	91%	1,138	9%	13,142	2,285	26%	6,501	74%	8,786	12.60%	-11.70%
	Jose Maria Quimper	3,609	76%	1,138	24%	4,747	2,426	74%	870	26%	3,296	2.90%	1.90%
<b>Total</b>		<b>40,322</b>	<b>91.30%</b>	<b>3,853</b>	<b>8.70%</b>	<b>44,175</b>	<b>25,245</b>	<b>72%</b>	<b>10,046</b>	<b>28%</b>	<b>35,291</b>	<b>3.40%</b>	<b>-6.60%</b>

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

En las Tablas 3.1.2-3 y 3.1.24 se presenta el número de hogares y el número de miembros por hogar en 2007. Se observa que Huancarqui es donde se tiene menor número de miembros por hogar (3,36 personas) y José María Quimper tiene mayor número con 4,4, mientras que los distritos restantes varían entre 3,6 y 4,1 personas.

El número de miembros por familia, del mismo modo, oscila alrededor de 4,1 personas, salvo Nuevo Imperial que ha tenido una cifra menor de 3,77.

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

Variables	Distrito		
	Uraca	Aplao	Huancarqui
Población (habitantes)	7,182	8,851	1,445
Número de hogares	1,760	2,333	430
Número de familias	1,887	2,416	434
Miembros por hogar (personas/hogar)	4.08	3.79	3.36
Miembros por familia (personas/familia)	3.81	3.66	3.33

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, 2007.

**Tabla 3.1.2-4 Número de hogares y de familias en Camaná**

Variables	Distrito				
	Camaná	Nicolas de Piérola	Mariscal Cáceres	Samuel Pastor	Jose Maria Quimper
Población (habitantes)	14,758	6,065	5,463	13,142	4,747
Número de hogares	3,845	1,680	1,394	3,426	1,078
Número de familias	4,066	1,738	1,448	3,554	1,108
Miembros por hogar (personas/hogar)	3.84	3.61	3.92	3.84	4.4
Miembros por familia (personas/familia)	3.63	3.49	3.77	3.7	4.28

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, 2007.

### (3) Ocupación

En las Tablas 3.1.2-5 y 3.1.2-6 se muestran las listas de ocupaciones de los habitantes locales desglosadas según sectores.

El porcentaje de los trabajadores en el sector primario en Uraca, Apalo y Mariscal Cáceres es alto, registrándose el 54 % y 65 %, respectivamente.

**Tabla 3.1.2-5 Ocupación en Castilla**

PEA	Distrito					
	Uraca		Aplao		Huancarqui	
	personas	%	Personas	%	Personas	%
Pob. Económicamente Activa 1/	3,343	100	3,618	100	649	100
a) Sector primario	2,174	65.03	1,966	54.34	413	63.64
b) Sector secundario	160	4.79	251	6.94	40	6.16
c) Sector terciario	1,009	30.18	1,401	38.72	196	30.2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.

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

**Tabla 3.1.2-6 Ocupación en Camaná**

PEA	Distrito									
	Samuel Pastor		Camaná		Jose Maria Quimper		Mariscal Cáceres		Nicolás de Piérola	
	personas	%	personas	%	personas	%	personas	%	personas	%
Pob. Económicamente Activa <sup>1/</sup>	5,237	100	6,292	100	1,463	100	1,888	100	2,348	100
a) Sector primario	1,749	33	1,469	23	548	37	1,181	63	1,125	48
b) Sector secundario	624	12	473	8	127	9	88	5	167	7
c) Sector terciario	2,864	55	4,350	69	788	54	619	33	1,056	45

Fuente: Instituto Nacional de Estadística – INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.

<sup>1/</sup> Sector primario: agricultura, ganadería, forestal y pesca; secundario: minería, construcción, manufactura; terciario: servicios y otros

#### (4) Índice de la pobreza

En las Tablas 3.1.2-7, y 3.1.2--8 se muestra el índice de la pobreza. Del 20,4 % al 33,5 % de la población de los distritos, entra en el segmento pobre, y del 3,8 % al 4,4 % al de extrema pobreza. En particular, el distrito Huancarqui se destaca por su alto porcentaje de la pobreza con 33,1 % y de extrema pobreza 6,9 %.

**Tabla 3.1.2-7 Índice de la pobreza en Castilla**

Variable /Indicador	Distrito (Castilla)							
	Aplao		Huancarqui		Uraca		Total	
	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%
<b>Población Total (hab.)</b>	8,851		1,445		7,182		17,478.00	100
Pobre	2,153	24.3	480	33.1	1,731	24.1	4,364	25
En extrema Pobreza	358	4.1	98	6.9	305	4.3	761	4.4

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística – INEI, 2007.

**Tabla 3.1.2-8 Índice de la pobreza en Camaná**

Variable /Indicador	Distrito (Camaná)											
	Mariscal Cáceres		Samuel pastor		Nicolás de Piérola		Jose Maria Quimper		Camaná		Total	
	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%	Personas	%
<b>Población Total (hab.)</b>	5,463		13,142		6,065.00		4,747.00		14,758.00		44,175.00	100
Pobre	1,927	35.2	4,410.00	33.5	1,494.00	24.6	979	24.9	3,013.00	20.4	11,823	26.8
En extrema Pobreza	391	7.4	629	4.9	221	3.8	140	3.7	303	2.1	1,684	3.8

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística – INEI, 2007.

#### (5) Tipo de viviendas

En las Tablas 3-1.2-9 y 3-1.2-10 se presentan los datos de las viviendas de Castilla y Camaná. Las paredes de las viviendas en Castilla están hechas en un 46% de ladrillos o cemento, y 43% de adobe y barro. El piso está hecho en un 96 % de tierra o cemento. La tasa de cobertura del servicio de agua potable supera el 59 % en todos los distritos, sin embargo, en cuanto al servicio de alcantarillado, incluso la tasa más alta

registrada en Huancarqui sólo alcanza el 45,5 %. La tasa de electrificación es de 86% en promedio. En Camaná, las paredes están hechas en un 65 % por ladrillos o cemento, y en un 4 % por adobe y barro. El piso está hecho en un 98 % de tierra o cemento. La cobertura del servicio de agua potable es de más del 50 % mientras que el de alcantarillado es de menos del 50 % excepto Camaná. La tasa de electrificación es de 84 % en promedio.

**Tabla 3.1.2-9 Tipo de viviendas en Castilla**

Variable/Indicador	Distritos					
	Úraca		Aplao		Huancarqui	
	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%
<b>Número de Hogares</b>						
Viviendas comunes con residentes	1,760	86	2,333	75.3	430	63
<b>Materiales de las paredes</b>						
Ladrillo o cemento	999	56.8	820	35.1	106	24.7
Adobe y barro	195	11.1	1,067	45.7	237	55.1
Con paredes de quincha y madera	521	29.6	332	14.2	78	18.1
Otros	45	2.6	114	4.9	9	2.1
<b>Material del piso</b>						
Tierra	687	39	831	35.6	195	45.3
Cemento	996	56.6	1,381	59.2	226	52.6
Losetas, terrazos, parquet o madera pulida, madera, entablados	71	4	106	4.5	7	1.6
Otro	6	0.3	15	0.6	2	0.5
<b>Sistema de agua potable</b>						
Red pública dentro de la vivienda	1,216	69.1	1,483	63.6	255	59.3
Red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación	86	4.9	228	9.8	20	4.7
Pilón de uso público	115	6.5	34	1.5		
<b>Alcantarillado y letrinas</b>						
Red pública de alcantarillado dentro de la vivienda	472	26.8	705	30.2	193	44.9
Red pública de alcantarillado dentro de la edificación	26	1.5	58	2.5	4	0.9
Pozo ciego o negro / letrina	753	42.8	875	37.5	153	35.6
<b>Viviendas con alumbrado eléctrico</b>						
Red pública	1,505	85.5	1,790	76.7	340	79.1
<b>HOGAR</b>						
<b>Hogares en viviendas particulares con ocupantes presentes</b>	<b>1,887</b>	<b>100</b>	<b>2,416</b>	<b>100</b>	<b>434</b>	<b>100</b>
<b>Jefatura del hogar</b>						
Hombre	1,477	78.3	1,839	76.1	335	77.2
Mujer	410	21.7	577	23.9	99	22.8
<b>Equipamiento</b>						
Dispone de tres o mas artefactos y equipos	541	28.7	683	28.3	113	26
<b>Servicio de información y comunicación</b>						
Dispone de servicio de teléfono fijo y celular	1,353	71.7	1,301	53.8	242	55.8

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

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, 2007.

**Tabla 3.1.2-10 Tipo de viviendas en Camaná**

Variable/Indicador	Distritos									
	Samuel Pastor		Camaná		Jose Maria Quimper		Mariscal Cáceres		Nicolás de Piérola	
	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%
<b>Número de Hogares</b>										
Viviendas comunes con residentes	3,426	69.7	3,845	90.7	1,078	74.7	1,394	70	1,680	73.9
<b>Materiales de las paredes</b>										
Ladrillo o cemento	1,956	57.1	2,942	76.5	674	62.5	664	47.6	986	58.7
Adobe y barro	66	1.9	175	4.6	20	1.9	28	2	78	4.6
Con paredes de quincha y madera	716	20.9	427	11.1	226	21	172	12.3	419	24.9
Otros	688	20.1	301	7.8	158	14.7	530	38	197	11.7
<b>Material del piso</b>										
Tierra	1,780	52	961	25	487	45.2	841	60.3	792	47.1
Cemento	1,432	41.8	2,335	60.7	547	50.7	530	38	806	48
Loetas, terrazos, parquet o madera pulida, madera, entablados	154	4.5	514	13.4	38	3.5	16	1.1	70	4.2
Otro	60	1.8	35	0.9	6	0.6	7	0.5	12	0.7
<b>Sistema de agua potable</b>										
Red pública dentro de la vivienda	1,987	58	3,028	78.8	732	67.9	774	55.5	957	57
Red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación	231	6.7	236	6.1	108	10	160	11.5	323	19.2
Pilón de uso público	851	24.8	164	4.3	13	1.2	9	0.6	57	3.4
<b>Alcantarillado y letrinas</b>										
Red pública de alcantarillado dentro de la vivienda	1,466	42.8	2,816	73.2	181	16.8	243	17.4	778	46.3
Red pública de alcantarillado dentro de la edificación	104	3	246	6.4	24	2.2	5	0.4	208	12.4
Pozo ciego o negro / letrina	1,144	33.4	360	9.4	526	48.8	763	54.7	463	27.6
<b>Viviendas con alumbrado eléctrico</b>										
Red pública	2,734	79.8	3,556	92.5	935	86.7	1,017	73	1,284	76.4
<b>HOGAR</b>										
<b>Hogares en viviendas particulares con ocupantes presentes</b>	<b>3,554</b>	<b>100</b>	<b>4,066</b>	<b>100</b>	<b>1,108</b>	<b>100</b>	<b>1,448</b>	<b>100</b>	<b>1,738</b>	<b>100</b>
<b>Equipamiento</b>										
Dispone de tres o más artefactos y equipos	997	28.1	1,902	46.8	360	32.5	304	21	524	30.1
<b>Servicio de información y comunicación</b>										
Dispone de servicio de teléfono fijo y celular	2,297	64.6	3,586	88.2	790	71.3	654	45.2	1,073	61.7

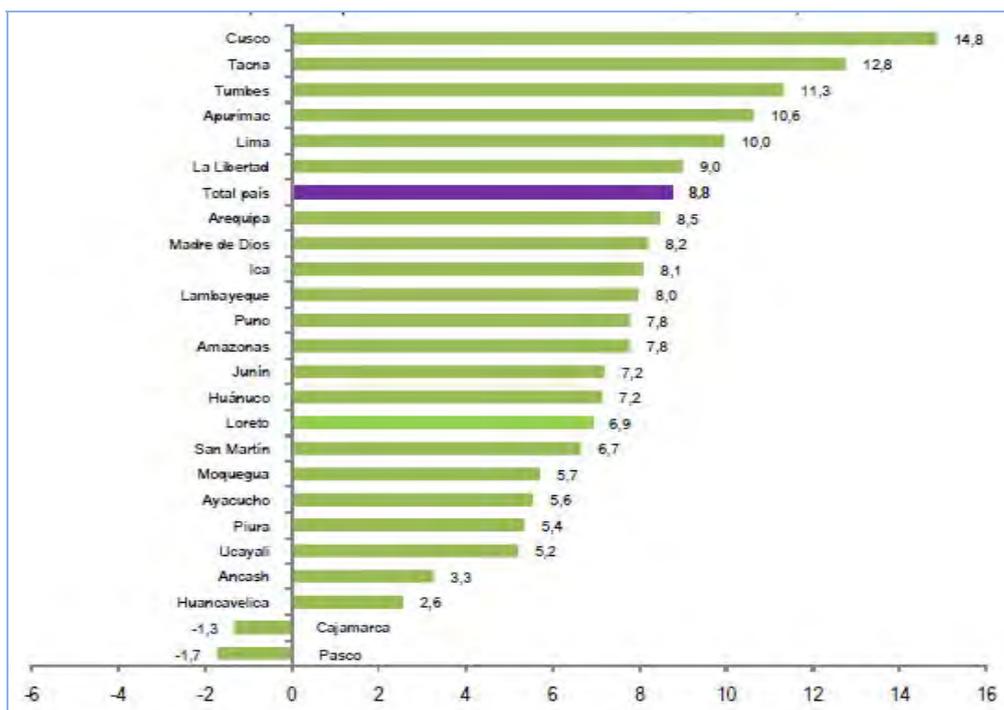
Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.

**(6) PIB**

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

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

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

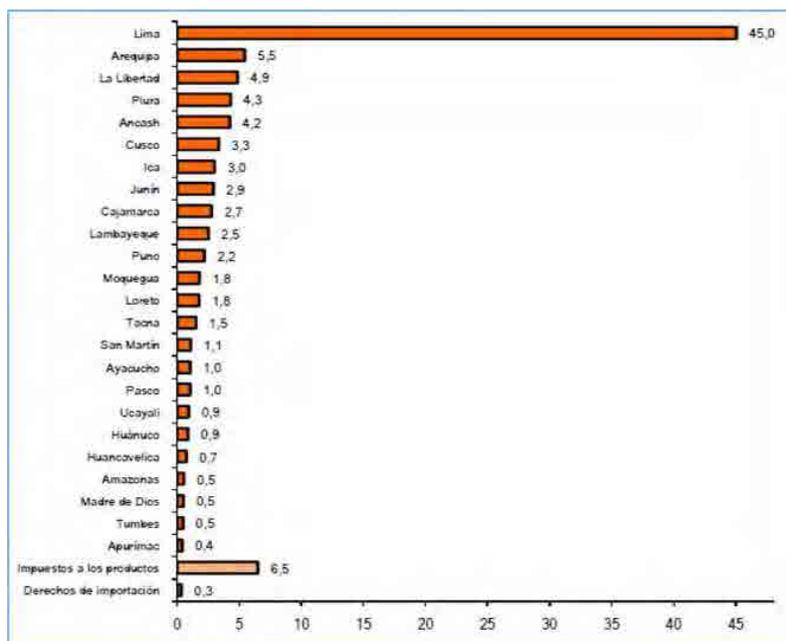


Fuente: Dirección Nacional de Cuentas Nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)-2010 y Banco Central de Reserva (BCR)

Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales

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

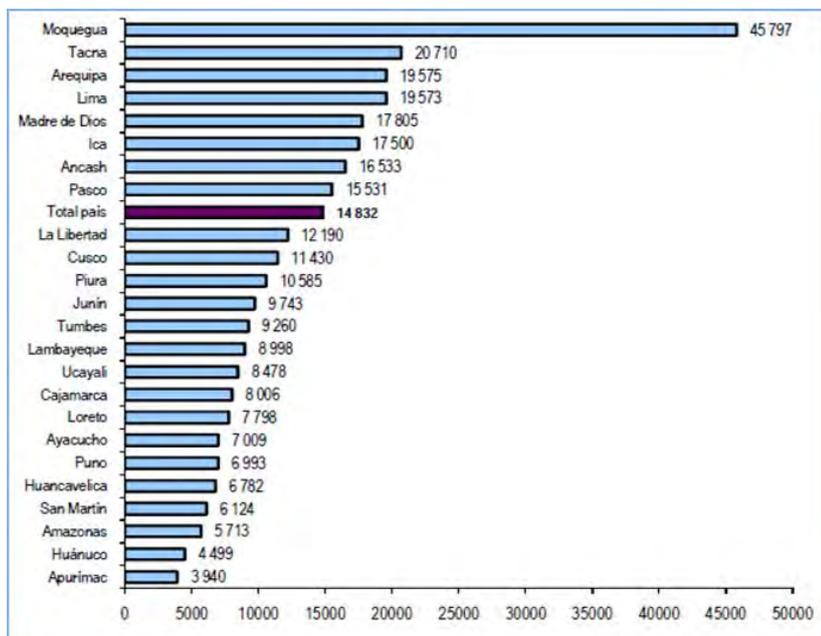
A continuación se muestra la contribución de cada región al PIB. La Región de Lima representa casi la mitad del total, es decir 45,0 %. Arequipa contribuyó 5,5 %, Piura 4,3 % e Ica 3,0 %. Los impuestos y aranceles contribuyeron 6,5 % y 0,3 %, respectivamente.



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

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

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



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

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

En la Tabla 3.1.2-11 se muestra la variación a lo largo del año del PIB per cápita según regiones, en los últimos 10 años (2001-2010). El promedio nacional del PIB aumentó un 54,8 % en los diez años desde 2001 hasta 2010. Las cifras según regiones son: +96,6 % para Ica, +65,5 % Arequipa, +54,8 % para Lima y +55,2 % para Piura.

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

**Tabla 3.1.2-11 Variación del PIB por cápita (2001-2010)**

(Año base 1994, S/.)

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

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

### 3.1.3 Agricultura

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

#### (1) Sectores de Riego

En las Tablas 3.1.3-1 y 3.1.3-2 se presentan los datos básicos de las comisiones de regantes de la cuenca del Río Majes y del Río Camaná, respectivamente. En la primera existen 45 sectores de riego, 17 comisiones de regantes con 2.519 beneficiarios. La superficie manejada por estos sectores suma un total de 7.505 hectáreas.

En la cuenca del Río Camaná existen 38 sectores de riego, 17 comisiones de regantes con 3.388 beneficiarios. La superficie manejada por estos sectores suma un total de 6.796 hectáreas.

**Tabla 3.1.3-1 Datos básicos de las comisiones de regantes del Río Majes**

Comisión de regantes	Sectores de Riego	Áreas bajo Riego		Nº de Beneficiarios	Río
		ha	%	(Persona)	
Ongoro	Las Joyitas Las Palmas	8.08	0.11%	4	Majes
	Andamayo	94.35	1.26%	25	
	Luchea	35.26	0.47%	24	
	Ongoro	368.13	4.91%	65	
	Huatiapilla	367.26	4.89%	75	
	La Central	406.57	5.42%	66	
	El Castillo	623.05	8.30%	73	
	La Banda	4.15	0.06%	3	
	Jaran	3.52	0.05%	6	
Ongoro Bajo	Huanco Iquiapaza	4.46	0.06%	11	
	Huatiapilla Baja	103.62	1.38%	23	
	Alto Huatiapa	44.47	0.59%	20	
	Bajo Huatiapa	19.11	0.25%	8	
	Quiscay	17.84	0.24%	1	
Beringa	San Isidro	10.53	0.14%	3	
	Beringa	109.07	1.45%	80	
Huancarqui	La Collpa	14.93	0.20%	14	
	Huancarqui	342.56	4.56%	211	
Cosos	Cosos	125.43	1.67%	92	
Aplao	Aplao	232.26	3.09%	145	
	Bajos Aplao	11.50	0.15%	5	
La Real	Caspani	20.54	0.27%	18	
	La Real	172.07	2.29%	125	
Monte los Apuros	Monte los Apuros	370.86	4.94%	160	
Querulpa	Alto Maran Trapiche	131.78	1.76%	53	
	La Revilla Valcarcel	151.01	2.01%	50	
Tomaca	Tomaca	296.32	3.95%	54	
	El Rescate	92.34	1.23%	41	
Uraca	Uraca	688.81	9.18%	239	
Cantas Pedregal	Alto Cantas	162.87	2.17%	74	
	Bajo Cantas	147.09	1.96%	47	
Sogiata	Sogiata	522.66	6.96%	154	
San Vicente	San Vicente	230.68	3.07%	100	
	Caceres	57.31	0.76%	12	
Pitis	Pitis	93.10	1.24%	53	
	Escalerillas	155.61	2.07%	74	
Sarcas Toran	Sarcas Toran	777.69	10.36%	195	
	Hinojosa Pacheco	1.00	0.01%	2	
	Medrano	12.29	0.16%	7	
	La Cueva	6.24	0.08%	6	
	Callan Jaraba	37.91	0.51%	10	
	Sahuani	58.47	0.78%	17	
	Paycan	24.44	0.33%	6	
Vertiente	2.29	0.03%	3		
El Granado	El Granado	345.45	4.60%	65	
<b>Total</b>		<b>7,504.98</b>	<b>100%</b>	<b>2,519</b>	

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Camana-Majes, Setiembre 2011

**Tabla 3.1.3-2 Datos básicos de las comisiones de regantes del Río Camaná**

Comisión de regantes	Sector de Riego	Áreas bajo Riego		Nº de Beneficiarios	Río
		ha	%	(Persona)	
Socso-Sillan	Huambo	28.23	0.42%	8	Camaña
	Puccor	13.30	0.20%	2	
	Pillistay	13.91	0.20%	6	
	Nueva Esperanza	27.31	0.40%	19	
	Socso	52.97	0.78%	15	
	Socso Medio	21.27	0.31%	12	
	Casias-Sillan	45.32	0.67%	20	
Sonay	Sonay	110.48	1.63%	34	
Pisques	Pisques	86.82	1.28%	39	
Characta	Soto	16.29	0.24%	4	
	Characta	174.35	2.57%	54	
Pampata	Naspas-Pampata	130.31	1.92%	21	
	Pampata-Baja	164.77	2.42%	27	
La Bombon	Tirita	15.67	0.23%	12	
	Montes Nuevos	49.41	0.73%	26	
	La Bombon	402.38	5.92%	265	
	Gordillo	8.14	0.12%	9	
	La Era	1.44	0.02%	4	
	La Rama Era I	45.53	0.67%	37	
	Toma Davila	58.20	0.86%	11	
El Alto	El Alto	314.57	4.63%	128	
Los Molinos	Los Molinos	435.97	6.41%	295	
El Medio	El Medio	477.98	7.03%	231	
	Los Castillos	44.36	0.65%	48	
	Flores	4.73	0.07%	5	
La Valdivia	El Desague	45.56	0.67%	55	
	La Lurin	17.35	0.26%	11	
	La Chingana	51.27	0.75%	33	
	La Valdivia	323.86	4.77%	196	
La Deheza	La Deheza	336.71	4.95%	228	
La Gamero	La Gamero	356.04	5.24%	257	
El Molino	El Molino	370.29	5.45%	302	
El Cuzco	El Cuzco	290.02	4.27%	261	
Montes Nuevos	Montes Nuevos	192.46	2.83%	123	
Huacapuy	Huacapuy	23.12	0.34%	21	
Pucchun	Mal Paso-Sta. Elizabeth	1070.90	15.76%	296	
	1er y 2do Canal Aereo	872.79	12.84%	202	
	Jahuay	102.11	1.50%	71	
<b>Total</b>		<b>6,796.19</b>	<b>100%</b>	<b>3,388</b>	

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Camana-Majes, Setiembre 2011

## **(2) Principales cultivos**

En la Tabla 3.1.3-3 se muestra la variación entre 2004 y 2009 de la superficie sembrada y del rendimiento de los principales cultivos.

En la Cuenca del Río Majes-Camaná, se redujeron el área sembrada, rendimiento y las ventas en 2004, pero posteriormente comenzó a aumentar, de tal manera que en el ciclo 2008-2009 se obtuvieron una venta del orden de S/.188.596.716. Los principales cultivos en esta cuenca son el arroz, frijoles, cebollas, trigo y calabazas.

**Tabla 3.1.3-3 Siembra y ventas de los principales cultivos**

	Variables	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
Arroz Cascara	Sup. sembrada (ha)	6,216	6,246	6,211	6,212	6,224
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	12,041	13,227	12,841	13,370	13,823
	Cosecha (Kg)	74,844,450	82,617,571	79,753,422	83,057,334	86,032,532
	Precio unitario (S./kg)	0.92	0.65	0.80	1.10	0.70
	Ventas (S./)	68,868,814	53,701,421	63,802,738	91,354,778	60,222,772
Frijol Grano Seco	Sup. sembrada (ha)	4,458	4,433	3,947	4,045	3,886
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	1,630	1,660	1,745	1,743	1,920
	Cosecha (Kg)	7,264,349	7,359,607	6,888,684	7,051,876	7,460,849
	Precio unitario (S./kg)	2.93	2.44	3.03	4.12	3.85
	Ventas (S./)	21,304,797	17,970,689	20,888,054	29,058,175	28,746,981
Cebolla	Sup. sembrada (ha)	2,063	1,958	2,168	2,331	1,886
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	40,552	32,073	41,231	46,034	35,840
	Cosecha (Kg)	83,659,519	62,798,588	89,388,731	107,304,225	67,594,277
	Precio unitario (S./kg)	0.58	0.38	0.71	0.43	1.37
	Ventas (S./)	48,800,305	24,067,447	63,582,270	46,002,256	92,290,918
Trigo	Sup. sembrada (ha)	50	30	34	618	558
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	4,192	3,500	3,680	5,670	4,580
	Cosecha (Kg)	209,600	105,000	125,120	3,503,916	2,555,501
	Precio unitario (S./kg)	0.85	0.80	1.00	0.90	0.75
	Ventas (S./)	178,160	84,000	125,120	3,153,524	1,918,916
Zapallo	Sup. sembrada (ha)	193	223	217	129	159
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	29,341	34,419	32,869	40,346	42,789
	Cosecha (Kg)	5,662,900	7,675,350	7,132,607	5,204,624	6,803,456
	Precio unitario (S./kg)	0.36	0.30	0.30	0.41	0.26
	Ventas (S./)	2,056,542	2,295,721	2,123,348	2,154,472	1,786,014
Maiz Chala	Sup. sembrada (ha)	55	35	38	29	44
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	60,800	59,435	59,962	60,675	58,332
	Cosecha (Kg)	3,344,000	2,080,242	2,278,540	1,759,566	2,566,613
	Precio unitario (S./kg)	0.08	0.10	0.10	0.10	0.25
	Ventas (S./)	267,520	208,024	227,854	175,957	633,487
Maiz Choclo	Sup. sembrada (ha)	51	40	27	19	51
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	16,980	17,694	18,053	18,201	18,223
	Cosecha (Kg)	865,998	707,742	487,426	345,824	929,377
	Precio unitario (S./kg)	0.30	0.40	0.61	0.32	0.58
	Ventas (S./)	259,799	283,097	296,066	111,028	536,123
Papa	Sup. sembrada (ha)	39	38	22	22	65
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	31,538	26,368	27,866	27,524	32,091
	Cosecha (Kg)	1,230,000	1,002,000	613,045	605,531	2,085,916
	Precio unitario (S./kg)	0.50	0.50	0.46	0.83	0.63
	Ventas (S./)	615,000	501,000	281,443	500,939	1,310,597
Tomate	Sup. sembrada (ha)	5	45	36	11	48
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	29,000	38,951	30,584	34,963	36,310
	Cosecha (Kg)	145,000	1,752,790	1,101,025	384,597	1,742,875
	Precio unitario (S./kg)	0.50	0.38	0.73	0.45	0.41
	Ventas (S./)	72,500	662,165	804,360	173,418	714,942
Sandia	Sup. sembrada (ha)	29	30	13	14	40
	Rendimiento unitario (kg/Ha)	9,862	17,265	12,920	13,087	13,718
	Cosecha (Kg)	286,000	517,938	167,960	183,218	548,708
	Precio unitario (S./kg)	0.30	0.40	0.40	0.47	0.80
	Ventas (S./)	85,800	207,175	67,184	86,112	438,966
Otros	Sup. sembrada (ha)	95	153	204	190	116
Total	Sup. sembrada (ha)	13,254	13,231	12,917	13,620	13,077
	Cosecha (Kg)	177,511,816	166,616,828	187,936,560	209,400,711	178,320,104
	Ventas (S./)	142,509,238	99,980,740	152,198,437	172,770,659	188,599,716

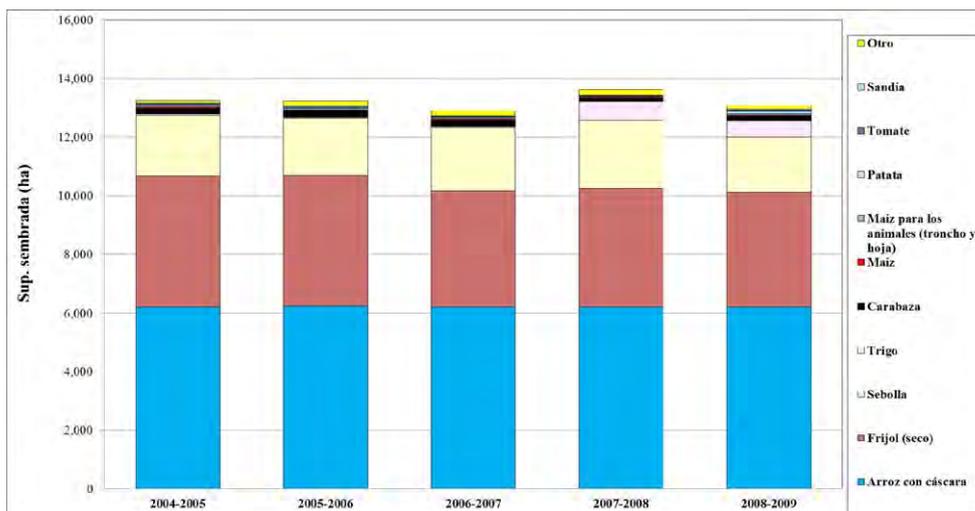


Figura 3.1.3-1 Superficie sembrada

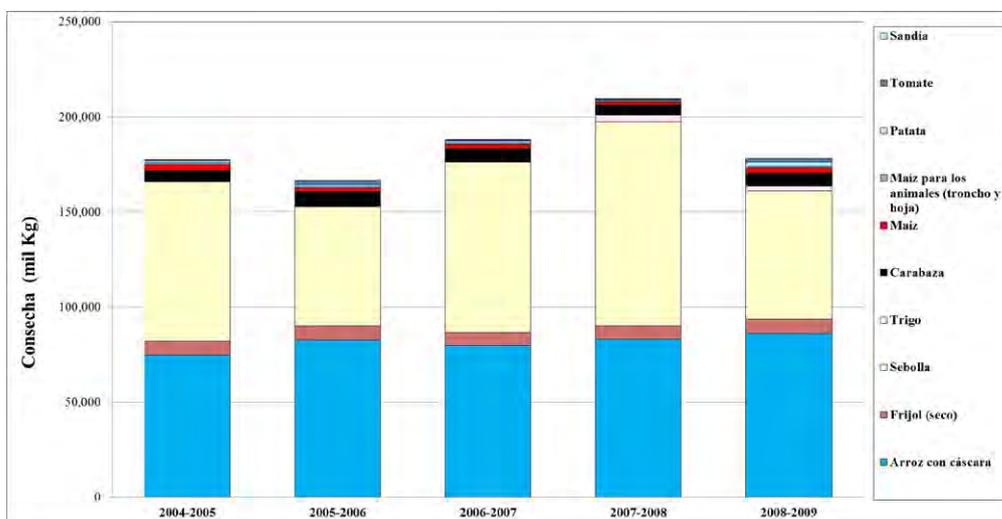


Figura 3.1.3-2 Rendimiento

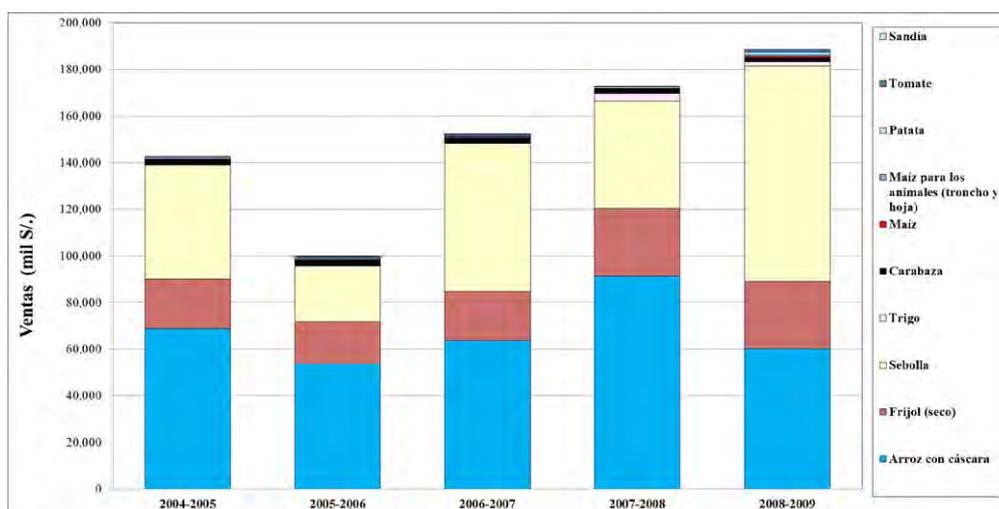


Figura 3.1.3-3 Ventas

### 3.1.4 Infraestructuras

#### (1) Infraestructuras viales

En la Tabla 3.1.4-1 se muestran las infraestructuras viales de la cuenca del Río Majes. En total existen 981,291 km de caminos, de los cuales 282,904 km (28,8 %) son carretera nacional, 208,163 km (21,2 %) caminos regionales y 490,223 km (50,0 %) caminos municipales.

En la Tabla 3.1.4-2 se muestran las infraestructuras viales de la cuenca del Río Camaná. En total existen 574,039 km de caminos, de los cuales 143,608 km (25,0 %) son carretera nacional, 365,940 km (63,8 %) caminos regionales y 64,491 km (11,2 %) caminos municipales.

**Tabla 3.1.4-1 Datos básicos de infraestructuras viales del Río Majes**

Caminos	Longitud total (Km)		Pavimentación (Km)			
			Asfaltado	Afirmado	Sin Afirmar	Trocha
Carretera nacional	282.904	28.83%	64.400	173.842		44.662
Caminos regionales	208.164	21.21%			2.727	205.437
Caminos municipales	490.223	49.96%		10.321		479.902
Total	981.291	100.00%	64.400	184.163	2.727	685.339

**Tabla 3.1.4-2 Datos básicos de infraestructuras viales del Río Camaná**

Caminos	Longitud total (Km)		Pavimentación (Km)			
			Asfaltado	Afirmado	Sin Afirmar	Trocha
Carretera nacional	143.608	25.02%	114.748	28.860		
Caminos regionales	365.940	63.75%	16.100	82.610		267.230
Caminos municipales	64.491	11.23%	1.040	6.677		56.774
Total	574.039	100.00%	131.888	118.147		324.004

#### (2) Sistemas de riego

En la Tabla 3.1.4-3 se presentan los datos sobre los sistemas de riego existentes en la cuenca del Río Majes-Camaná. Existen en esta cuenca 58 bocatomas y 79 tomas directas de agua. Además, existen 58 canales principales, 128 primarios, 54 secundarios y 5 terciarios. Los canales principales tienen una longitud acumulada de 167,24 km. Los canales revestidos suman un total de 3,498 km, mientras que 334,019 km no tienen revestimiento.

#### (3) PERPEC

En la Tabla 3.1.4-4 se muestran los proyectos implementados por PERPEC entre 2006 y 2009.

**Tabla 3.1.4-3 Condiciones actuales de los canales de riego**

COMISION DE REGANTES	Número de Bocatomas	Número de Tomas Directas	N° de Tomas y compuertas a nivel de CD				Número de Canales				Long. de C.D. (Kms.)	Longitud Total del Sistema				
			T. Prediales	N° de Compuertas	T. Laterales	N° de Compuertas	C.D.	1er.	2do.	3er.		Revestido (Kms.)	Rústico (Kms.)			
ONGORO	5	5	63	35	25	25	0	25	5	25	6	0	0	30.064	0.363	69.600
ONGORO BAJO	3	6	49	0	4	4	0	4	3	4	1	0	0	9.841	0.600	11.586
	2	0	29	0	2	2	0	2	2	2	0	0	0	5.530	0.000	7.880
BERINGA	1	2	37	0	4	4	0	4	1	4	3	0	0	3.976	0.000	9.140
COSOS	1	0	47	2	6	6	2	6	1	6	1	0	0	5.933	0.000	9.660
APLAO	2	0	39	1	10	10	1	10	2	10	3	0	0	7.401	0.000	20.483
HUANCARQUI	3	0	36	0	10	10	0	10	3	10	12	2	2	7.653	0.000	29.180
TOMACA	3	0	47	0	1	1	0	1	3	1	0	0	0	6.664	0.000	7.604
LA REAL	2	0	71	0	9	9	0	9	2	9	3	1	1	6.508	0.360	12.884
	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
MONTE LOS PUROS	1	1	66	2	7	7	1	7	1	7	5	1	1	4.941	0.000	16.766
	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
QUERULPA	5	2	78	2	4	4	0	4	5	4	0	0	0	7.439	0.000	10.457
	4	3	71	0	3	3	0	3	4	3	0	0	0	5.225	0.000	6.944
URACA	1	0	34	9	3	3	1	3	1	3	7	1	1	7.930	0.090	20.886
	8	23	48	0	1	1	0	1	8	1	1	0	0	8.011	0.000	8.616
SOGIATA	1	0	42	0	8	8	0	8	1	8	2	0	0	7.650	0.000	16.920
	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000
SAN VICENTE	1	0	26	0	7	7	3	7	1	7	2	0	0	3.925	0.000	9.655
	2	2	21	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3.100	0.000	3.100
CANTAS PEDREGAL	2	0	33	4	6	6	1	6	2	6	4	0	0	4.770	2.085	15.512
	2	0	97	0	5	5	0	5	2	5	1	0	0	6.252	0.000	11.385
PITIS	1	1	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.160	0.000	0.160
SARCAS - TORAM	6	2	76	2	8	8	0	8	6	8	2	0	0	18.801	0.000	28.412
	1	11	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.940	0.000	0.940
EL GRAMADO	1	0	15	0	3	3	0	3	1	3	1	0	0	4.526	0.000	6.249
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>79</b>	<b>1,043</b>	<b>57</b>	<b>126</b>	<b>126</b>	<b>34</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>126</b>	<b>54</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>167.240</b>	<b>3.498</b>	<b>334.019</b>

**Tabla 3.1.4-4 Proyectos implementados por PERPEC**

Nº	AÑO	Nombre de la obra	Ubicación				Descripción	Costo Total (S/.)
			Departamento	Provincia	Distrito	Localidad		
1	2006	Construcción de Dique Enrocado Sector Huanтай	Arequipa	Camana	Ocoña	Huanтай	Conformacion de Dique	150,000.00
2	2006	Construcción de espigones y diques enrocados en el Valle de Majes	Arequipa	Castilla	Aplao y Uraca	El Granado	Dique con Enrocado	607,186.00
3	2006	Construcción de Defensa Riberena sector valle Quilca	Arequipa	Camana	Quilca	El Platanal	Conformacion de Dique	81,305.00
4	2006	Defensa Riberena Río Majes - Sector Montes	Arequipa	Castilla	Aplao	El Monte	Conformacion de Dique	96,000.00
5	2006	Construcción de Defensa Riberena Valle de Ocoña Sector Jayhuiche	Arequipa	Camana	Mariano Nicolás Valcarcel	Jayhuiche	Dique con Enrocado	149,992.00
6	2006	Construcción de Dique enrocado sector Zurita	Arequipa	Camamá	Ocoña	Zurita	Conformacion de Dique	151,484.00
7	2006	Construcción Defensa Riberena valle de Ocoña sector Santa Rita	Arequipa	Camamá	Ocoña	Santa Rita	Conformacion de Dique	149,487.00
8	2007	Construcción de defensa riberena sectores Querulpa Tomaca	Arequipa	Castilla	Aplao, Huancarqui	Querulpa Tomaca	Espigon con Roca	380,233.00
9	2007	Construcción de dique con espigones sector el Platanal - distrito de Quilca, provincia de Camana - Arequipa	Arequipa	Camana	Quilca	El Platanal	Espigon con Roca	259,174.00
10	2008	Construcción de Defensa Riberena Provisional en el Río Majes en el Sector Los Puros, Distrito de Aplao, Provincia de Castilla - Arequipa (Contingencia)	Arequipa	Castilla	Aplao	Los Puros	Construcción de Dique y Espigones	117,215.00
11	2008	Construcción de Defensa Riberena Provisional en el Río Ocoña en el Sector Santa Rita, Distrito de Ocoña, Provincia de Camaná - Arequipa (Contingencia)	Arequipa	Camaná	Ocoña	Santa Rita	Construcción de Dique y Espigones	97,066.00
12	2008	Construcción de Defensa Riberena Provisional en el Río Majes en los sectores San Vicente y Sacramento, Distrito de Uraca, Provincia de Castilla - Arequipa (Contingencia)	Arequipa	Castilla	Uraca	San Vicente y Sacramento	Construcción de Dique y Espigones	124,952.00
13	2008	Construcción de dique enrocado sector Sonay (Prevención)	Arequipa	Camana	Nicolas de Pierola	Sonay	Descalmatación y conformación de dique	230,058.00
14	2008	Construcción de defensa riberena Sector Anchalo Huacan - Valle de ocoña (Prevención)	Arequipa	Camana	Ocoña	Huacan	Dique Enrocado	123,352.00
15	2008	Construcción de Dique Enrocado Sector Huanтай - Valle Ocoña (Prevención)	Arequipa	Camana	Ocoña	Huanтай	Dique Enrocado	117,348.00
16	2009	Construcción de dique enrocado Sector Jayhuiche- Valle Ocoña	Arequipa	Camaná	Mariano Nicolás Valcarcel	Jayhuiche	Dique Enrocado	175,000.00

### 3.1.5 Daños reales de las inundaciones

#### (1) Daños a nivel nacional

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

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

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

Fuente : Compendio estadísticos de SINADECI

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

**Tabla 3.1.5-2 Datos de daños**

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

“—”: Sin datos

## (2) Desastres en la cuenca objeto del presente Estudio

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

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

Años	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total	Media
ALUD											5					1	1	
ALUVION																	5	
DERRUMBE						1	1	1								1	4	
DESGLIZAMIENTO		1		1	1	2	1	1	4	3	4	2			1	2	23	
HUAYCO	6	1	7	14	3	2	4				2	2	1		9	3	54	
TOTAL DESASTRES DE SEDIMENTOS	6	2	7	15	4	5	6	2	4	3	11	4	1	0	10	7	87	5
TOTAL INUNDACIONES	3	1	42	6	44	2	15	3	1	2	2	3	0	1	3	3	131	8

Compendio estadísticos de SINADECI

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

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

## (1) Entrevistas

### 1) Río Camaná

(Condiciones generales de la cuenca)

- El área de jurisdicción de Camaná corresponde desde la desembocadura hasta 39 km hacia arriba.
- El dique ha sido construido hace treinta años por la comisión de regantes, pero existen varios tramos erosionados.
- El 99% de los cultivos es arroz, que es comercializado en el mercado de Lima.
- El caudal es medido una vez al día. El caudal máximo histórico ha sido de entre 1.200 y 1.500 m<sup>3</sup>/s. Las inundaciones duran casi una semana.
- En una zona alta a la margen izquierda entre km 2 y km 6, existen algunas ruinas de la época colonial.

(Sobre los puntos críticos)

○ Obstrucción de la desembocadura

- La formación del banco de grava a la desembocadura debido a las olas de la playa obstruyen el flujo de agua en la desembocadura (obstrucción de la desembocadura). Ha sido propuesto construir el dique longitudinal hacia el lado del mar para controlar esta situación. El banco de grava se desapareció una vez por las inundaciones y volvió a presentarse entre junio y diciembre.
- Se desbordó el tramo entre km 2,5 – km 4,5 en el año en el que ocurrió El Niño en 1998. El margen derecha también se ha desbordado en el pasado.
- Se está elevando el lecho.

○ Tramo donde el dique es bajo (margen izquierda entre km 6 y km 7,5).

- El dique de la margen izquierda es en particularmente bajo en entre km 6–km 7,5 (LA BOMBOM).
- Existen tierras de cultivo entre el dique de margen izquierda y el Río aguas abajo del puente Camaná, que eventualmente pueden ser retirados por ser ilegales. En cuanto a las tierras de cultivo que están fuera del dique es muy probable que la negociación sea muy compleja.
- El lecho se ha levantado más de un metro.

○ Erosión de la margen alrededor del canal (margen izquierda entre km 12 y km 13)

- Existe la bocatoma Brazo para agua potable de Camaná por km 13.
- Existe un canal que se extiende a lo largo del Río desde la bocatoma. La margen izquierda del Río está gravemente erosionada a la altura de km 12, poniendo en riesgo el canal adyacente.

○ Socavación de los pilares del puente (a la altura de km 26)

- Existe una comunidad en la margen derecha a la altura de km 26 (SONAI) con 40 hogares. Hay un puente colgante que ha sido construido hace un año, cuyos pilares están erosionados por varios metros debido a las inundaciones, presentando riesgo de que se colapse en la siguiente inundación.
- Otros tramos con problemas
  - El dique de la margen izquierda a la altura de km 3 está erosionado, y ha sido reparado improvisadamente.
  - Existe un tramo desprotegido a la altura de km 14,2.
  - Existe un tramo cuya margen izquierda está siendo erosionada a la altura de km 19 (CHARACTA).
  - El dique de la margen izquierda a la altura de km 26,5 está erosionado.
  - Se quiere construir un dique a la margen izquierda a la altura de km 28.
  - Las tierras de cultivo de la margen izquierda están erosionadas a la altura de km 29 (CULATA DE SIYAN)
  - La margen izquierda a la altura de km 30 está siendo erosionada y necesita protección (FUNDO CASIAS)
  - Se quiere construir un dique a la altura de km 33,5 porque anualmente se inundan la bocatoma y el canal de riego.
  - A la altura de km 34, se quiere construir un dique de 1 km a la margen derecha.
  - A la altura de km 37,5, se quiere construir un dique en los 2 km aguas abajo para proteger la bocatoma y las tierras de cultivo (80 ha) de la margen izquierda. (HUAMBOY)
  - A la altura de km 39, se quiere construir un dique por 1 km aguas abajo para proteger la bocatoma y las tierras de cultivo (80 ha) de la margen derecha (HUAMBOY)

## 2) Río Majes

(Puntos críticos)

- Tramo que se desborda (margen derecha a la altura de km 104)
  - Se quiere construir un dique de 500 m a la margen derecha.
  - Los elementos a proteger son las tierras de cultivo (ONGORO BAJO)
  - El deslizamiento de tierra ocurrida alrededor de 1977 ha dejado enterradas las tierras de cultivo de las orillas del Río. Los sedimentos acumulados en el curso del Río fueron arrastrados aguas abajo por las crecidas.
- Erosión fluvial (margen derecha, km 101)
  - Las tierras de cultivo fueron erosionadas por las inundaciones de 1997.

- Los elementos a conservar son las tierras de cultivo (HUATIAPILLA BAJA)
- Se quiere prolongar entre 500 y 800 m el dique actual (de 600 m) de la margen derecha.
- Erosión fluvial (margen derecha, km 88,5)
  - Las márgenes han sido erosionadas en las inundaciones de febrero de 2011 que arrastraron también parte de una vivienda (que aún está siendo habitada).
  - Los elementos a conservar son las tierras de cultivo y viviendas particulares (BERINGA)
  - Se quiere prolongar 600 m el dique y obras de protección existentes (de 1 km) de la margen derecha.
- Erosión del dique (margen derecha, km 84,5)
  - El dique de la margen derecha está siendo progresivamente erosionado año a año, y de no tomarse alguna medida, podrá afectar el puente inmediatamente abajo (puente Huancariqui).
  - El dique ha sido reparado improvisadamente, pero necesita de una medida adecuada como la protección de márgenes, etc.
  - Los elementos a conservar son las tierras de cultivo y el puente (APLAO).
  - La población de Aplao, el municipio más grande de Majes, es de 18 mil habitantes, y la de Huancarqui que está al otro lado del Río, cruzando el puente es de 5 mil habitantes.
- Tramo desprotegido (margen derecha, entre km 70,5 y km 71)
  - Actualmente se está construyendo un dique de 800 m con financiamiento del gobierno regional. Sin embargo, se considera construir otros 1,3 km para proteger las 30 viviendas aproximadamente que se hallan en las tierras bajas de la cuenca más abajo.
  - El año pasado (2010) en agosto la zona fue inundada después de ocho años.
  - Los elementos a conservar son las tierras de cultivo y viviendas privadas (EL DEQUE)
  - Existe un canal de riego aguas arriba de la comunidad, que conduce el agua hasta las tierras de cultivo (700 ha) aguas abajo. La bocatoma está siendo eventualmente reparada, con miras a terminarse dentro de medio mes.
  - Las grandes piedras para la protección de márgenes son extraídas y transportadas desde una cantera de Aplao.
- Tramo que se desborda (ambas márgenes, entre km 60 y km 62)
  - Se quiere construir diques de 2 km a la margen izquierda y de 1,5 km a la margen derecha.
  - Los elementos a conservar son las tierras de cultivo (Pitis a la margen izquierda y San Vicente a la margen derecha)

- Tramo que se desborda (margen izquierda, entre km 58 y km 58.5k)
  - Se quiere construir un dique a la margen izquierda.
  - Los elementos a conservar son las tierras de cultivo (ESCALERILLAS)
- Erosión fluvial (margen izquierda, entre km 55 y km 56.5k)
  - Las tierras agrícolas están siendo progresivamente erosionadas año a año por las inundaciones.
  - Los elementos a conservar son las tierras de cultivo (SARCAS).
  - Una parte de la zona ha quedado inundada en 1998 por inundaciones del orden de 1.500 m<sup>3</sup>/s, obligando a tres pequeñas comunidades trasladarse desde tierras bajas a más altas.
  - El Río se desbordó en febrero de 2011 por las inundaciones del orden de 800 m<sup>3</sup>/s.
- Otros tramos con problemas
  - Se quiere construir el dique a la margen izquierda entre km 81,5 y km 82 (HUANCARUQUI).
  - Se quiere construir el dique a la margen derecha entre km 81,5 y km 82 (CASPANI).
  - Los tramos km 75 – km 75,5k y km 71 – km 71,5 están desprotegidos en la margen izquierda (TOMACA).
  - El tramo km 73,5 – km 74 está desprotegido en la margen derecha (QUERULPA).
  - Se quiere construir el dique a la margen izquierda entre km 49 y km 51,5 (PAMPA BLANCA)

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

En la Figura 3.1.6-1 se presentan las fotografías de los principales sitios visitados. Estas figuras topográficas tienen algunas partes pintadas para mostrar esquemáticamente el relieve.

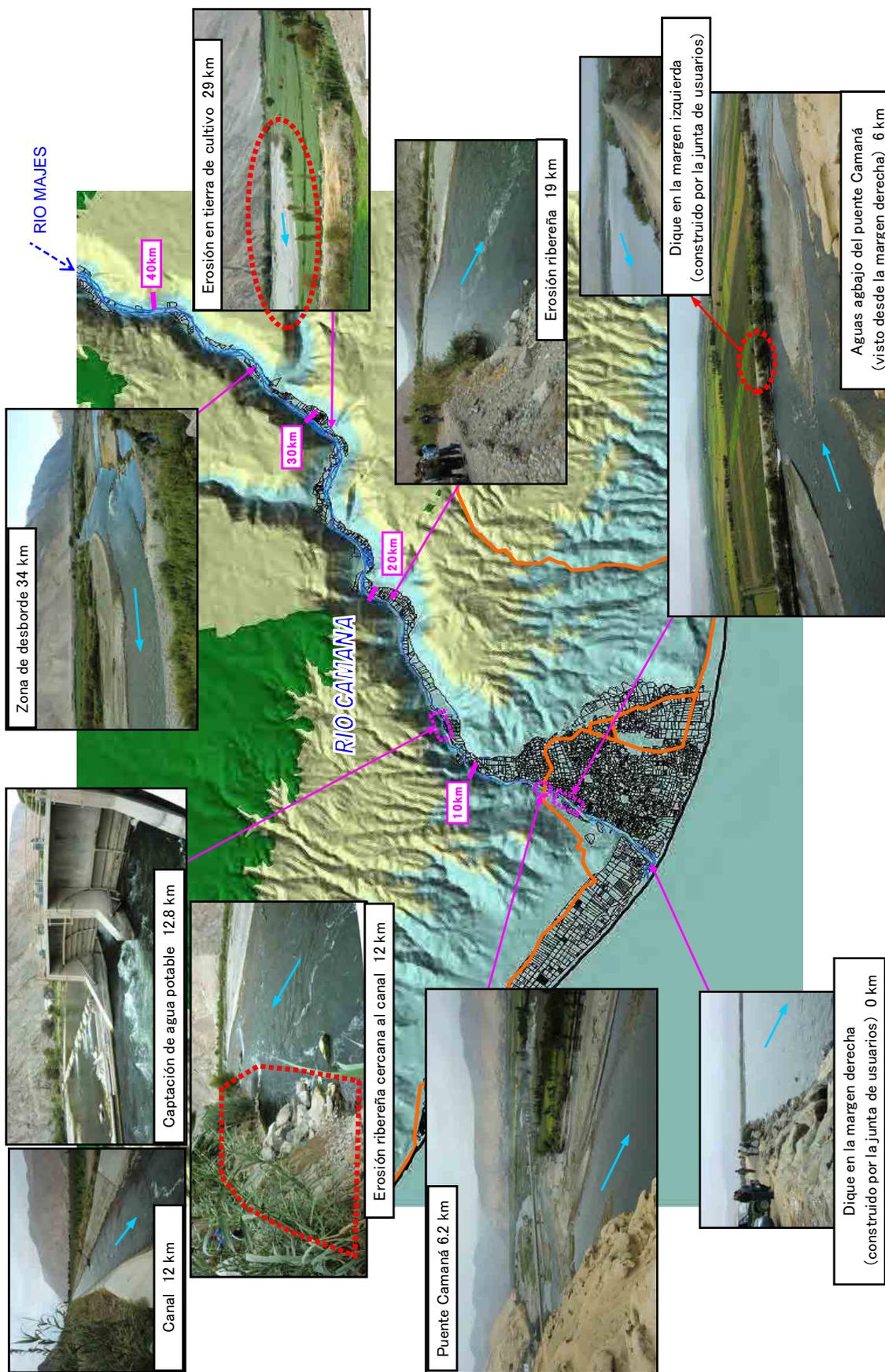


Figura 3.1.6-1(1) Visita al Sitio del Estudio (Río Camaná)

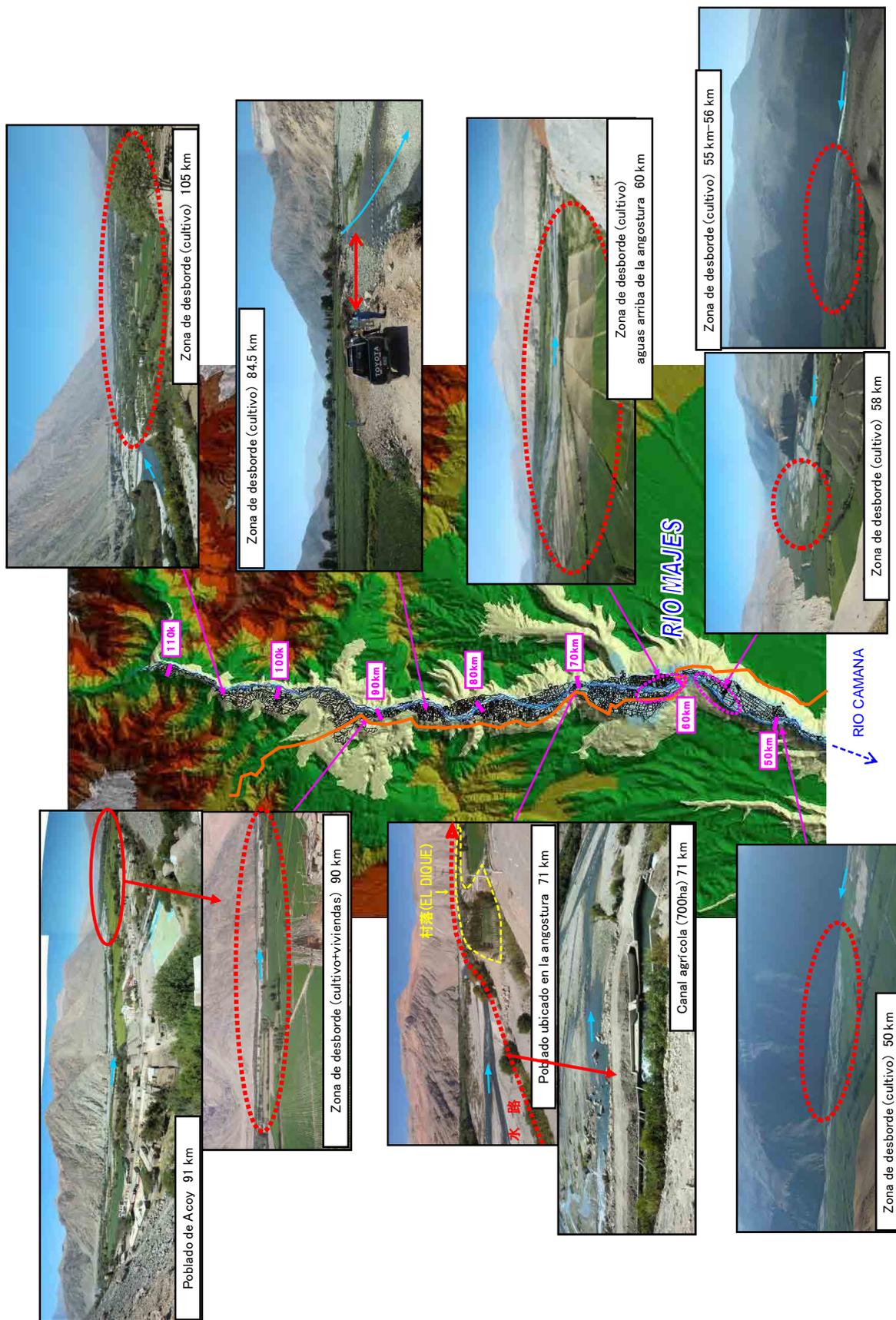


Figura 3.1.6-1(2) Visita al Sitio del Estudio (Río Majes)

### (3) Desafíos y medidas

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

#### 1) Desafío 1: Deterioro del dique existente por la erosión fluvial (km 0 - km 5 del Río Camaná)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El dique existente cuyo control le corresponde a la Comisión de Regantes de Camaná ha sido construido por ésta hace 30 años aproximadamente con sus propios recursos. Existen varios tramos erosionados.</li> <li>• En particular, el dique es bajo aguas arriba y abajo del puente Camaná a la altura de km 6 poniendo en riesgo de inundación a las tierras de cultivo y el área urbana.</li> </ul>
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área urbana de Camaná</li> <li>• Tierras de cultivo (principal cultivo: arroz)</li> </ul>
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de diques y protección de márgenes</li> </ul>



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

2) Desafío 2: Impacto de la erosión fluvial a la bocatoma de agua potable (Río Camaná, km 12)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe una bocatoma para el servicio de agua potable a Camaná a la altura de km 13, y un canal de agua a lo largo del Río.</li> <li>• Actualmente la margen izquierda a la altura de km 12 se ve erosionada, y de no tomarse medida adecuada, puede afectar el canal adyacente.</li> </ul>
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canal para agua potable</li> </ul>
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refuerzo del dique existente y protección de márgenes</li> </ul>



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

3) Desafío 3: Desbordamiento del tramo superior angosto (Río Majes, km 60 - km 62)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacidad hidráulica se reduce debido al estrechamiento del Río, provocando daños de inundación en las tierras agrícolas del tramo superior.</li> <li>• Existe un nuevo puente en el tramo angosto de Río. Los tramos desprotegidos de ambas márgenes presentan alto riesgo de desbordamiento.</li> </ul>
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierras de cultivo (principal cultivo: arroz)</li> </ul>
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de diques y protección de márgenes (En la parte alta hay terrenos agrícolas de buena calidad, razón por la cual resulta difícil adoptar la idea de construir un reservorio de retardación.)</li> </ul>

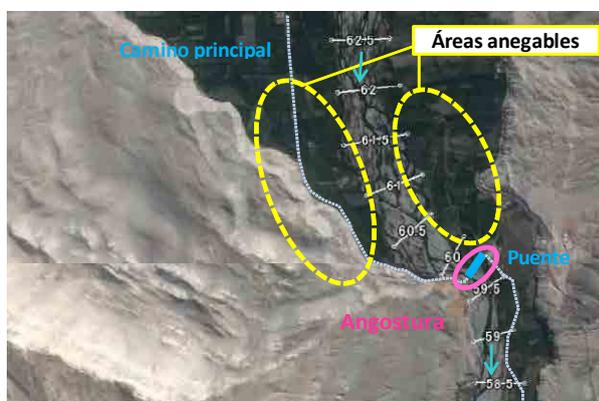


Figura 3.1.6-4 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 3 (Río Majes)

4) Desafío 4: Desbordamiento hacia la zona rural (Río Majes km 70,5 – km 71)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe la comunidad Deque a lo largo del Río, en la parte angosta, con unas 30 viviendas en las tierras bajas.</li> <li>• Si bien es cierto que el tramo superior de esta comunidad está protegido por un dique, hay un tramo aguas abajo que está desprotegido, con alto riesgo de desbordamiento.</li> <li>• Existe una bocatoma para suministrar el agua de riego a 700ha de tierras de cultivo, la cual también se expone al riesgo de inundación.</li> </ul>
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viviendas, bocatoma para agua de riego</li> <li>• Tierras de cultivo (principal cultivo: arroz)</li> </ul>
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de diques y protección de márgenes (La idea de aprovechar el dique pequeño existente hacia el Río desde la población para extenderlo hacia aguas abajo resultará más barato y más fácil para implementar el proyecto, en comparación con la idea de hacer trasladar a 30 viviendas.)</li> </ul>



Figura 3.1.6-5 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 4 (Río Majes)

5) Desafío 5: Impacto de la erosión fluvial al puente (Río Majes km 84,5)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El dique de la margen derecha está siendo progresivamente erosionado año a año, y de no tomarse alguna medida, podrá afectar el puente inmediatamente abajo (puente Huancarqui).</li> <li>• Este puente constituye una vía importante que comunica Aplao, el municipio más grande de Majes (con una población de 18 mil habitantes) y Huancarqui (con una población de 5 mil habitantes).</li> </ul>
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puente (Huancarqui)</li> <li>• Tierras de cultivo (principal cultivo: arroz)</li> </ul>
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de diques y protección de márgenes</li> </ul>

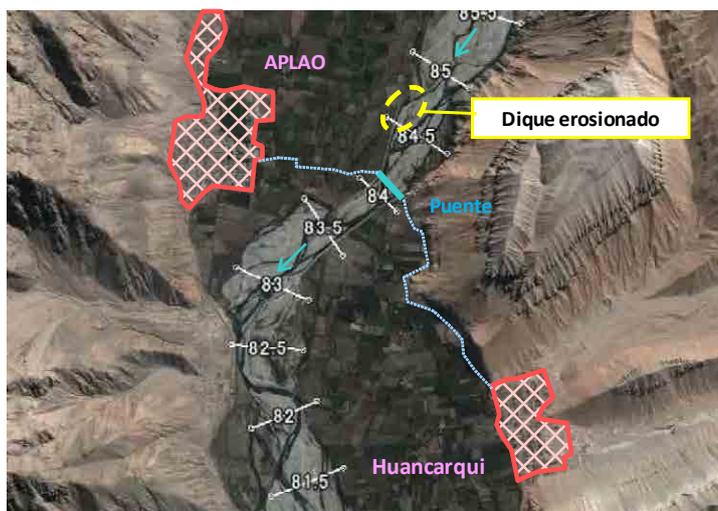


Figura 3.1.6-6 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 5 (Río Majes)

6) Desafío 6: Daños de la erosión fluvial en la comunidad (Río Majes km 88-km 88,5)

Situación actual y desafíos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las márgenes del Río están siendo progresivamente erosionadas año a año por las crecidas y las inundaciones de febrero de 2011 arrastraron parte de una vivienda.</li> <li>Actualmente las márgenes están desprotegidas y de no tomarse una medida adecuada, puede agravar los daños, por lo que se requiere tomar medidas de manera urgente.</li> </ul>
Principales elementos a conservar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viviendas</li> <li>Tierras de cultivo (principal cultivo: arroz)</li> </ul>
Medidas básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción de diques y protección de márgenes</li> </ul>

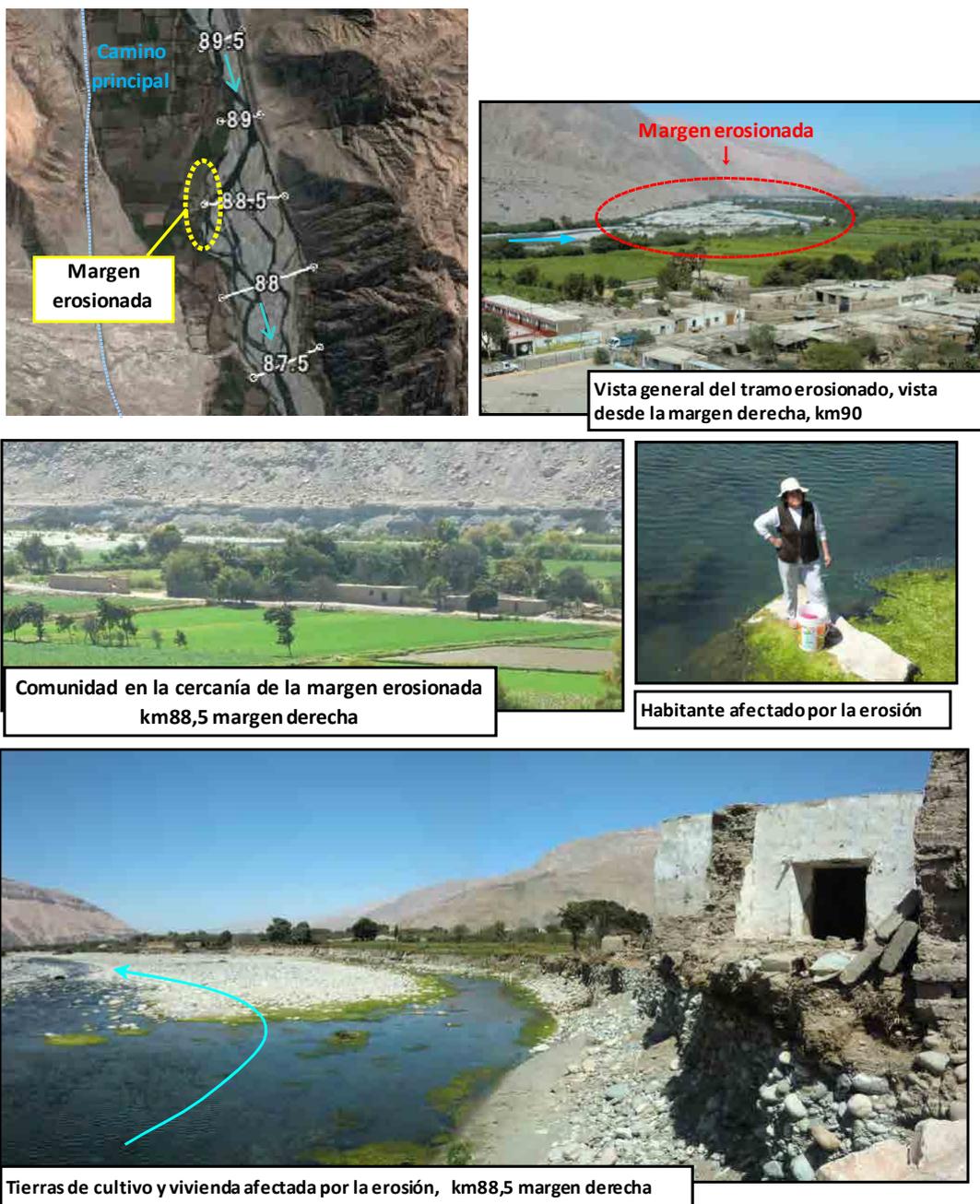


Figura 3.1.6-7 Condiciones locales relacionadas con el Desafío 6 (Río Majes)

### 3.1.7 Situación actual de la vegetación y reforestación

#### (1) Vegetación actual

El estudio<sup>1</sup> más reciente sobre la clasificación de la vegetación es el que fue realizado por la FAO en el año 2005, con la colaboración del INRENA<sup>2</sup> (Instituto Nacional de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura).

En este estudio se utilizó como base de datos el Mapa Forestal 1995 y su Guía Explicativa<sup>3</sup> elaborados por el INRENA y la Dirección General Forestal. Asimismo, en la década de los 70 el Instituto Nacional de Planificación y la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) elaboraron el Inventario Evaluación y Uso de los Recursos Naturales de la Costa que describe la clasificación de la vegetación y la flora en la costa.

De acuerdo con el Mapa Forestal 1995 y sus aclaratorias, la distribución de las cuencas que se extienden desde la costa hasta las sierras andinas, por lo general, presentan diferentes coberturas vegetales según las altitudes (véase la Tabla 3.1.7-1.). En estas cuencas las zonas desde la costa hasta unos 2.500msnm (Cu,Dc) tienen muy poca vegetación, caracterizándose por terrenos áridos principalmente de las herbáceas y cactáceas, y aún subiendo un poco más de altitud sólo existen escasos arbustos diseminados en el área. En las zonas desde los 2.500msnm hasta unos 3.500msnm se forman bosques arbustivos gracias a la óptima precipitación, mientras en las áreas de mayor altitud su baja temperatura dificulta el crecimiento vegetal, por lo tanto crecen principalmente especies herbáceas. Aunque los arbustos que forman matorral alcanzan en general hasta 4 m de alto, en las zonas cercanas a los Ríos se desarrollan excepcionalmente árboles de porte alto.

**Tabla 3.1.7-1 Lista de las formaciones vegetales representativas en las cuencas que se extienden desde las costas hasta las sierras andinas**

Símbolo	Zona de vida	Distribución de la 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- 220 mm	Cactáceas y herbáceas
4)Msh	Matorral subhúmedo	Norte-centro: 2,900- 3,500msnm Interandina 2,000- 3,700mmsm	220- 1.000 mm	Arbustos perennes, no mayor de 4m de alto
5)Mh	Matorral húmedo	Norte: 2,500- 3,400msnm Sur 3,000- 3,900msnm	500 - 2.000 mm	Arbustos perennes, menos de 4m de alto
6)Cp	Césped de puna	Alrededor de 3,800mmsm	Sin descripción	Gramíneas
7)Pj	Pajonal	3.200 – 3.300msnm Centro-Sur hasta 3,800msnm	Zona sur de poca precipitación: menos de 125mm Vertientes orientales: mayor de 4.000 mm	Gramíneas
8)N	Nevados		—	—

Fuente: Elaborada por el Equipo de JICA a base del Mapa Forestal. 1995

La distribución de la vegetación en esta cuenca es similar a las cuencas arriba descritas, sin embargo las

<sup>1</sup> Uso del Landsat-TM (Datos de años 1999 y 2000).

<sup>2</sup> Posteriormente, el INRENA fue disuelto y sus funciones fueron asumidas por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre.

<sup>3</sup> Uso del Landsat-MSS (Datos del año 1998).

diferencias de esta cuenca con las demás son tres: i) ausencia de “Cu (Áreas cultivadas de la Región Costera)”, ii) existencia de Lo (Lomas) y iii) existencia de Bf (bofedales).

Las aclaratorias de las formaciones vegetales existentes únicamente en esta cuenca y no en las cuencas restantes son las siguientes. En la Figura 3.1.7-15 se presenta el mapa de formaciones vegetales de la cuenca Majes-Camaná.

(i) Lo: Lomas<sup>4</sup>

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 (*Caesalpinea 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: Bofedales<sup>5</sup>

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 por que 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*), tajilla (*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.

---

<sup>4</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)

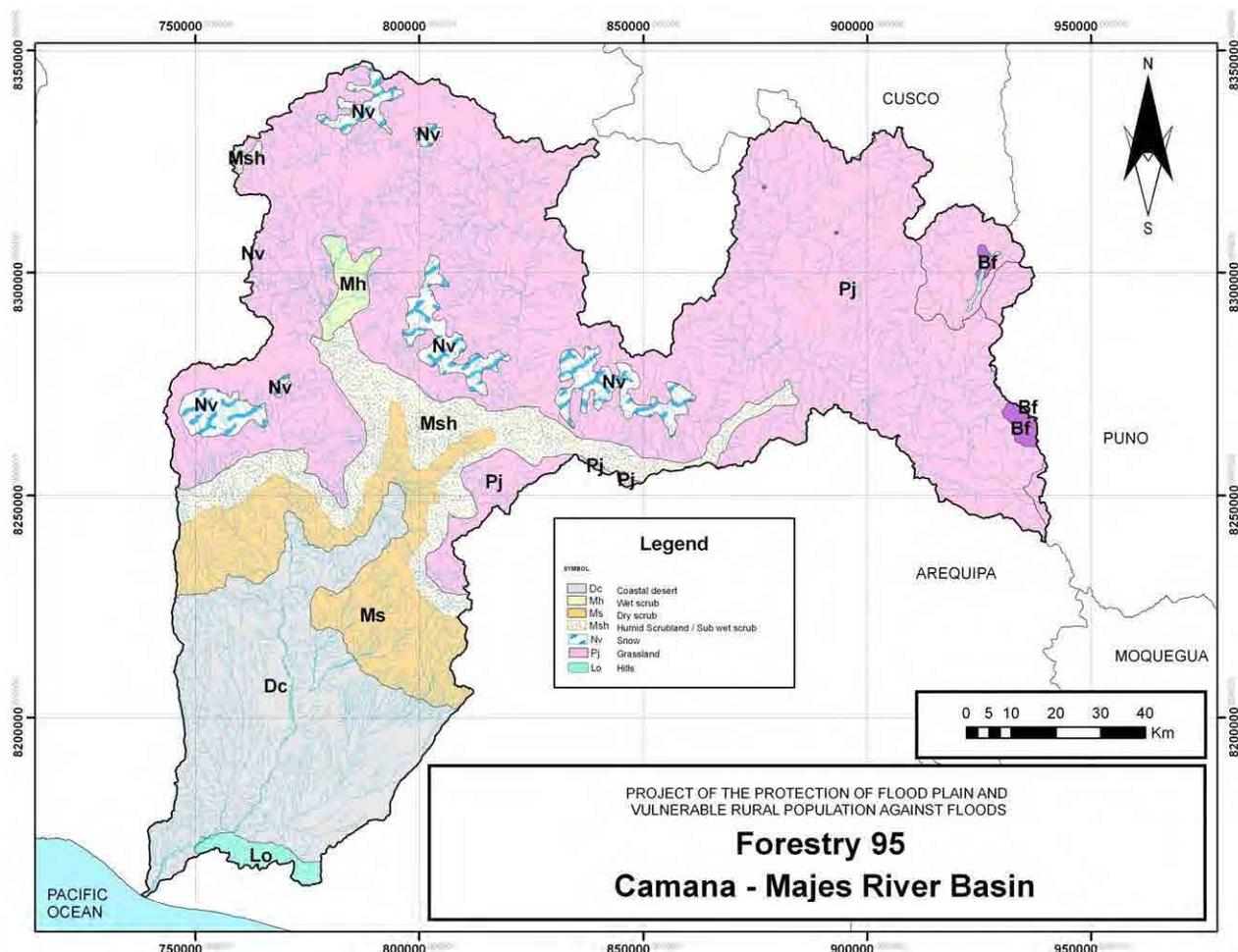
<sup>5</sup> (Fuente1) Cosecha de agua, Una práctica ancestral. Manejo sostenible de las praderas naturales, DESCO (Centro de Estudio y Promoción de desarrollo)

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>



**Figura 3.1.7-1 Distribución de la vegetación (Cuenca del Río Majes-Camaná)**

(Fuente: INRENA, Elaborado por el Equipo de JICA a base del Mapa Forestal. 1995)

## (2) Área y distribución de la vegetación

La Cuenca del Río Camaná-Majes se sobrepuso los resultados del estudio de INRENA del 1995 al SIG, y se obtuvo el porcentaje del área de la cuenca de cada clasificación de la vegetación. (Ver la Tabla 3.1.7-2).

**Tabla 3.1.7-2 Área de cada clasificación de la vegetación (Cuenca del Río Majes-Camaná)**

Distribución	Clasificación de la vegetación								Total
	Lo	Dc	Ms	Msh	Mh	Bf	Nv	Pj	
Área de distribución de la vegetación (km <sup>2</sup> )	104,54	3108,12	1570,08	1334,76	155,20	66,16	641,44	10069,21	17.049,51
Porcentaje del área de la cuenca (%)	0,6	18,2	9,2	7,8	0,9	0,4	3,8	59,1	100,0

Fuente: Elaborado por el Equipo de JICA a base del Mapa Forestal de INRENA1995

Si a este resultado se agrupa la clasificación, se obtiene la Tabla 3.1.7-3. Las características de la clasificación de la vegetación de la Cuenca del Río Majes-Camaná consiste en porcentajes bajos de las áreas de matorrales (menos de 9 %) por otro lado se tiene porcentajes altos en los pajonales (menos de 60 %). La altitud de la Cuenca alta del Río Majes consiste de más de 4.000 msnm, cubriendo la mayor área de pajonales.

**Tabla 3.1.7-3 Área y porcentaje de cada clasificación de la vegetación agrupada (Cuenca del Río Majes-Camaná)**

EE	Desiertos y otros (Lo,Dc)	Matorral seco (Ms)	Matorrales (Msh, Mh)	Praderas de alta elevación (Cp/Pj)	Nevado (N)	Total
Área de la vegetación (km <sup>2</sup> )	3.212,66	1.570,08	1.489,96	10.135,37	641,44	17.049,51
Porcentaje del área de la cuenca (%)	18,8	9,2	8,7	59,4	3,8	99,9

### (3) Variación del área forestal

Aunque hasta ahora no se ha realizado un estudio detallado sobre la variación del área forestal en el Perú, el Plan Nacional de Reforestación Perú 2005 - 2024, Anexo 2 del INRENA muestra las áreas deforestadas según los departamentos hasta el año 2005. Las áreas objeto del presente Estudio están incluidas en las regiones de Arequipa, Ayacucho, Huancavelica, Ica, Lima y Piura, pero solo pertenecen parcialmente a estas regiones. En la Tabla 3.1.7-4 se presentan las cifras acumuladas de las áreas deforestadas de estas regiones.

Sin embargo, en cuanto a la Región de Arequipa, no se disponen de estos datos.

**Tabla 3.1.7-4 Área deforestada hasta el año 2005**

Departamento	Área (ha)	Área deforestada acumulada (ha) y porcentaje de dicha área en el área departamental (%)	Situación de post-tala	
			Área no utilizada (ha)	Área utilizada (ha)
Arequipa	6.286.456	-	-	-

Fuente: Plan Nacional de Reforestación, INRENA, 2005

Se analizó la variación de la distribución de la vegetación por cada cuenca, sobreponiendo al SIG los datos del estudio de la FAO realizado en 2005 (elaborado a partir de las imágenes satelitales del 2000) y los resultados del estudio del INRENA de 1995 (elaborado a partir de las imágenes satelitales de 1995). (Ver la Tabla3.1.7-5).

Desde 1995 al 2000, los matorrales semi húmedos y húmedos disminuyeron 30 km<sup>2</sup> (2,3 %) y 5km<sup>2</sup> (3,2 %) respectivamente, los pajonales (Pj), nevados (Nv) han disminuido significativamente con 364 km<sup>2</sup> (3,6 %) y 60 km<sup>2</sup> (9,4 %) respectivamente, los bofedales (Bf) está aumentando aproximadamente 12 km<sup>2</sup> (18,2 %). El área con mayor aumento es el desierto costero (Dc) aproximadamente 40 km<sup>2</sup> (13,0 %).

**Tabla 3.1.7-5 Cambios en las áreas de la distribución de la vegetación entre 1995 y 2000  
(Cuenca del Río Majes-Camaná)**

Área	Clasificación de la vegetación							
	Lo	Dc	Ms	Msh	Mh	Bf	Pj	Nv
Año 1995 (km <sup>2</sup> ) (a)	104,54	3.108,12	1.570,08	1.334,76	155,20	66,16	10.069,21	641,44
Año 2000 (km <sup>2</sup> ) (b)	131,55	3.512,24	1.586,48	1.304,54	150,25	78,18	9.705,02	581,25
Cambios (b-a) (km <sup>2</sup> ) (c)	27,01	404,12	16,40	-30,22	-4,95	12,02	-364,19	-60,19
Porcentaje de cambio (%) (c/a)	25,8	13,0	1,0	-2,3	-3,2	18,2	-3,6	-9,4

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio de JICA a base de los estudios realizados por el INRENA 1995 y FAO 2005

#### (4) Situación actual de la forestación

El Plan Nacional de Reforestación (INRENA, 2005) presenta el registro de la forestación por departamento de 1994 a 2003, del cual se buscaron los datos históricos correspondientes al ámbito del presente estudio (Ver a la Tabla 3.1.7-6). Se observa que el área reforestada aumentó en 1994, decayendo drásticamente luego. Arequipa está ubicada en la zona costera cuya precipitación es escasa, así limitándose la posibilidad de forestación, además de poca demanda forestal.

**Tabla 3.1.7-6 Registro histórico de forestación 1994-2003 (antiguamente Departamento)**

Departamento	(Unidades: ha)										
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Arequipa	3.758	435	528	1.018	560	632	nr	37	282	158	7.408

Fuente: Plan Nacional de Reforestación, INRENA, 2005

Según la información obtenida a través de entrevista por Agrorural, las experiencias de forestación se muestran en la Tabla 3.1.7-7. Se ha realizado la forestación en 4 lugares, todas en áreas muy reducidas, y mayormente forestación experimental. Por otro lado, la ONG Nature Conservancy actualmente realiza actividades de recuperación de la vegetación propia de las Lomas en el área costera peruana.

**Tabla 3.1.7-7 Experiencias de forestación (Departamento de Arequipa)**

Año	Lugar de plantación	Unidad ejecutora	Especies plantadas	área (ha)	Observaciones
1992	Arequipa	Univ. Nac. San Agustín	Especies nativas	2	Diagnóstico Forestal y Posibilidades
2004	Usuña, Bellavista Dsitrito de Polobaya, Prov. Arequipa	AGRORURAL	eucalipto, pino, ciprés	3	
2005	Arequipa	Tesis de Universidad	molle	0,5	

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio de JICA a base de entrevista a AGORURAL

### 3.1.8 Situación actual de la erosión del suelo

#### (1) Recolección de información y elaboración de datos básicos

##### 1) Recolección de información

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

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

	Formatos	Elaborado por:
Mapa topográfico (Escala 1/50.000)	Shp	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
Mapa topográfico (Escala 1/100.000)	Shp,dxf	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
Mapa geológico (Escala 1/250.000)	SHP	Geologic data systems
Mapa geológico (Escala 1/100.000)	Shock Wave	INGEMMET
Datos de malla de 30 m	Text	NASA
Datos de los Ríos	SHP	ANA
Datos de las cuencas	SHP	ANA
Mapa de riesgo potencial de erosión	SHP	ANA
Mapa de suelos	SHP	INRENA
Mapa de cobertura vegetal	SHP2000 PDF1995	DGFFS
Datos de precipitación	Text	Senami

##### 2) Elaboración de datos básicos

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

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

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

##### 1) Características topográficas

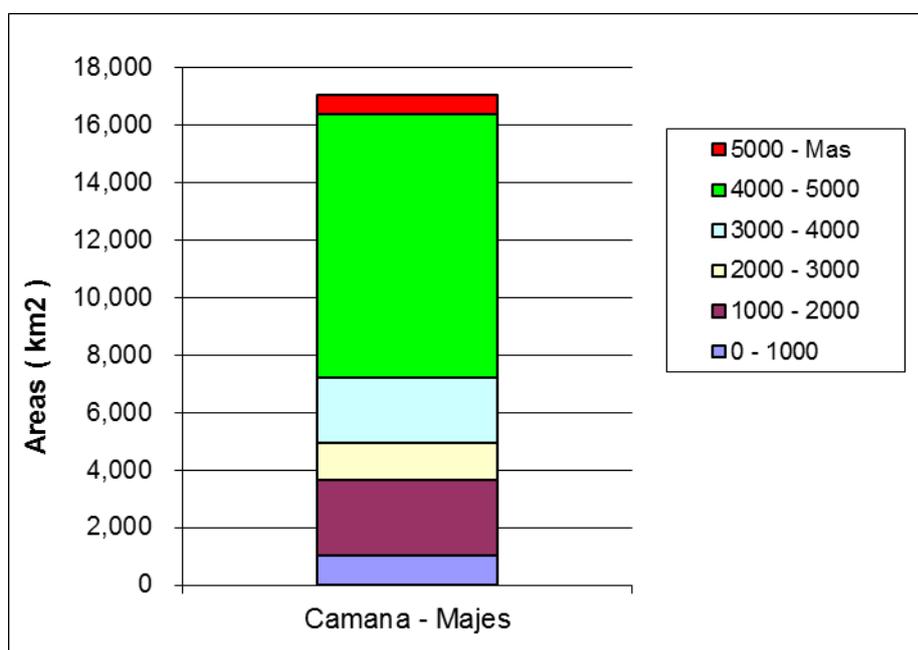
- i) Superficie según altitudes

En la Tabla 3.1.8-2 y en la Figura 3.1.8-1 se presenta el porcentaje de la superficie según altitudes de la cuenca del Río Majes-Camaná. Las cuencas del Río Cañete y del Río Majes-Camaná se caracterizan por un elevado porcentaje de altitudes a más de 4.000 msnm. Las laderas en estas alturas son poco acentuadas y se distribuyen numerosas nevadas y reservorios. Esta parte de la cuenca del Río Majes-Camaná es extensa y presenta abundantes y caudalosos recursos hídricos en comparación con otras cuencas. Las altitudes entre 4.000 y 5.000 msnm representan el 53 % de la superficie total.

**Tabla 3.1.8-2 Superficie según altitudes**

Altitud (msnm)	Área (km <sup>2</sup> )
	Majes-Camaná
0 – 1000	1040,56
1000 – 2000	2618,77
2000 – 3000	1277,54
3000 – 4000	2305,64
4000 – 5000	9171,56
5000 – Más	635,44
TOTAL	17049,51
Altitud máxima	5821

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio de JICA a base de los datos de malla de 30 m



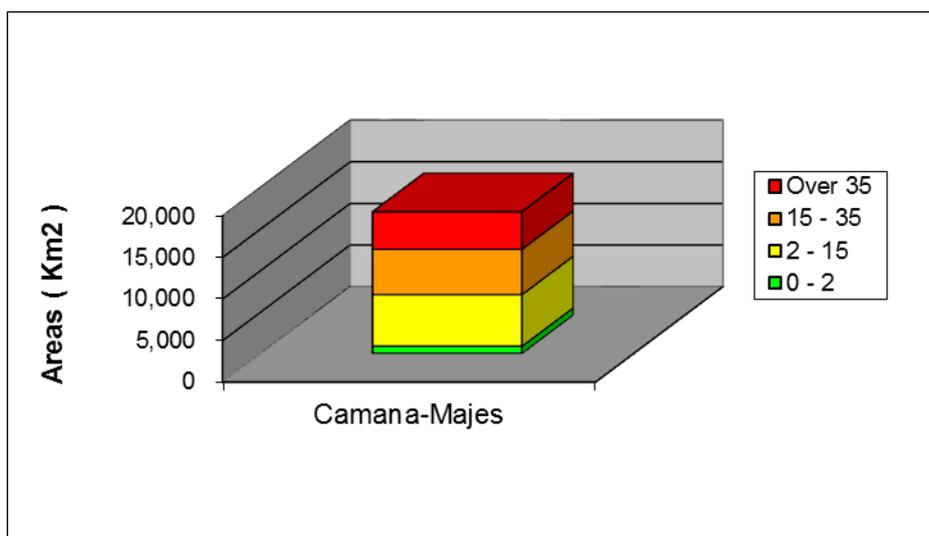
**Figura 3.1.8-1 Superficie según altitudes**

ii) Zonificación según pendientes

En la Tabla 3.1.8-3 y en la Figura 3.1.8-2 se muestran las pendientes de la Cuenca del Río Majes-Camaná.

**Tabla 3.1.8-3 Pendientes y superficie**

Pendiente de la cuenca ( % )	Majes-Camaná	
	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje
0 - 2	869,75	5%
2 - 15	6210,54	36%
15 - 35	5452,97	32%
Más de 35	4516,25	26%
TOTAL	17049,51	100%



**Figura 3.1.8-2 Pendientes y superficie**

iii) Pendiente del lecho

En la Tabla 3.1.8-4 y la Figura 3.1.8-3 se muestran la pendiente de cada uno de los Ríos y la longitud de las quebradas incluyendo los tributarios. En la Figura 3.1.8-4 se muestra la relación general del movimiento de los sedimentos y la pendiente del lecho. Se dice que los tramos con más de 33,3 % de inclinación tienden a producir mayor cantidad de sedimentos, y en las laderas con pendientes entre 3,33 % y 16,7 %, se acumulan los sedimentos con mayor facilidad.

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

Pendiente del lecho ( % )	Majes-Camaná
0,00 - 1,00	263,45
1,00 - 3,33	1953,19
3,33 - 16,67	7511,73
16,67 - 25,00	1383,17
25,00 - 33,33	761,15
33,33 - Más	1425,65
TOTAL	13298,34

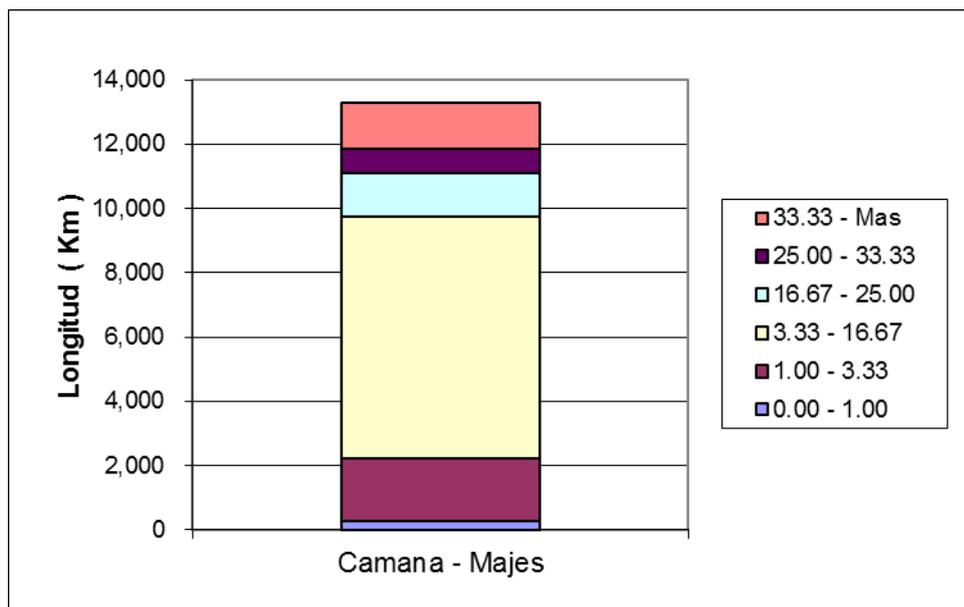


Figura 3.1.8-3 Pendiente del lecho y longitud total de las quebradas

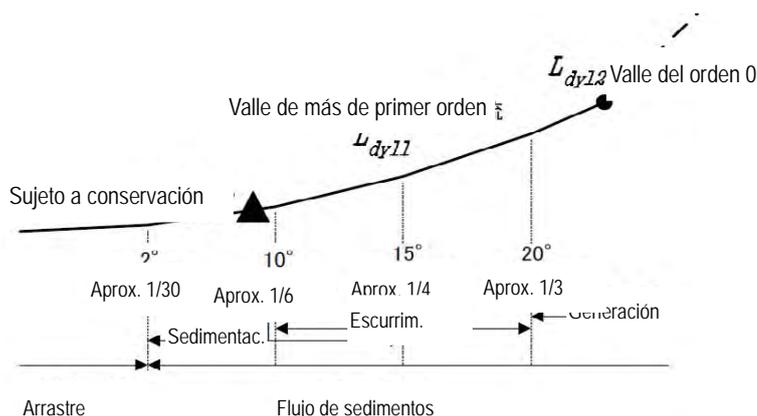
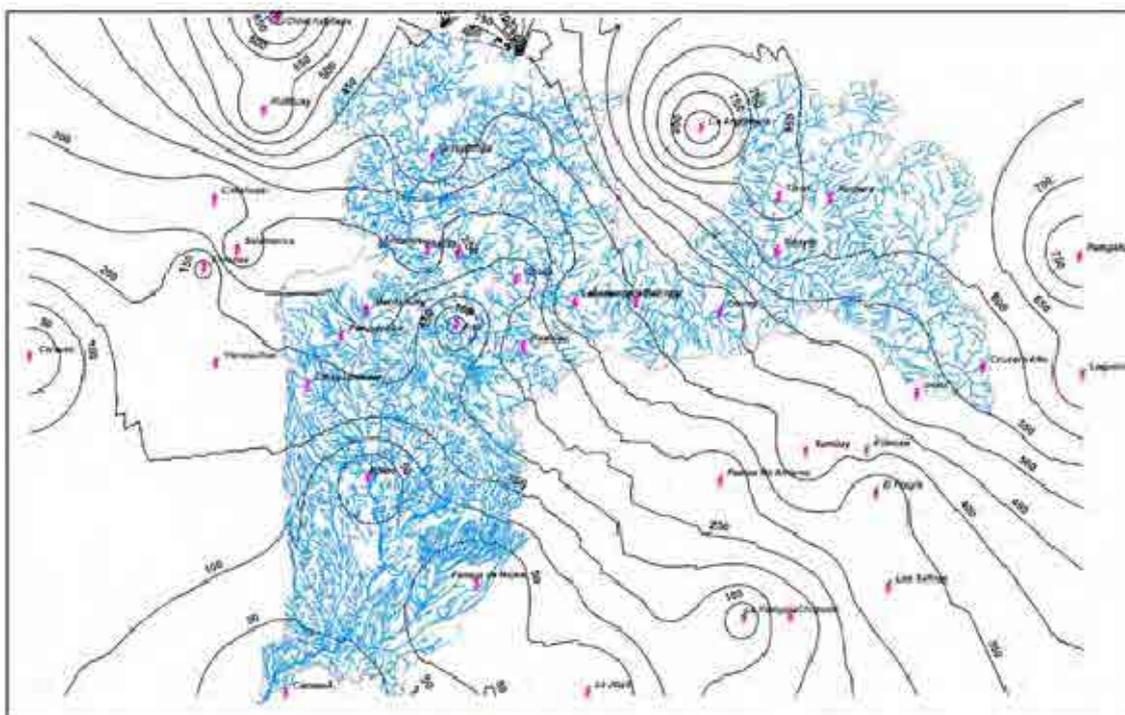


Figura 3.1.8-4 Pendiente del lecho y patrón de movimiento de sedimentos

## 2) Precipitaciones

Se elaboraron los mapas de isoyetas de cada cuenca, con base a los mapas de isoyetas elaborados por SENAMHI utilizando los datos de precipitaciones recogidos en el período 1965 - 1974. En la Figura 3.1.8-5 se presenta el mapa de isoyetas (precipitaciones anuales) de la cuenca del Río Majes-Camaná.

Las precipitaciones anuales en el área objeto del análisis de inundaciones oscilan entre 0 y 50 mm. Las precipitación media anual en la zona de 4000 – 5000 msnm de la parte sudeste oscilan entre 500 y 750 mm.



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

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

### 3) Las características de Erosión

Las áreas por debajo de los 500 msnm con poca vegetación y precipitaciones reducidas corresponden al “Área A”. Aquí, ocurre poca erosión. Dichas áreas llamadas “Costa”, forman una franja de desierto que alcanza una longitud de 2,414 km desde Ecuador por el norte hasta Chile por el sur y se extienden entre la costa pacífica y regiones interiores hasta a una altitud de 500 msnm. Las áreas entre los 1.000 y 4,000 msnm con pendiente acentuado, poca vegetación y baldíos corresponden al “Área B”. Aquí es donde se da mayor intensidad de erosión a pesar de que ocurren pocas lluvias. Estas áreas se llaman Sierra, zona Quechua y zona Suni. La Sierra que representa el 28% del territorio nacional, comprende desde las áreas a más de 500 msnm de la ladera occidental de los Andes hasta las áreas a 1,500 msnm de la ladera oriental. La zona Quechua (o Quichua) corresponde a zonas templadas a una altitud entre 2.300 y 3.500 msnm. La zona Suni (o Jarca) corresponde a áreas frías a una altitud entre 3,500 y 4,000 msnm. Las áreas por encima de los 4,000 msnm presentan abundantes precipitaciones y baja temperatura. Aquí, las tierras están cubiertas por matorrales adaptados al clima frío, y la pendiente es suave, por lo que ocurre poca erosión. (Área C) El área se llama zona Puna.

En la Tabla 3.1.8-5 se presenta la relación entre cada área y la altitud según cuencas.

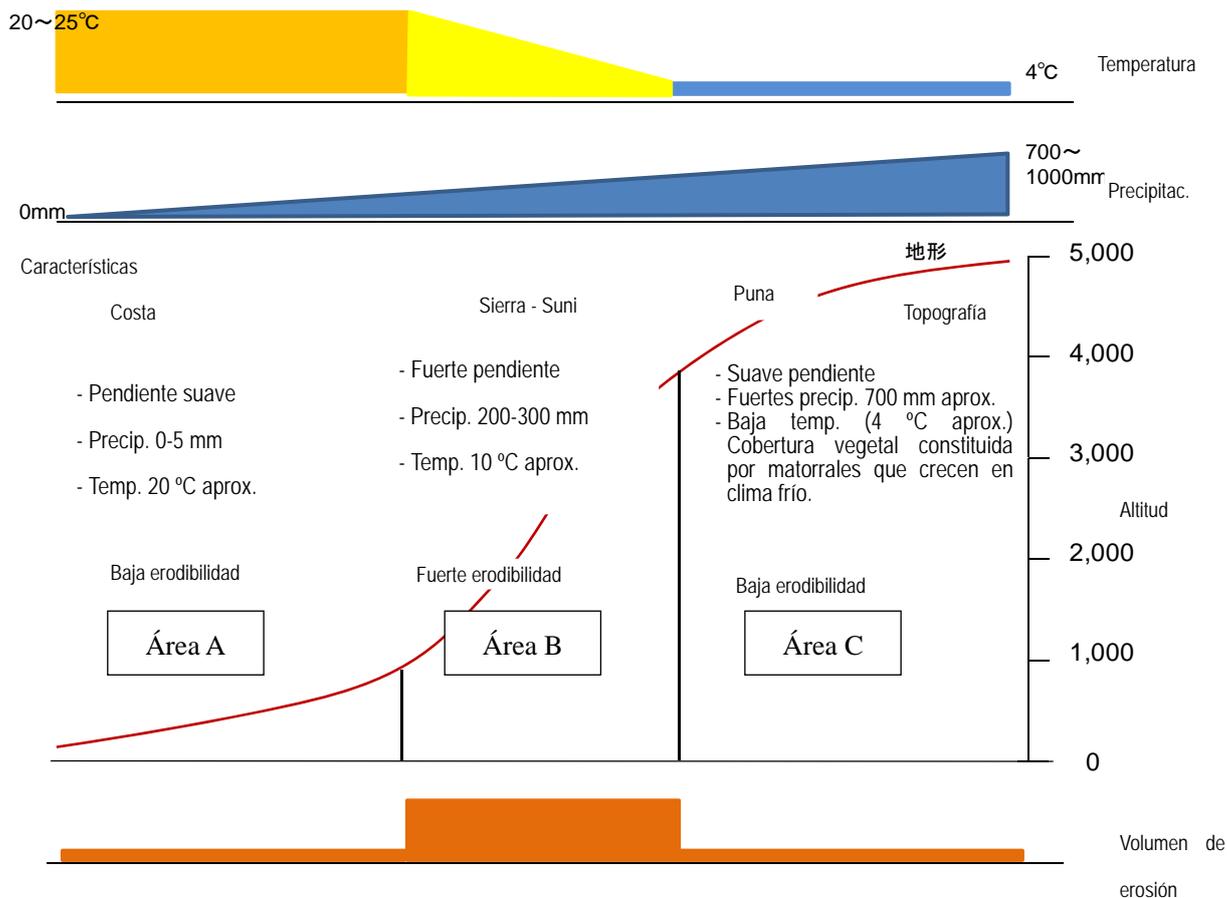


Figura 3.1.8-6 Relación entre el volumen de erosión del suelo y las diferentes causas

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

Área	Cuenca Majes-Camaná
A	0-1.000
B	1.000-3.000
C	3.000-5.000

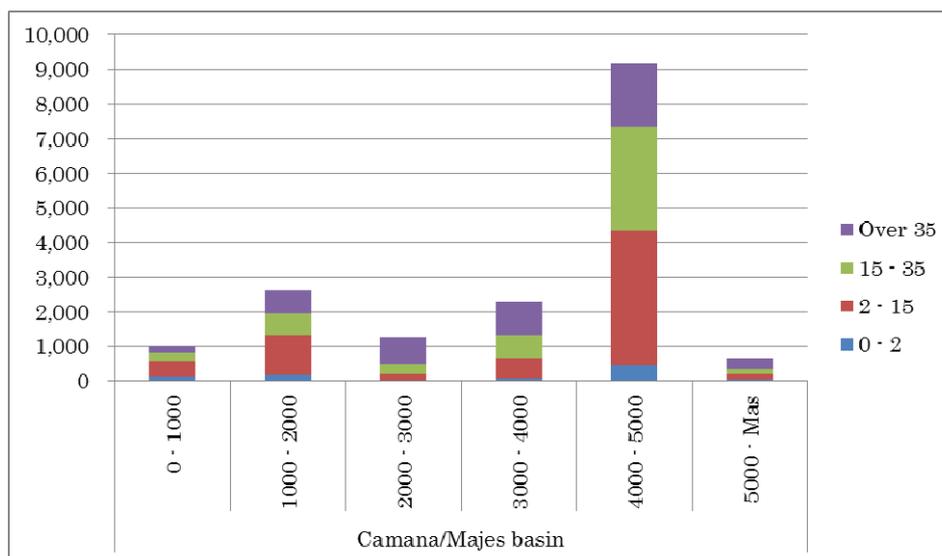
### (3) Identificación de las zonas más eludibles

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

La cuenca Majes-Camaná se caracteriza por su topografía muy variada entre los 1.000 y 4.000 msnm. El Cañón del Colca considerado como uno de los valles más profundos del Planeta está aquí.

**Tabla 3.1.8-6 Pendientes según altitudes del Río Majes-Camaná**

Cuenca	Pendiente	Altitudes (m)										total		
		0 - 1000		1000 - 2000		2000 - 3000		3000 - 4000		4000 - 5000			5000 - Más	
Majes-Camaná	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
	Más de 35	230,75	5%	677,32	15%	537,05	12%	993,25	22%	1823,81	40%	290,08	6%	230,75



**Figura 3.1.8-7 Pendientes según altitudes del Río Majes-Camaná**

#### (4) Producción de los sedimentos

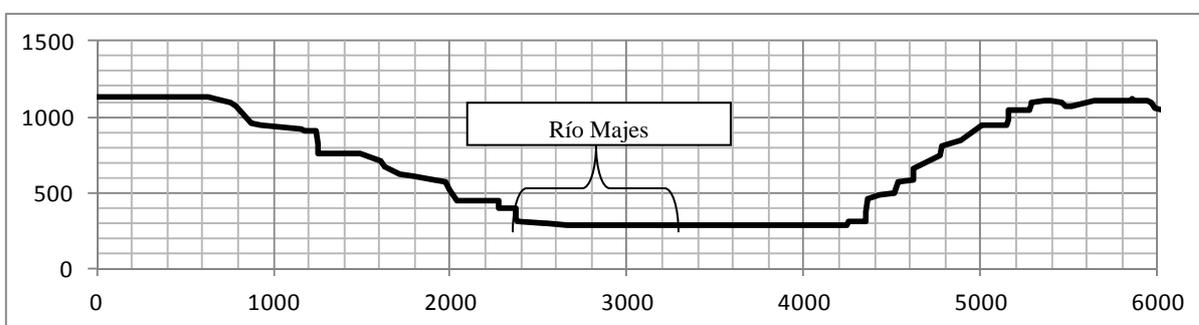
##### 1) Resultados del estudio geológico

A continuación se describen los resultados del estudio.

- Es un Río que recorre en medio de un cañón formado por una erosión de 800m aproximadamente de suelo. El ancho del valle es de 4,2 km, el ancho del Río es de 400m (ver la Figura 3.1.8-10). Tiene las características topográficas 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 y se observan la formación de depósito de materiales clásticos desprendidos por el derrumbe o por la erosión eólica (ver la Figura 3.1.8-16).
- La roca base es la roca sedimentaria del periodo Mesozoico y se observan principalmente la erosión eólica y el movimiento lento de arena fina (ver la Figura 3.1.8-16)
- Como se muestra en la foto, no se observa vegetación enraizada probablemente por el movimiento lento de sedimentos en tiempo ordinario (ver la Figura 3.1.8-10 y la Figura 3.1.8-16).
- El ancho de la base del valle es amplio (a 111km de la desembocadura del Río, en la confluencia de Andamayo), y 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 (ver la Figura 3.1.8-16).

- 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 (ver la Figura 3.1.8-16).
- Según el resultado de las entrevistas, se muestra a continuación la situación de la generación de sedimentos de las subcuentas 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 3.1.8-8 Corte transversal de la Cuenca de Majes (50 km aprox. desde la desembocadura)**

**Tabla 3.1.8-7 Generación del aluvión en aguas arriba del Río de Majes**

No	Nombre del Río	Distancia	Situación
1	Cosos Figura 3.1.8-11 Figura 3.1.8-12	88 km 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 Figura 3.1.8-13	103 km 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 Figura 3.1.8-14	106 km 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 Figura 3.1.8-15	106 km 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 m <sup>3</sup> de sedimentos.

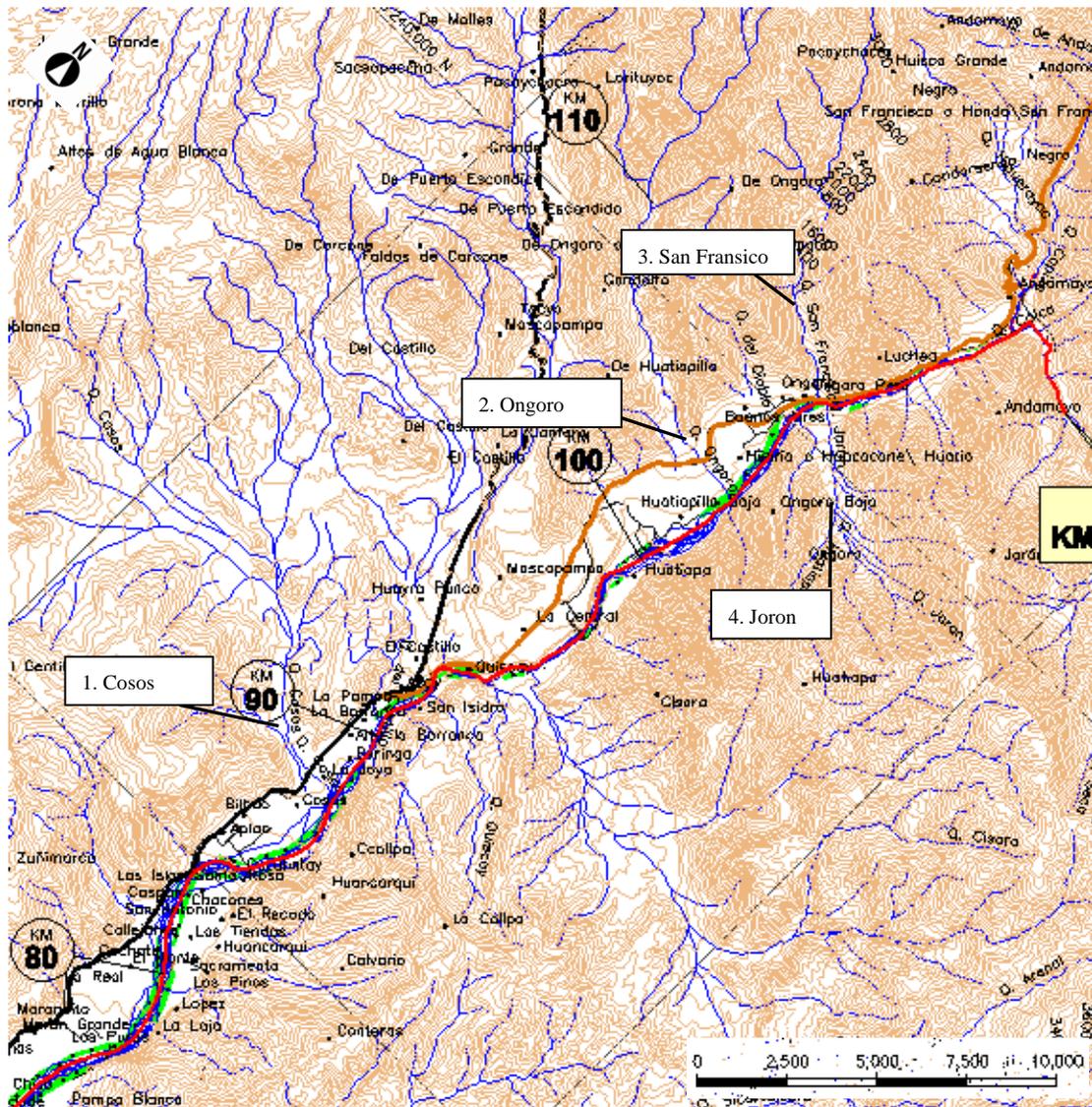


Figura 3.1.8-9 Ubicación de la generación del aluvión



Figura 3.1.8-10 Situación alrededor del Km 60 (formación del valle de aprox. 5km de ancho)



Figura 3.1.8-11 Situación de deposición de sedimentos en el Río Cosos (Ancho aprox. 900m)



**Figura 3.1.8-12 Carretera rural (=local) que cruza el Río Cosos (en temporada de lluvias los sedimentos cubren la carretera rural, sin embargo se restaura en un día)**

**Figura 3.1.8-13 Situación de Ongoro (en 1998, fallecieron 2 personas a causa del aluvión)**



**Figura 3.1.8-14 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 sedimentos de tierra y arena de ese entonces)**

**Figura 3.1.8-15 Situación del Río Jorón (los sedimentos del aluvión llegaron hasta el Río principal en 1998)**



**Figura 3.1.8-16 Situación alrededor del Km110 de la desembocadura (Se puede deducir que es poca la afluencia de los sedimentos desde las laderas hasta el canal del Río)**

**Figura 3.1.8-17 Intersección del Río Camaná y el Río Andamayo (el Río Andamayo es un aliviadero)**

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

En 1998, se produjeron múltiples daños por sedimentos en la Cuenca de Camaná-Majes. Por ello, se hizo un estudio de la precipitación de 1998. Los datos de precipitación han sido obtenidos del análisis hidrológico del Anexo 1 de Reporte de Soporte. Como se muestra en la Tabla 3.1.8-9, se han identificado la información de precipitaciones con diferentes periodos de retorno y la mayor cantidad de días/día en 1998 en las estaciones Pluviométricas (Tabla 3.1.8-8) relativamente cercanas a los puntos que se han identificado aluviones. En Chuquibamba se han observado precipitaciones con un periodo de retorno de 150 años, en Pampacolca 25 años, en Aplao y Huambo sólo 2 años.

En general, el muy poderoso Fenómeno de El Niño de los años 1982-1983 y 1998, ha aparecido casi cada 50 años<sup>6</sup>, y se determinó que los daños por sedimentos se han producido por precipitaciones de una magnitud similar a las de un periodo de retorno de 50 años.

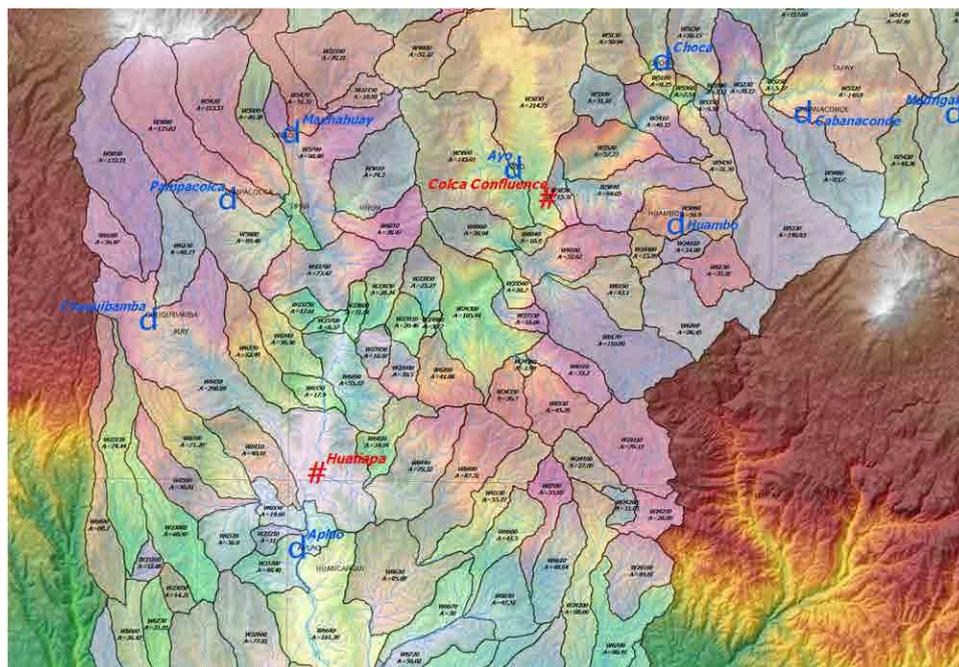
**Tabla 3.1.8-8 Lista de Estaciones Pluviométricas para verificar la precipitación**

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 3.1.8-9 Probabilidad de precipitación de cada Estación Pluviométrica y precipitación máxima diaria 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

<sup>6</sup> (Fuente) Lorenzo Huertas DILUVIOS ANDINOS A TRAVÉS DE LAS FUENTES DOCUMENTALES - COLECCIÓN CLÁSICOS PERUANOS 05/2003



**Figura 3.1.8-18 Ubicación de las Estaciones Pluviométricas**

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

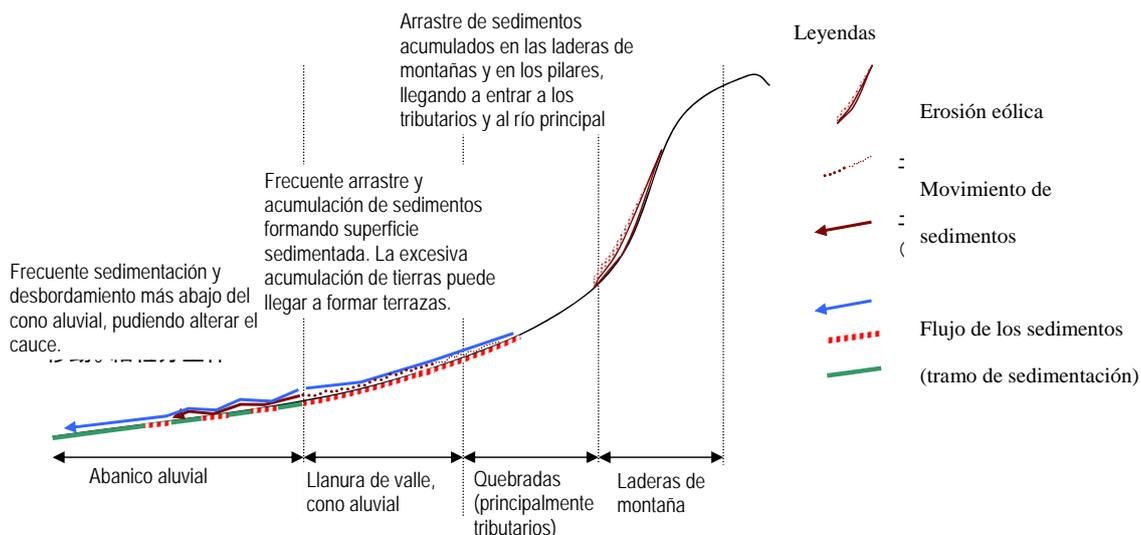
Se prevé que la cantidad de producción y arrastre de sedimentos varía dependiendo de la magnitud de los factores como las precipitaciones, caudal, etc.

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

#### (i) Un año ordinario

En la Figura 3.1.8-19 se presentan los datos de producción y descarga de sedimentos en tiempo ordinario.

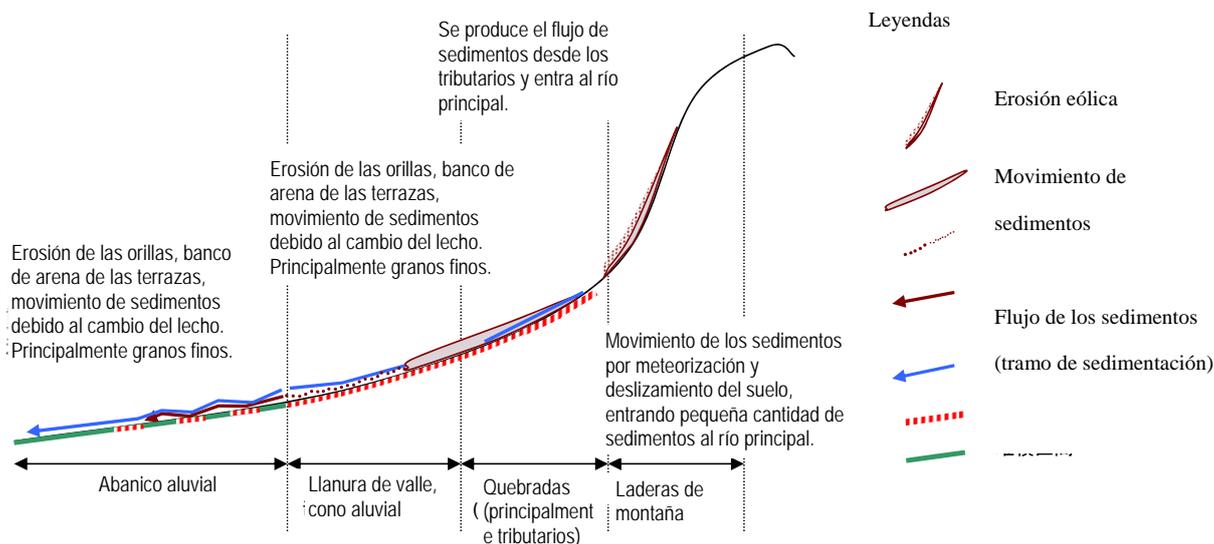
- Casi no se producen los sedimentos desde las laderas.
- Los sedimentos se producen desprendiéndose de las laderas por el choque de la corriente de agua contra el depósito de sedimentos, y se arrastran aguas abajo.
- Se considera que el arrastre de sedimentos se produce por el siguiente mecanismo: los sedimentos acumulados en los bancos de arena dentro del cauce son empujados y transportados aguas abajo por el cambio del cauce durante las crecidas pequeñas (véase la Figura 3.1.8-19).



**Figura 3.1.8-19 Producción y arrastre de sedimentos en un año ordinario**

(ii) Cuando ocurren lluvias torrenciales de similar magnitud a El Niño (período de retorno de 50 años) De acuerdo con las entrevistas realizadas en la localidad, cada vez que ocurre el fenómeno de El Niño se produce el flujo de sedimentos en los tributarios. Sin embargo, dado que el cauce tiene suficiente capacidad para regular los sedimentos, la influencia en la cuenca baja es reducida.

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



**Figura 3.1.8-20 Producción y arrastre de sedimentos durante las lluvias torrenciales con un período de retorno de 50 años**

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

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

Si suponemos que ocurren lluvias con un periodo de retorno de más de 10.000 años, se estima que se generaría la siguiente situación (véase la Figura 3.1.8-21). La frecuencia de grandes crecidas se estimó en miles de años suponiendo que se coincide con el ciclo de calentamiento-enfriamiento a nivel global.

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

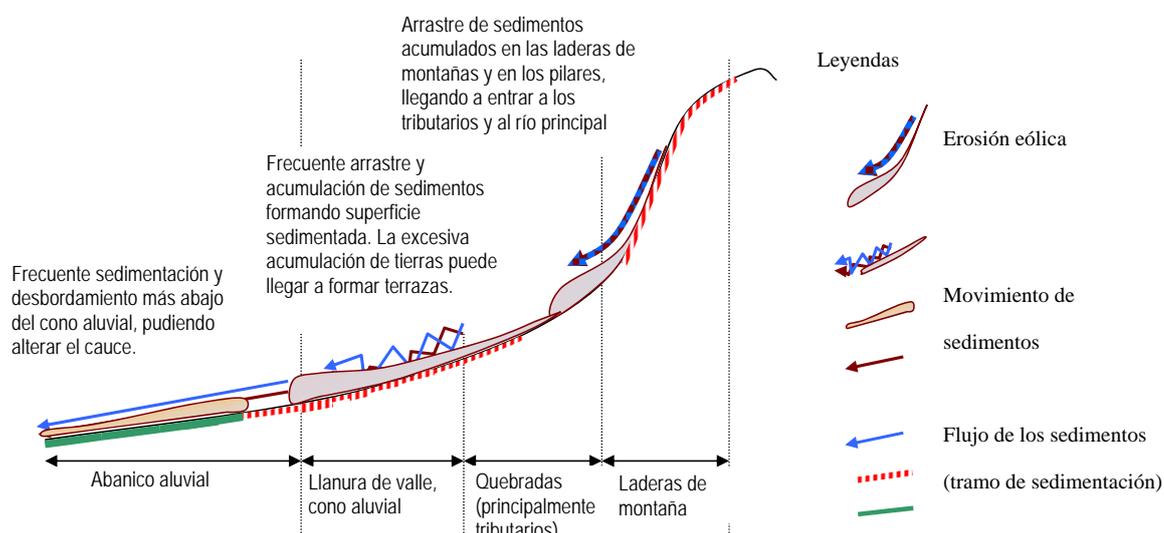
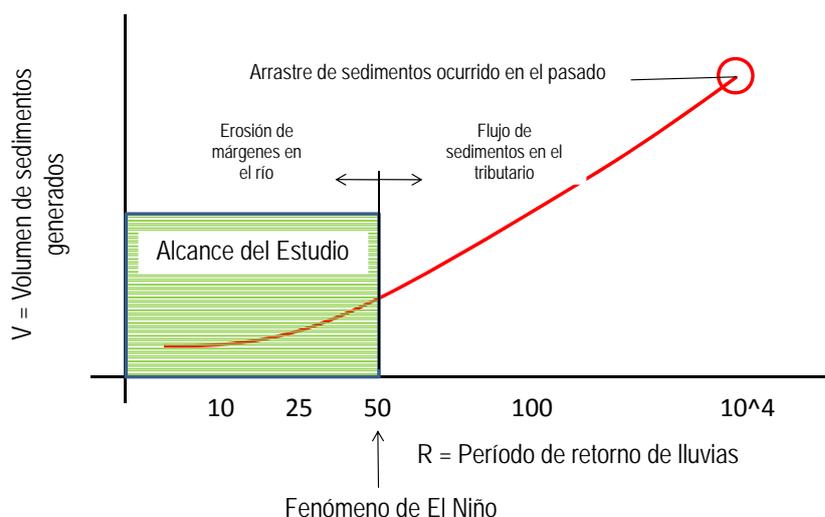


Figura 3.1.8-21 Producción de sedimentos en grandes crecidas (escala geológica)

##### (5) Alcance del presente Estudio

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



Fuente: Preparado por el Equipo de Estudio

**Figura 3.1.8-22 Relación entre Producción de sedimentos de sedimentos y Período de retorno de lluvias, y Alcance del presente Estudio**

### 3.1.9 Precipitaciones

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

#### 3.1.9.1 Datos de precipitaciones

Tuvimos conocimiento de la situación del monitoreo pluvial que son datos a utilizar en el análisis de descarga en el área objeto del estudio y recopilamos y pusimos en orden los datos de precipitaciones necesarios para dicho análisis. Los datos de precipitaciones fueron obtenidos principalmente de SENAMHI. Casi todas las estaciones de monitoreo pertenecen a SENAMHI. Las estaciones objeto no cuentan con el monitoreo automático, sino con un monitoreo periódico manual. Por consiguiente, no existen datos pluviales horarios y todos los datos son de precipitaciones diarias (de 24 horas). Por otra parte, en la estación de monitoreo de precipitaciones en Chivay, que se encuentra en la parte central de la cuenta, se está realizando la medición utilizando un pluviómetro automático tipo telemetría. En esta estación se han obtenido los datos de precipitaciones por horas del mes de febrero (época de lluvias) de los años 2011 y 2012.

##### (1) Situación del monitoreo pluvial

Las Tablas 3.1.9.1-1 y 3.1.9.1-2 y la Figura 3.1.9.1-1 presentan la ubicación de las estaciones de monitoreo pluvial y el periodo de tomad e datos pluviales.

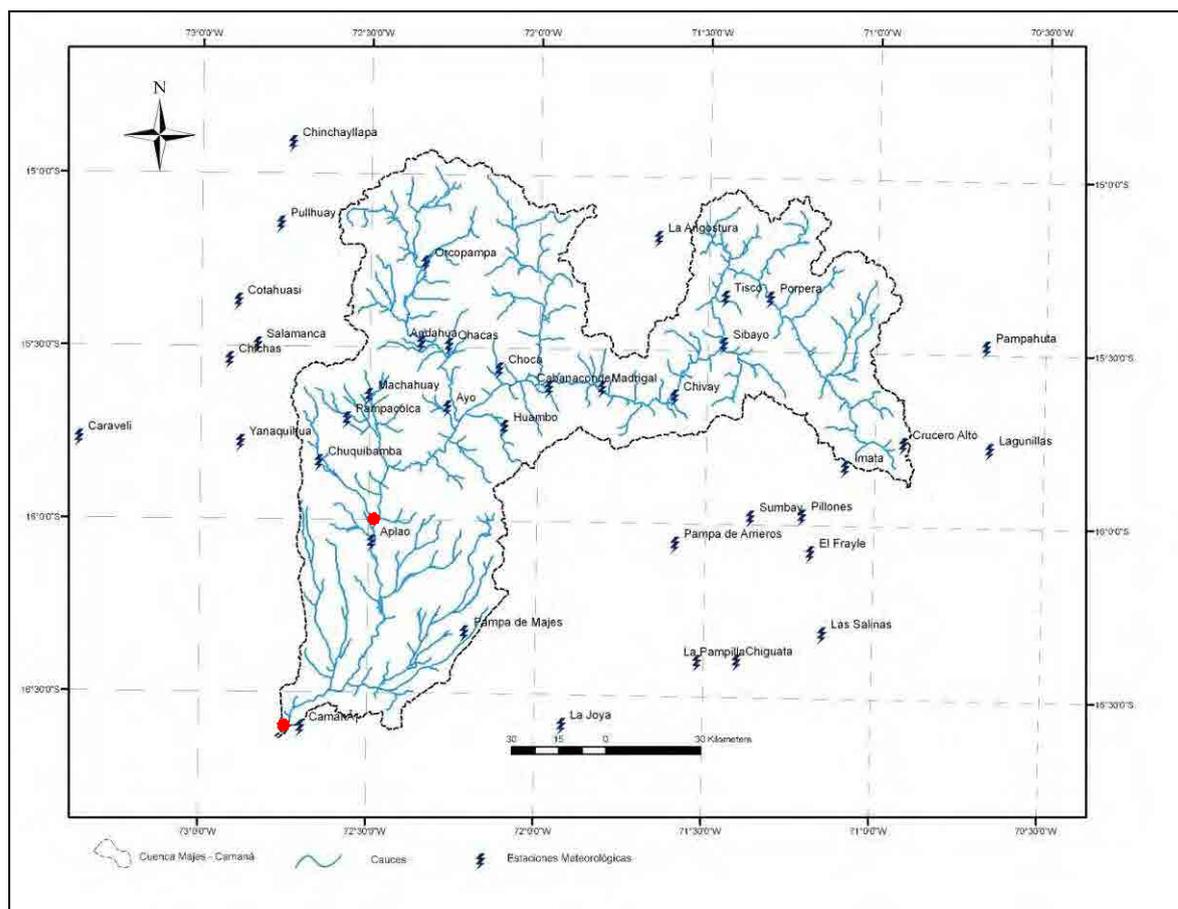
En la cuenca del Río Majes-Camaná, hasta la fecha se lleva el monitoreo de precipitaciones en 48 estaciones de monitoreo. El monitoreo empezó en 1964. Existen estaciones cuyos datos carecen de

nivel de precisión por tener un largo lapso de tiempo sin monitoreo. Por tanto, el análisis de descarga adoptó datos de 38 estaciones indicadas en la Figura 3.1.9.1-2, que presentan un nivel de precisión relativamente bueno de datos recolectados.

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

Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Institución
ANDAHUA	15° 29'37	72° 20'57	3538	SENAMHI
APLAO	16° 04'10	72° 29'26	625	SENAMHI
AYO	15° 40'45	72° 16'13	1950	SENAMHI
CABANACONDE	15° 37'7	71° 58'7	3369	SENAMHI
CAMANÁ	16° 36'24	72° 41'49	29	SENAMHI
CARAVELÍ	15° 46'17	73° 21'42	1757	SENAMHI
CHACHAS	15° 29'56	72° 16'2	3130	SENAMHI
CHICHAS	15° 32'41	72° 54'59.7	2120	SENAMHI
CHIGUATA	16° 24'1	71° 24'1	2945	SENAMHI
CHINCHAYLLAPA	14° 55'1	72° 44'1	4514	SENAMHI
CHIVAY	15° 38'17	71° 35'49	3663	SENAMHI
CHOCO	15° 34'1	72° 07'1	3160	SENAMHI
CHUQUIBAMBA	15° 50'17	72° 38'55	2839	SENAMHI
COTAHUASI	15° 22'29	72° 53'28	5086	SENAMHI
CRUCERO ALTO	15° 46'1	70° 55'1	4486	SENAMHI
EL FRAYLE	16° 05'5	71° 11'14	4110	SENAMHI
HUAMBO	15° 44'1	72° 06'1	3500	SENAMHI
IMATA	15° 50'12	71° 05'16	4451	SENAMHI
LA ANGOSTURA	15° 10'47	71° 38'58	4260	SENAMHI
LA JOYA	16°35'33	71°55'9	1279	SENAMHI
LA PAMPILLA	16° 24'12.2	71° 31'6	2388	SENAMHI
LAGUNILLAS	15° 46'46	70° 39'38	4385	SENAMHI
LAS SALINAS	16° 19'5	71° 08'54	3369	SENAMHI
MACHAHUAY	15° 38'43	72° 30'8	3000	SENAMHI
MADRIGAL	15° 36'59.7	71° 48'42	3238	SENAMHI
ORCOPAMPA	15° 15'39	72° 20'20	3805	SENAMHI
PAMPA DE ARRIEROS	16° 03'48	71° 35'21	3720	SENAMHI
PAMPA DE MAJES	16° 19'40	72° 12'39	1442	SENAMHI
PAMPACOLCA	15° 42'51	72° 34'3	2895	SENAMHI
PAMPAHUTA	15° 29'1	70° 40'33.3	4317	SENAMHI
PILLONES	15° 58'44	71° 12'49	4428	SENAMHI
PORPERA	15° 21'1	71° 19'1	4142	SENAMHI
PULLHUAY	15° 09'1	72° 46'1	3098	SENAMHI
SALAMANCA	15° 30'1	72° 50'1	3153	SENAMHI
SIBAYO	15° 29'8	71° 27'11	3839	SENAMHI
SUMBAY	15° 59'1	71° 22'1	4300	SENAMHI
TISCO	15° 21'1	71° 27'1	4198	SENAMHI
YANAQUIHUA	15° 46'59.8	72° 52'57	2834	SENAMHI





**Figura-3.1.9.1-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del Río Majes-Camaná)**

(2) Precipitaciones mensuales

De entre las 48 estaciones de monitoreo pluvial ubicadas en la cuenca del Río Majes- Camaná y en su cercanía, fueron eliminados los datos monitoreados en 10 estaciones por su corto periodo de monitoreo (menos de 20 años), la falta de datos de los últimos 10 años, o su ubicación muy apartada de la cuenca, adoptándose los datos de las 38 estaciones restantes.

La Tabla 3.1.9.1-3 presenta los datos de precipitaciones mensuales de la estación TISCO como ejemplo de las 38 estaciones.

**Tabla 3.1.9.1-3 Precipitaciones mensuales de la estación TISCO**

TOTAL MONTHLY PRECIPITATION (mm)													
BASIN	GAGE	DEPARTMENT	LONGITUDE	LATITUDE									
Camaná - Majes	TISCO	AREQUIPA	71° 27'1	15° 21'1									
Year	Month												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1963													
1964	86.1	72.9	114.4	42.9	22.0	0.0	0.0	6.1	4.4	17.9	41.1	131.8	484.0
1965	75.0	161.1	85.9	42.5	0.3	0.0	9.2	0.0	24.0	22.0	10.4	151.7	582.1
1966	110.3	184.9	64.6	10.6	45.1	0.0	0.0	4.5	0.0	43.3	79.7	55.0	598.0
1967	103.8	161.0	220.2	64.5	13.1	0.6	8.2	9.4	41.8	23.6	12.7	90.5	749.4
1968	266.0	119.6	179.4	31.6	4.0	5.1	5.5	5.8	20.0	52.9	84.6	31.7	806.3
1969	150.1	113.0	52.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	60.8	97.7	478.0
1970	139.6	150.5	138.5	22.4	9.5	0.0	1.0	1.1	35.6	5.1	4.7	146.8	654.9
1971	140.0	183.5	101.2	30.1	2.6	0.9	0.0	0.0	0.0	5.0	2.2	132.7	598.2
1972	362.1	188.7	235.5	32.7	0.1	0.0	2.3	0.1	55.1	32.9	32.1	90.1	1031.7
1973	297.8	190.2	159.2	81.1	15.9	0.0	8.2	10.2	31.1	7.6	60.6	53.9	915.7
1974	290.2	172.9	44.7	80.7	1.5	14.5	0.0	111.1	9.3	4.3	7.5	50.2	786.8
1975	146.6	246.7	122.4	30.2	20.8	3.2	0.0	1.0	8.0	48.3	1.4	131.4	760.1
1976	153.0	107.7	166.8	41.6	9.3	7.5	4.6	2.3	58.9	0.5	0.6	71.9	624.7
1977	67.0	239.2	118.8	7.1	4.1	0.0	2.3	0.0	11.7	16.3	110.2	49.8	626.6
1978	317.6	24.1	78.7	68.9	0.0	4.0	0.0	1.0	2.3	26.9	78.6	60.0	662.2
1979	127.4	88.0	123.3	16.5	0.0	0.0	2.5	2.5	0.0	59.2	71.2	93.7	584.4
1980	72.5	43.1	183.6	2.2	0.0	0.0	13.5	25.9	28.1	94.1	2.1	30.2	495.3
1981	205.2		52.0	73.0	2.0	0.0	0.0	46.8	9.0	24.8	52.3	110.6	
1982	161.0	45.9	122.8	34.9	0.0	0.5	0.0	0.0	80.9	105.5	150.5	70.0	772.0
1983	46.7	93.7	81.0	47.9	12.0	0.5	0.5	0.0	35.2	18.0	2.5	32.4	370.5
1984	178.4	256.0	284.8	11.1	10.5	3.0	0.0	28.4	0.0	46.3	135.5	125.6	1079.6
1985	32.9	263.0	134.4	49.7	10.0	14.8	0.0	0.0	15.4	0.0	70.0	142.4	732.6
1986	105.9	162.7	178.9	98.4	12.5	0.0	2.8	52.2	18.1	11.0	11.0	149.6	803.1
1987	212.5	42.9	26.2	23.6	3.4	2.1	27.0	4.5	2.0	23.3	24.6	29.0	421.1
1988	216.9	72.5	97.0	63.5	8.5	0.0	0.0	4.0	6.8	0.0	4.0	30.2	503.4
1989	123.9	93.0	159.5	50.7	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	12.0	4.0	446.1
1990	118.4	27.6	58.5	25.6	12.5	39.5	0.0	13.0	5.0	52.5	0.0		
1991	150.6	72.7	162.3	10.7	3.5	30.7	3.0	1.6	3.5	29.2	48.6	0.0	516.4
1992	51.6	73.8	32.9	4.8	0.0	2.7	2.8	40.0	1.0	25.2	24.7	85.6	345.1
1993	230.9	82.4	133.9	49.9	6.2	1.3	0.3	25.1	15.5	34.2	63.7	106.1	749.5
1994	241.6	218.1	74.3	45.6	10.1	2.8	1.5	1.7	0.0	1.0	25.2	72.7	694.6
1995	121.5	135.0	215.7	27.8	3.7	0.1	0.0	2.8	8.6	13.1	22.3	122.0	672.7
1996	187.3	156.8	83.0	61.6	12.0	0.0	0.3	14.1	11.7	10.6	41.3	146.6	725.4
1997	175.0	201.8	86.5	31.7	18.1	0.0	0.0	33.1	64.8	14.0	60.1	102.2	787.3
1998	271.1	114.9	96.6	15.9	0.5	3.0	0.0	0.8	0.5	9.6	48.5	75.9	637.4
1999	199.2	273.9	198.2	30.5	6.0	0.1	1.2	0.6	23.5	75.3	10.7	90.3	909.5
2000	194.3	242.5	157.2	21.5	28.7	7.8	0.4	11.4	1.6	70.9	22.1	97.9	856.4
2001	240.3	239.0	144.2	108.9	31.3	5.4	16.5	12.0	8.4	18.7	8.6	35.9	869.0
2002	123.6	241.6	186.8	134.9	17.4	8.0	31.8	0.6	19.1	44.7	82.2	113.3	1004.1
2003	83.5		193.1	29.2	11.8	1.5	3.6	4.1	13.2	14.8		114.6	
2004	208.7	176.4	138.0	39.4	2.4	0.5	20.3	14.9	15.4	3.2	7.0	72.7	698.8
2005	124.4	207.0	127.5	56.9	0.5	0.0	0.1	0.7	23.2	11.6	18.8	103.4	674.1
2006	202.0	200.4	195.5	62.4	6.1	4.1	0.0	7.7	25.6	29.3	61.6	78.8	873.4
2007	187.0	179.7	180.4	38.4	9.1	0.1	9.7	0.8	16.1	13.7	22.9	96.2	753.8
2008	257.8	123.5	70.0	5.5	3.2	2.7	0.1	0.6	1.7	17.1	5.0	95.6	582.7
2009	104.6	203.6	133.3	65.6	2.8	0.0	11.1	2.4	23.9	9.9	47.9	64.6	669.7
2010	179.1	164.6	73.0	69.3	6.4	2.1	2.2	1.0	6.2	21.2	13.4	142.9	681.4
2011		233.8	96.9	104.8									
Pp Maxima	362.1	273.9	284.8	134.9	45.1	39.5	31.8	111.1	80.9	105.5	150.5	151.7	1079.6
Pp Media	166.8	153.2	128.4	43.7	8.5	3.6	4.1	10.8	16.7	25.8	38.7	85.9	687.9
Pp Minima	32.9	24.1	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	345.1

(3) Precipitaciones de 24 horas máximas/año

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

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ**  
**INFORME FINAL I-5 INFORME PRINCIPAL. INFORME DE PROYECTO (Río Majes-Camaná)**

**Tabla 3.1.9.1-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del Río Majes-Camaná (1/2)**

Year	Andahua	Aplao	Ayo	Cabanaconde	Camaná	Caraveli	Chachas	Chichas	Chiguata	Chinchaylla	Chivay	Choco	Chuquibamb	Cotahuasi	Crucero Alto	El Frayle	Huambo
1963													20.0				
1964		7.2						13.0					10.5	11.8	21.5		28.8
1965		2.2				10.0	18.2	24.0	7.5	20.0	14.2	8.0	0.9	16.3	38.1		23.3
1966		2.2			6.0	0.0	15.8	23.0	9.3	7.0	24.0	8.4	13.3	17.2	31.5		17.7
1967		7.3			2.5	14.0	16.7	3.8	17.1	18.9		8.2	29.5	18.8		34.7	28.4
1968		0.6			2.5	29.0	22.0	19.7	16.3	30.0		9.8	23.3	30.1	38.5		22.5
1969		1.5			13.0	7.0	27.0	30.2	9.0	19.3		11.1	37.4	18.2	26.8		17.8
1970	18.0	7.5	11.5	24.8	0.4	19.6	30.5	25.6	8.2	25.2		14.3	35.3	14.2	21.9		23.7
1971	22.0	4.7	13.5	31.1	5.2	4.5	34.5	22.0	16.0	50.0	21.5	31.5	28.5	17.1	18.5	24.1	25.1
1972	30.1	2.8	12.0	26.9	5.4	19.3	23.6	10.0	39.0	28.9	21.5	18.2	32.5	59.4	27.2	19.7	40.3
1973	21.9	6.3	9.1	25.0	16.4	7.3	21.7	15.0	19.5	20.0	24.0	16.6	32.8	30.0	32.8	21.7	20.7
1974	23.4	1.4	7.1	22.0		4.3	18.5	8.3	30.9	21.5	30.0	15.5	18.4	16.0	27.9	25.4	31.2
1975	71.0	1.2	9.0	29.2	8.0	4.0	33.3	23.6	23.3	18.8	49.0	24.0	20.5	26.4	28.5	21.8	26.4
1976	27.5	5.4	13.4	33.4	10.3	30.0	36.7	10.1	42.9	20.0	24.5	20.2	36.6	22.5	15.0	15.8	22.7
1977	19.2	1.8	7.3	28.9	2.1	5.7	27.0	14.0	34.6	23.0	38.0	15.0	30.7	20.8	28.4	32.4	14.0
1978	19.8	0.3	10.5	26.0	1.3	0.5	22.4	7.0	12.8	16.7	17.0	33.3	19.2	19.2	14.9	31.5	28.7
1979	16.4	0.0	8.6	16.9	0.5	10.1	17.4	5.8	24.8	25.8	20.6	15.0	12.2	20.1	31.0	16.5	21.1
1980	18.7	0.3	10.0	17.1	0.0	5.3	21.6	9.8	12.4	15.5	28.3	7.7	15.8	26.7	24.7	21.7	16.7
1981	20.6	2.3	11.4	26.5	0.3	23.0	24.5	15.0	28.9	20.0	20.6	18.6	25.8	40.7	21.5	30.4	23.2
1982	20.1	0.0	4.1	31.0	6.5	2.5	13.9	6.8	9.2	17.0	29.8	19.0		13.2	38.9	27.7	16.4
1983	5.4	0.0	0.1	21.1	4.0	2.8	7.3	6.0	3.8	14.3	9.0	10.0			20.0	32.5	17.4
1984	28.6	13.0	18.9	33.5		22.7	29.0	13.8	21.0	34.1	36.2	22.1		24.3	28.3	17.8	33.9
1985	17.9	0.0	12.2	29.1		2.0	19.0	22.9	20.3	20.7	25.5	15.0		18.9	22.9	21.2	24.6
1986	22.4	6.0	12.8	71.5		11.3	21.3	23.5	37.9	18.8	27.5	18.0		30.0	19.2	18.4	34.4
1987	30.7	0.8	10.3	92.8		2.2	36.0	21.0	39.4	18.7	17.4	10.0	27.2	17.3	14.4	12.6	42.8
1988	30.7	0.4	9.9	40.0		8.4	22.8	22.2	22.7	18.4	31.3		7.2	26.9	18.8	20.0	30.4
1989	32.8	0.5	5.3	24.5		12.5	19.0	27.5	32.2	19.1	13.0	11.7	33.0		19.2	18.6	17.0
1990	20.6	1.6	4.5	23.0		6.5	35.6	12.9	18.9	18.5	34.7	13.3	23.0		18.0	58.5	36.0
1991	33.2	0.9	3.4	6.9		0.0	20.0	12.0	13.5	20.0	36.8	16.7	3.2		19.5	23.5	15.8
1992	12.4	2.8	1.8	17.0			10.5	2.3	5.2	14.8	8.0	10.4			13.9	18.2	6.3
1993	17.8	0.3	1.7	20.0		2.0	16.1	12.5	21.8	14.3	16.4	6.5	8.0		22.6	24.7	16.8
1994	31.4	1.2	8.6	23.2		11.0	23.0	26.1	35.3	21.6	16.0	16.7	36.8	0.0	32.1	39.0	16.9
1995	21.6	2.1	14.8	32.8	0.0	15.2	18.6	22.2	48.8	30.6	30.1	24.0	29.6	14.7	31.8	32.5	17.9
1996	22.4	1.3	15.6	22.2	0.9	1.9	21.1	19.5	10.2	25.0	39.7	11.8	10.0	29.8	27.6	21.4	16.9
1997	28.9	3.7	18.3	51.0	2.2	33.0	35.4	14.2	44.0	29.4	30.3	21.3	19.6	26.7	27.4	21.6	32.9
1998	33.5	1.2	16.9	38.3	3.6	18.5	25.9	29.6	12.6	34.9	23.4	24.5	82.0	26.2	23.6	20.9	25.3
1999	26.6	1.4	14.5	32.9	2.3	7.1	35.3	23.0	25.0	24.0	29.2	19.2	26.0	33.0	32.7	25.7	26.6
2000	24.9	1.0	8.6	24.6	2.9	15.6	15.8	19.8	36.2	45.1	24.4	18.4	28.0	26.6	21.9	15.9	18.7
2001	30.6	2.0	15.4	48.6	1.4	11.5	19.0	17.4	20.9	31.5	29.8	19.8	70.4	22.8	25.9	13.4	17.0
2002	27.3	4.8	16.6	30.6	4.4	13.7	22.5	22.6	24.3	28.8	28.1	20.9	47.7	27.5	30.6	17.8	27.9
2003	17.5	0.0	8.7	19.3	0.4	0.0	17.8	8.7	9.2	31.6	14.7	13.7	14.5	18.0	15.7	11.7	25.5
2004	23.0	9.0	35.6	22.9	0.5	1.5	21.4	18.9	18.7	25.8	24.8	24.6	16.6	25.7	28.2	28.4	30.4
2005	21.1	1.7	12.1	24.4	0.8	16.5	12.8	10.7	13.0	39.1	27.8	13.6	14.6	11.0	35.3	20.1	18.3
2006	25.0	0.9	9.4	25.3	0.6	4.2	19.6	18.3	14.4	30.9	26.5	17.7	18.2	13.5	23.4	28.3	31.8
2007	21.6	2.7	14.0	27.4	3.0	2.6	28.6	10.6	23.4	30.2	24.7	40.0	10.9	25.4	32.5	21.2	21.0
2008	23.3	6.4	23.5	24.0	9.8	5.0	18.0	25.7	20.7	30.8	35.7	23.8	15.4	17.4	15.4	28.2	29.2
2009	19.7	0.0	10.2	16.8	3.2	9.1	17.1	23.0	9.9	28.6	30.6	20.6	15.7	11.8	32.7	43.6	16.8
2010	27.2	0.9	7.8	23.9	4.5	1.3	18.7	9.3	9.7	25.6	26.9	11.9	17.0	17.7	33.8	23.3	23.3
2011	21.2	2.0	13.3	26.6		7.2	31.2	15.1	19.2		27.7	19.8	17.0	21.7	27.9		32.9

**Tabla 3.1.9.1-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del Río Majes-Camaná (2/2)**

Year	Inata	La Angostura	La Joya	La Pampilla	Lagunillas	Las Salinas	Machahua	Madrigal	Orcopampa	Pampa de Arneros	Pampa de Maías	Pampacolla	Pampahuta	Pillones	Porpera	Pullihua	Salamanca	Sibayo	Sumbay	Tisco	Yanaquiha			
1963																						20.5		
1964						21.5				15.3		12.7										28.2	7.2	
1965						18.0	8.0	18.7		20.0		17.7			60.7		30.2	15.0				47.8	17.8	
1966			0.0		19.9	18.4		11.6		11.6		8.2			19.0	32.7	12.2	10.5			12.5	33.5	17.6	
1967			1.0		19.2	20.3	20.1			34.0		29.9			23.1	26.7	28.5	22.6			22.3	45.6	14.1	
1968			3.0		17.2	23.5	28.1			15.0		21.2			33.7	36.7	21.6	18.5			30.7	30.9	23.8	
1969			0.0		20.0	16.1	20.7			17.3		43.8			21.5	45.8		21.5			67.5	50.0	17.5	
1970	21.5	34.6	5.1		34.2	11.0	22.9	18.9	83.1	16.3	1.9	22.1	33.3	23.2	40.5	26.3	24.6	35.9			18.6	36.0	42.6	
1971	32.2	40.5	0.7		24.9	23.1	16.6	22.5	17.0	20.9	7.1	18.7	33.6	31.4	38.5	54.3	26.9	26.0	39.5		24.9	10.1		
1972	33.4	38.0	1.7		21.3	24.3	19.6	40.2	33.3	27.3	41.8	1.0	27.5	38.4	22.3	36.0	40.0	30.7	51.3		36.7	44.7	55.0	
1973	35.2	27.7	0.6		22.1	41.3	13.2	24.1	16.2	57.0	18.0	21.5	23.5	31.4	15.6	29.2	21.2	41.1			24.2	29.8	25.7	20.9
1974	34.7	43.7	4.0		16.0	43.6	12.4	13.5	31.6	36.7	17.2	1.8	19.5	33.1	9.4	27.5	29.2	17.5	40.0		44.0	37.4	17.2	
1975	23.7	56.5	3.0		46.7	39.4	10.4	23.2	24.9	29.2	19.8	1.2	18.8	26.2	18.3	21.0	44.1	32.4			26.1	27.2	37.7	15.9
1976	24.1	44.0	4.3		24.0	23.7	15.0	23.1	24.9	23.7	30.7	2.2	25.2	35.2	17.6	13.5	35.3	22.3	31.4		23.8	38.5	18.7	
1977	24.2	52.7	0.0		6.8	25.8	16.9	9.6	20.1	21.9	27.3	1.8	31.6	27.0	23.2	21.5	25.5	20.2	30.5		18.3	30.5	24.5	
1978	35.1	36.2	0.0		8.0	27.7	12.3	9.2	25.1	26.5	20.0	0.0	27.4	34.0	38.5	22.4	21.8	15.3	31.3		36.8	33.2	9.3	
1979	30.6	22.2	0.0		10.9	32.5	13.9	17.0	15.8	25.7	9.5	0.0	27.6	31.8	19.4	17.5	22.3	17.7	40.8		22.0	49.0	15.1	
1980	21.2	38.7	3.0		6.2	26.2	24.8	29.0	19.5	18.9	29.8	0.8	15.7	36.5	17.4	21.2	19.5	10.8	23.6		16.8	42.5	13.5	
1981	38.3	37.0	0.0		5.4	36.4	18.6	14.0	33.8	21.8	26.4	0.3	19.6	45.3	28.1	19.2	33.1	34.2	31.2		24.5	52.0	21.6	
1982	20.7	31.0	0.0		3.9	23.6	17.1	9.2	18.8	19.1	20.9	0.0	18.5	22.9	16.1	15.0	15.5	14.8	35.8		18.2	37.0	12.1	
1983	15.4	38.2	0.0		1.5	33.0	10.0		10.0	15.3		0.1	15.0	30.4	23.8	18.0	13.8	12.8	21.5		30.0	38.0		
1984	29.3	8																						

En la Fig.3.1.9.1-12 se presenta un mapa de isoyetas en la cuenca del Río Majes-Camaná.

En la cuenca del Río Majes-Camaná, las precipitaciones anuales varían considerablemente según la zona, con un mínimo de 50mm y máximo de 750 mm aproximadamente. Las precipitaciones son menores a medida que se acerca a la cuenca baja hacia la costa pacífica y son mayores a medida que se va aumentando las altitudes hacia la cuenca alta.

Las precipitaciones anuales en la cuenca baja donde se tomarán medidas contra inundaciones son escasas de 50 a 200 mm.

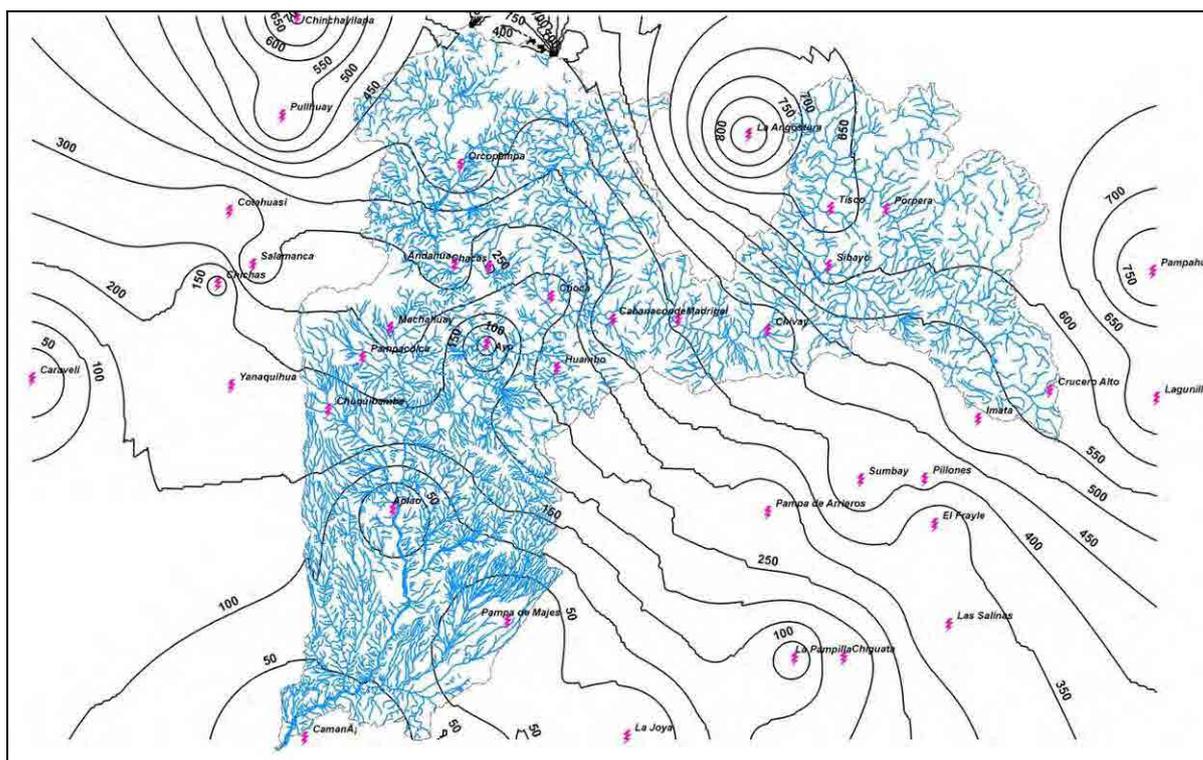


Figura 3.1.9.1-2 Mapa de isoyetas (Cuenca del Río Majes-Camaná)

### 3.1.9.2 Caudal

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

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

No obstante, en la estación en Huatiapa de monitoreo de nivel y caudal del Río Majes-Camaná, a parir

de 2006, el monitoreo de nivel de agua por parte de SENAHÍ (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) se realiza 4 veces al día (7:00, 10:00, 14:00 y 18:00) mediante un indicador del nivel de agua, además de la confirmación del nivel registrado por el medidor del nivel automático tipo flotador (a partir de 2006). Además de esto, durante inundaciones, se toman los datos por hora. En esta estación sólo algunos datos del nivel de agua por horas se introducen y se recopilan en una computadora, quedándose guardados únicamente los papeles de registro automático. El caudal máximo anual publicado por SENAHÍ, a partir de 2006, es el valor máximo de los caudales medios diarios de 2 ó 4 mediciones al día. Se requiere seguir el monitoreo del nivel de agua y caudal en los momentos pico de inundaciones, así como organizar los datos obtenidos.

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

(1) Estaciones de monitoreo de caudal

La Tabla 3.1.9.2-1 presenta la ubicación de las estaciones de monitoreo de caudal en la cuenca del Río Majes-Camaná.

**Tabla 3.1.9.2-1 Estaciones de monitoreo de caudal en la cuenca del Río Majes-Camaná**

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (s.n.m.)
Huaripa	15°59'41.0" S	72°28'13.0" W	700
Puente Carretera Camaná	16°36'00.0" S	72°44'00.0"W	122

2) Caudal diario máximo/año

La Tabla 3.1.9.2-2 presenta el caudal máximo anual en las estaciones arriba mencionadas.

**Tabla 3.1.9.2-2 Caudal máximo/año en las estaciones de la cuenca del Río Majes-Camaná (m<sup>3</sup>/s)**

Huaripa		Puente Carretera Camaná	
Año	Caudal máx./año (m <sup>3</sup> /s)	Año	Caudal máx./año(m <sup>3</sup> /s)
1945	620,00	1961	301,10
1946	619,00	1962	399,87
1947	580,79	1963	340,16
1948	506,50	1971	340,72
1949	1012,80	1972	800,42
1950	458,33	1973	750,19
1951	687,32	1974	950,00
1952	592,50	1975	890,00
1953	980,00	1977	1200,00
1954	980,00	1978	2000,00
1955	2400,00	1979	150,70
1956	445,30	1980	89,00
1957	316,00	1981	530,00
1958	985,50	1982	300,00
1959	1400,00	1983	40,00
1960	600,00	1984	1300,00
1965	171,94	1986	600,00
1966	237,00		
1967	420,00		
1968	442,55		
1969	308,60		
1970	362,00		
1971	356,00		
1972	633,00		
1973	1040,00		
1974	902,00		
1975	748,00		
1976	514,00		
1977	592,00		
1978	1600,00		
1979	410,00		
1980	415,00		
1981	1000,00		
1982	345,00		
1983	23,20		
1984	1025,00		
1986	750,00		
2006	590,87		
2007	366,33		
2008	418,50		
2009	400,22		

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

Establecidos los puntos de referencia para el análisis de descarga de cada cuenca en las estaciones de monitoreo de caudal ubicadas cerca de la desembocadura del abanico aluvial, fueron procesados estadísticamente los datos del monitoreo de caudal máximo diario/año y se calculó el caudal de inundaciones con periodos de retorno de 2 a 100 años. Los resultados del cálculo vienen en la Tabla 3.1.9.3-1. Para el cálculo estadístico hidrológico se empleó los siguientes modelos de distribución de probabilidades y fueron adoptados los valores del modelo de mejor adaptabilidad. Para más detalles véase el Apéndice del Anexo-1 Análisis Meteorológico, Hidrológico y de Descarga.

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

**Tabla 3.1.9.3-1 Caudal de inundaciones según el periodo de retorno en los puntos de referencia**

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

Nombre del Río/punto de referencia	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Río Majes-Camaná Huaripa	560	901	1.169	1.565	1.906	2.292

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

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

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

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

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

afluencia, reservorios, etc.

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

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

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

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

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

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

(2) Elaboración de un modelo de cuenca

1) División de la cuenca

La cuenca del Río Majes-Camaná ha sido dividida en 4 sub-cuencas de acuerdo con la similitud

hidrológica. Como características de la cuenca, se han tenido en cuenta la topografía, distribución y topografía de los afluentes, vegetación, condiciones del suelo, entre otros. La Figura 3.1.9.4-1 presenta la división de la cuenca.

2) Elaboración de un modelo de cuenca

Según el sistema HEC-HMS, se expresan las sub-cuencas, canal fluvial y puntos de confluencia en forma de maqueta, tal como se indica en la Figura 3.1.9.4-2. Un modelo de toda la cuenca elaborado en base a dicha maqueta se presenta en la Figura 3.1.9.4-3.



Figura 3.1.9.4-1 División de la cuenca del Río Majes-Camaná

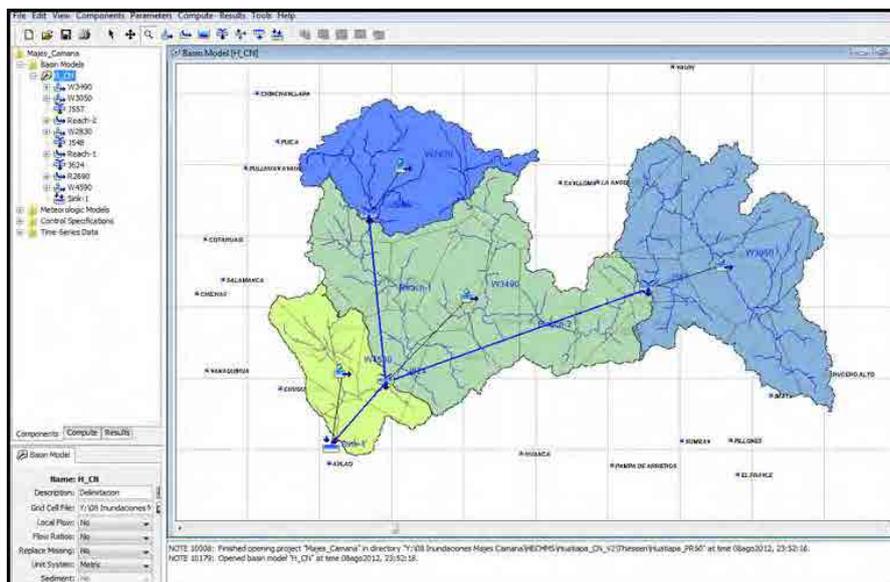


Figura 3.1.9.4-2 Maqueta de una cuenca con canales fluviales y puntos de confluencia según HEC-HMS

(3) Análisis de precipitaciones

De entre los datos de precipitaciones horarias de la estación de monitoreo Chivay, situada en la parte media alta de la cuenca, se han conseguido los datos de febrero de 2011 y 2012, para realizar análisis de profundidad-duración de las 3 inundaciones. Según el resultado de este análisis, el tiempo de duración de lluvia de febrero de 2012 ( $Q_p=1.400 \text{ m}^3/\text{s}$ ), que fue el más largo en las 3 inundaciones principales, ha sido de 17 horas. Por lo tanto, el tiempo para el análisis de descarga se ha establecido en 24 horas.

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

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

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

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

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

A partir de las precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas de las diferentes estaciones de monitoreo, se han calculado, según el método de Thiessen, las precipitaciones en las sub-cuencas componentes del Río Majes-Camaná.

En la Figura 3.1.9.4-4 se muestra el mapa de división de Thiessen.

Normalmente, se necesitan calcular las precipitaciones con periodo de retorno, después haber obtenido el valor máximo en cada año a partir de las precipitaciones medias de cada cuenca componente. Sin embargo, ha sido difícil calcular estas precipitaciones, debido a la falta de datos de las cuencas objeto de estudio, razón por la cual se ha visto obligado a estimar las precipitaciones con periodo de retorno de cada cuenca componente a partir de las mismas registradas en cada estación de monitoreo. En la Tabla 3.1.9.4-2 se muestra el resultado de este cálculo. En cuanto a otros Ríos, se ha utilizado también el mismo método de cálculo.

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

Dado que las estaciones de monitoreo pluvial en la cuenca no cuentan con catos de precipitaciones

horarias, nos vemos obligados a suponer curvas de precipitaciones horarias a partir de precipitaciones de 24 horas.

A las curvas de precipitaciones de 24 horas se aplica SCS (Soil Conservation Service) Hypothetical storm, de uso común en HEC-HMS. Este método fue conducido según los resultados del análisis de precipitaciones en EE.UU. y representa las precipitaciones de 24 horas en forma adimensional en 4 tipos de curvas de precipitaciones horarias, indicadas en la Tabla 3.1.9.4-3 y la Fig.3.1.9.4-5. Distribución de las precipitaciones de 24 horas se presenta en la Fig. 3.1.9.4-6 con un intervalo del tiempo establecido según las curvas de precipitaciones acumuladas de cada tipo. La Fig. 3.1.9.4-7 indica el alcance de la aplicación de cada tipo de precipitaciones en EE.UU. y se recomienda aplicar el tipo II en mayor parte de EE.UU. En HEC-HMS, se establece que son suficientes las 24 horas como tiempo continuo en casi todas las cuencas.

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

De acuerdo con dichos resultados, en el presente Estudio han sido adoptados el tipo IA (tipo I modificado) para la cuenca del río Majes-Camaná, según el patrón de datos de precipitaciones horarias en la estación pluviométrica de Chivay.

**Tabla 3.1.9.4-1 Precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas en cada estación de monitoreo pluvial (cuenca del Río Majes-Camaná)**

Station	Coordinates			Precipitation for T (years)						
	Latitude	Longitude	Altitude (masl)	2	5	10	25	50	100	200
Andahua	15° 29'37	72° 20'57	3538	24.30	31.33	34.83	38.29	40.33	42.02	43.43
Aplao	16° 04'10	72° 29'26	625	1.71	5.03	7.26	9.51	10.71	11.56	12.14
Ayo	15° 40'45	72° 16'13	1950	10.28	16.43	20.51	25.66	29.48	33.27	37.05
Cabanaconde	15° 37'7	71° 58'7	3369	26.58	37.88	45.89	56.58	64.95	73.67	82.79
Camaná	16° 36'24	72° 41'49	29	3.18	7.16	9.79	13.11	15.58	18.03	20.46
Caravelí	15° 46'17	73° 21'42	1757	7.67	16.07	22.60	31.46	38.30	45.21	52.15
Chachas	15° 29'56	72° 16'2	3130	22.21	28.60	32.08	35.83	38.24	40.37	42.30
Chichas	15° 32'41	72° 54'59.7	2120	16.28	23.47	27.01	30.37	32.23	33.67	34.80
Chiguata	16° 24'1	71° 24'1	2945	18.88	29.98	37.33	46.40	52.94	59.27	65.42
Chinchayllapa	14° 55'1	72° 44'1	4514	23.12	31.21	36.57	43.34	48.37	53.35	58.32
Chivay	15° 38'17	71° 35'49	3663	24.50	32.74	38.20	45.09	50.21	55.29	60.35
Choco	15° 34'1	72° 07'1	3160	16.10	22.92	27.45	33.16	37.39	41.60	45.79
Chuquibamba	15° 50'17	72° 38'55	2839	21.65	36.96	47.09	59.89	69.39	78.82	88.21
Cotahuasi	15° 22'29	72° 53'28	5086	21.20	29.97	35.78	43.12	48.56	53.96	59.35
Crucero Alto	15° 46'1	70° 55'1	4486	25.33	31.66	35.20	39.10	41.67	44.02	46.17
El Frayle	16° 05'5	71° 11'14	4110	22.33	29.95	35.43	42.89	48.83	55.12	61.82
Huambo	15° 44'1	72° 06'1	3500	22.87	30.14	34.96	41.05	45.57	50.05	54.52
Imata	15° 50'12	71° 05'16	4451	28.35	37.09	42.87	50.18	55.60	60.98	66.34
La Angostura	15° 10'47	71° 38'58	4260	35.90	45.89	53.22	63.31	71.46	80.18	89.57
La Joya	16°35'33	71°55'9	1279	1.22	4.74	7.89	11.93	14.65	16.98	18.92
La Pampilla	16° 24'12.2	71° 31'6	2388	12.65	21.64	27.66	35.01	40.23	45.20	49.94
Lagunillas	15° 46'46	70° 39'38	4385	28.55	34.30	37.75	41.81	44.67	47.40	50.05
Las Salinas	16° 19'5	71° 08'54	3369	18.05	25.72	30.80	37.22	41.98	46.70	51.41
Machahuay	15° 38'43	72° 30'8	3000	21.06	29.80	34.71	40.03	43.45	46.46	49.14
Madrigal	15° 36'59.7	71° 48'42	3238	23.63	30.07	33.66	37.59	40.17	42.50	44.63
Orcopampa	15° 15'39	72° 20'20	3805	21.51	29.58	36.83	48.66	59.81	73.37	89.92
Pampa de Arrieros	16° 03'48	71° 35'21	3720	18.86	32.08	40.82	51.88	60.07	68.21	76.32
Pampa de Majes	16° 19'40	72° 12'39	1442	2.07	6.68	10.56	15.55	18.98	22.04	24.69
Pampacolca	15° 42'51	72° 34'3	2895	21.13	29.11	34.40	41.08	46.04	50.95	55.86
Pampahuta	15° 29'1	70° 40'33.3	4317	34.18	39.66	42.87	46.58	49.14	51.57	53.89
Piñones	15° 58'44	71° 12'49	4428	24.00	32.95	38.88	46.36	51.92	57.43	62.92
Porpera	15° 21'1	71° 19'1	4142	27.40	40.61	49.37	60.42	68.63	76.77	84.88
Pullhuay	15° 09'1	72° 46'1	3098	24.47	32.43	37.63	44.15	48.97	53.77	58.60
Salamanca	15° 30'1	72° 50'1	3153	19.86	26.64	31.13	36.81	41.02	45.20	49.36
Sibayo	15° 29'8	71° 27'11	3839	31.25	38.61	42.98	48.06	51.59	54.93	58.13
Sumbay	15° 59'1	71° 22'1	4300	25.43	35.57	43.10	53.56	62.08	71.26	81.17
Tisco	15° 21'1	71° 27'1	4198	33.41	42.74	51.24	65.12	78.15	93.95	113.15
Yanaquihua	15° 46'59.8	72° 52'57	2834	20.70	35.78	45.76	58.38	67.74	77.03	86.29

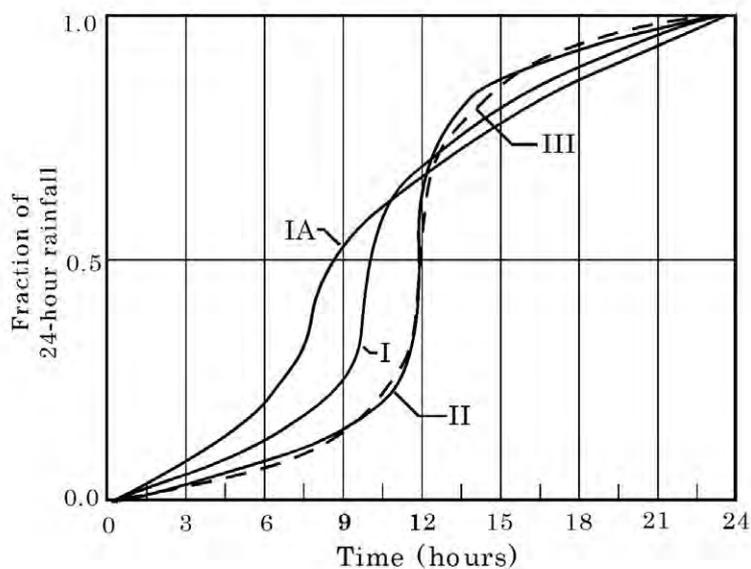
**Tabla 3.1.9.4-2 Precipitaciones con periodo de retorno de 24 horas en las sub-cuencas componentes de la cuenca del Río Majes-Camaná**

Sub-cuenca	Precipitaciones medidas/área (mm)				
	T5	T10	T25	T50	T100
W2830	29,60	36,80	48,68	59,96	73,45
W3050	38,20	46,10	55,14	62,47	70,23
W3490	29,25	34,14	40,63	45,15	50,03
W4590	23,05	27,70	33,23	36,98	40,77



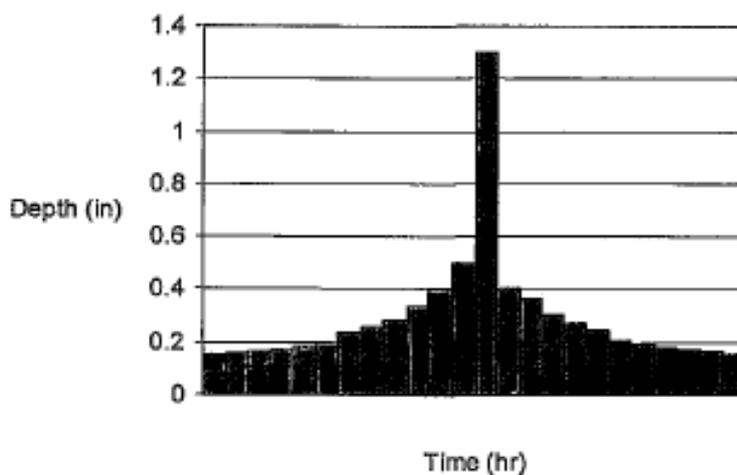
**Tabla 3.1.9.4-3 Curvas de precipitaciones acumuladas de 24 horas según SCS Hypothetical Storm**

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

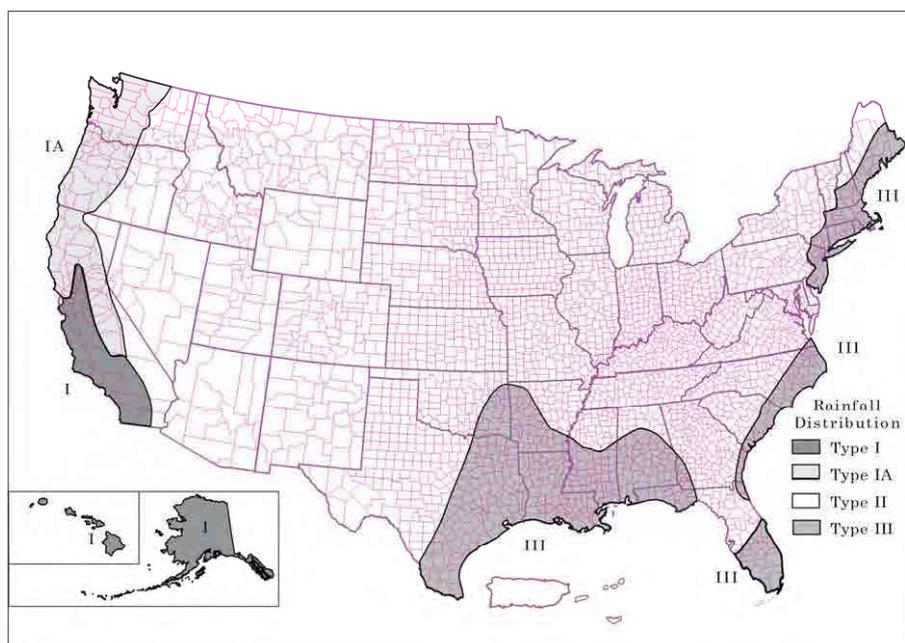


Fuente: Urban water hydrology for small watersheds (TR-55) Appendix B

**Figura 3.1.9.4-5 Distribución de curvas de precipitaciones de 24 horas**



**Figura 3.1.9.4-6 Distribución de precipitaciones de 24 horas**



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

**Figura 3.1.9.4-7 Tipo de curvas de precipitaciones de 24 horas y las áreas de aplicación**

(4) Cálculo de precipitaciones efectivas según el método SSC

1) Fórmula básica

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

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

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

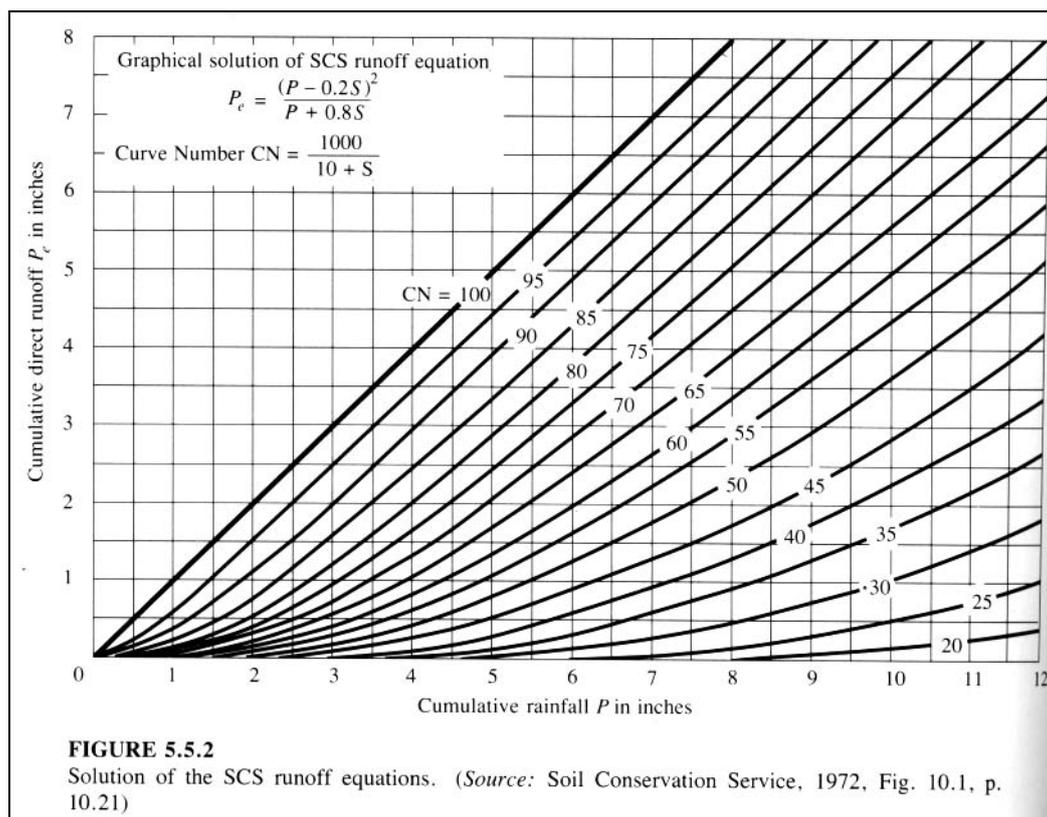
Suponiendo  $I_a = 0,2S$ , se da

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

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

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

Al calcular la relación entre  $P_e$  y  $P$  suponiendo CN, se da lo indicado en la Fig.3.1.9.4-8.



**Figura. 3.1.9.4-8 Relación entre los números de cueva (Curve Number: CN), precipitaciones acumuladas  $P$  y precipitaciones efectivas  $P_e$**

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

En la Figura 3.1.9.4-9 y la Tabla 3.1.9.4-4 se muestran los valores de CN en la cuenca el Río

Majes-Camaná, que fueron establecidos de acuerdo con el uso de tierra de las sub-cuencas componentes y las condiciones del suelo, así como con los valores adoptados en los Ríos cercanos.

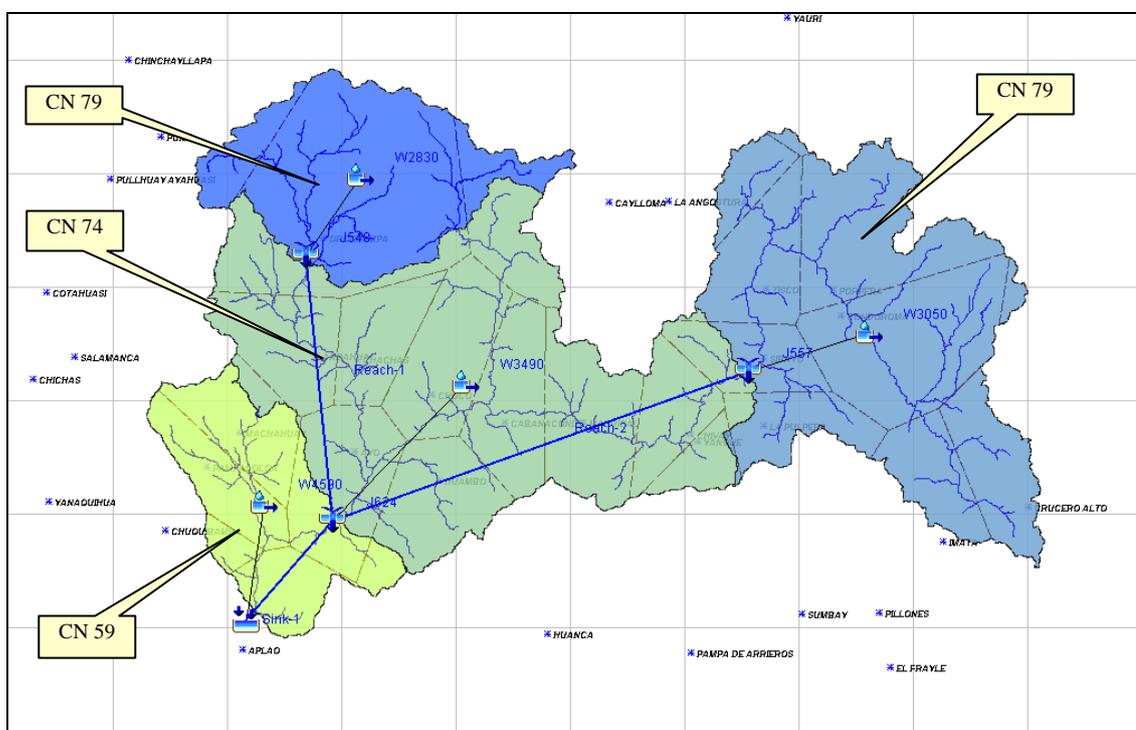


Figura. 3.1.9.4-9 Valores iniciales de CN establecidos en la cuenca del Río Majes-Camaná

Tabla 3.1.9.4-4 Valores definitivos de CN

Cuenca	Condiciones de la cuenca	CN definitivo
Upper Basin – Colca (W3050)	Barren area with scarce vegetation.	79
Middle Basin – Colca (W3490)	Pastures, shrub, small trees.	74
Upper Basin – Andahuá (W2830)	Barren area with scarce vegetation.	79
Lower Basin – Majes (W4590)	Desert, hyper arid area	59

**Tabla 3.1.9.4-5 CN conforme al uso y las condiciones del suelo (1/3)**

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

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

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

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

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

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

**Tabla 3.1.9.4-5 CN conforme al uso y las condiciones del suelo (2/3)**

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

**Tabla 3.1.9.4-5 CN conforme al uso y las condiciones del suelo (3/3)**

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

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

Fuente: Maidment (1993)

Nota: Grupo de suelo hidrológico

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

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

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

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

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

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

se adoptó el método Kinematic Wave.

Los resultados del cálculo vienen en las Tablas 3.1.9.4-6 y 3.1.9.4-7 y las Figuras de 3.1.9.4-10 a 3.1.9.4-13.

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

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

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

Río	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Río Majes-Camaná Huatiapa	306	638	1.007	1.566	2.084	2.703

**Tabla 3.1.9.4-7 Caudal específico de inundaciones según el periodo de retorno**

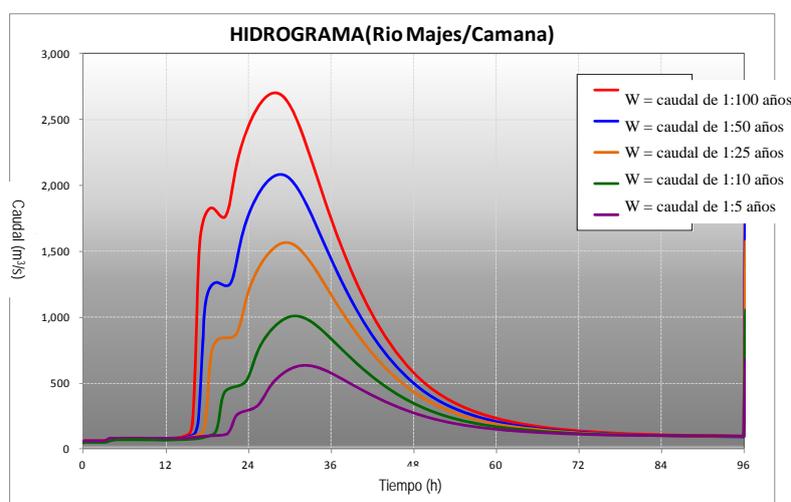
(m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>)

Río	2años	5años	10años	25años	50años	100años	Área Km <sup>2</sup>
Río Majes-Camaná Huatiapa	0.024	0,050	0,078	0,122	0,162	0,210	12.854

**Tabla 3.1.9.4-8 Comparación entre el caudal máximo registrado hasta ahora y el caudal con período de retorno de 50 años**

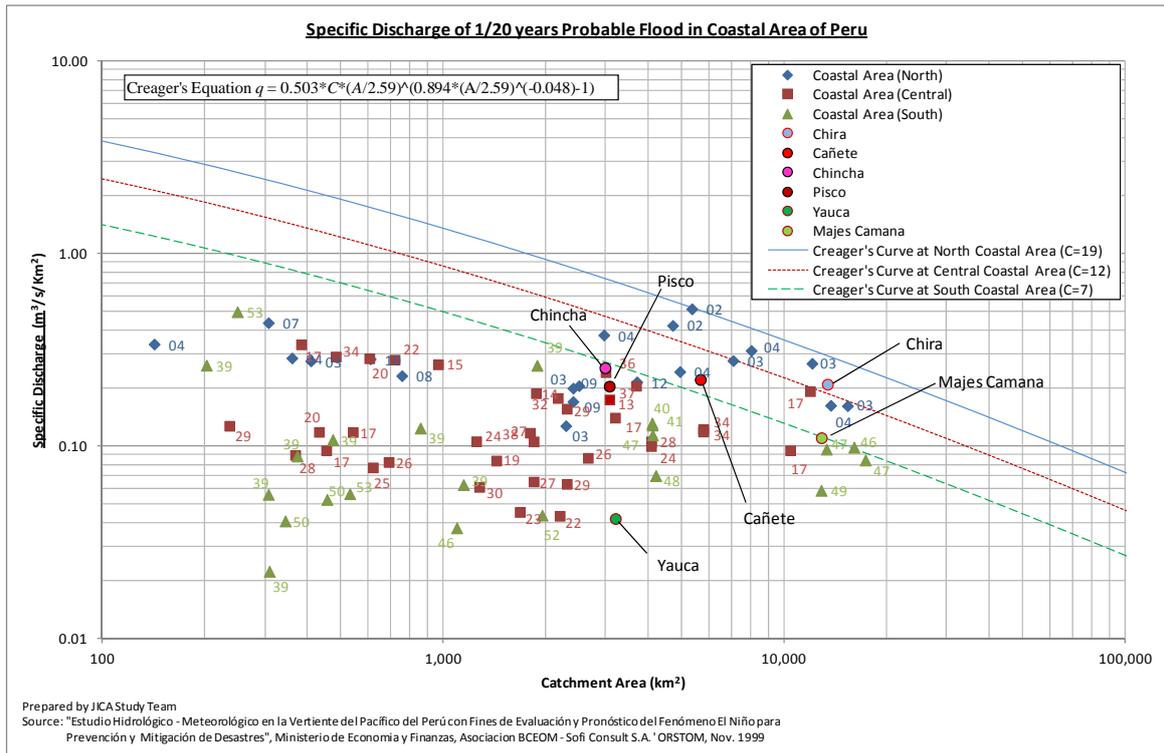
(m<sup>3</sup>/s)

Río/Punto de referencia	Caudal máximo hasta ahora	Pe r íodo de monitoreo	Caudal con período de retorno de 50 años según el análisis de descarga
Río Majes-CamanáHuatiapa	2.400	41	2.084

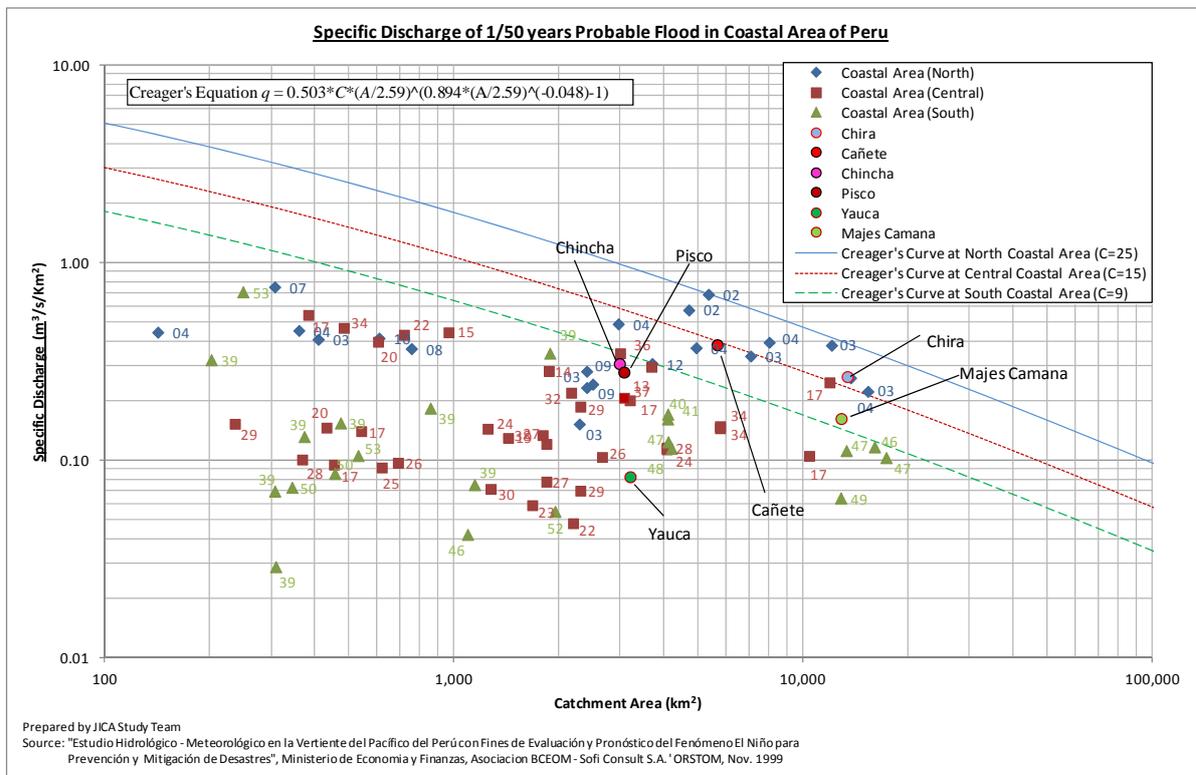


**Figura -3.1.9.4-10 Hidrograma de inundaciones en el Río Majes-Camaná**

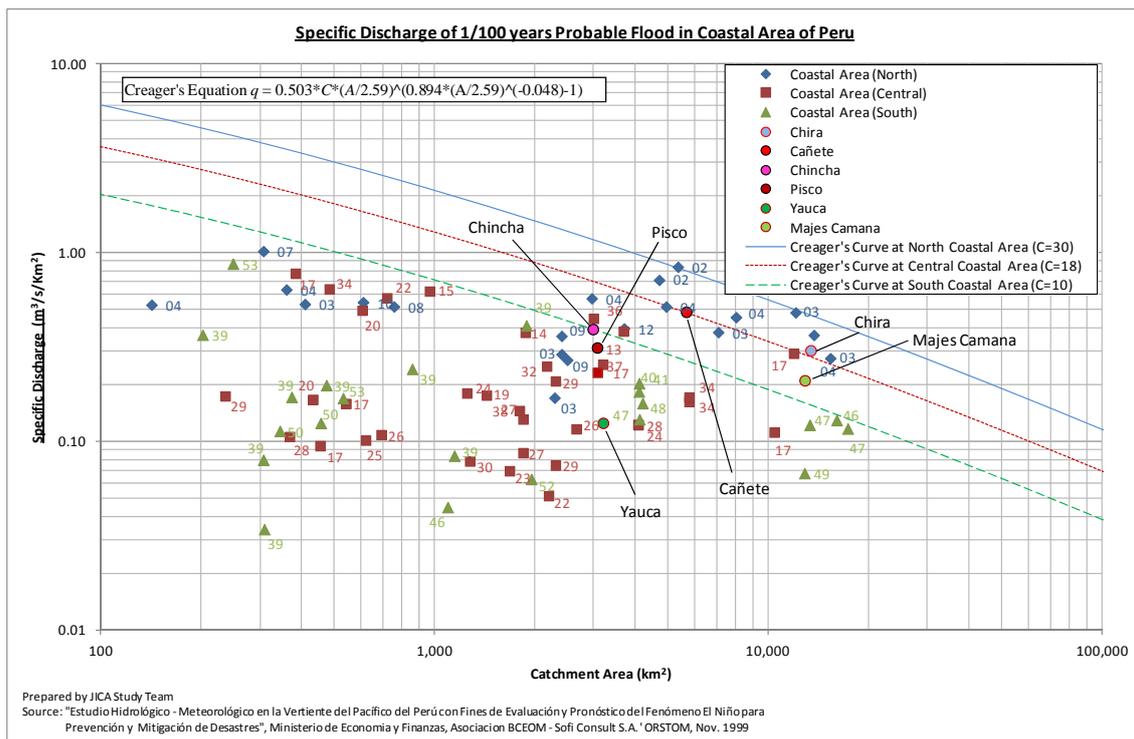




**Figura 3.1.9.5-2 Caudal específico de inundación con diferentes períodos de retorno según las áreas de la costa peruana (1/20 años)**



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



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

### 3.1.10 Análisis de inundaciones

#### (1) Levantamiento de los Ríos

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

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

**Tabla 3.1.10-1 Datos básicos del levantamiento de los Ríos**

Levantamiento	Unidad	Cantidad	Notas
1. Levantamiento de puntos de control			
Río Majes-Camaná	No.	13	
2. Levantamiento transversal de diques			Intervalo de 250 m, solo una margen
Río Majes-Camaná	km	143	
3. Levantamiento transversal de los Ríos			Intervalo 500 m
Río Majes-Camaná	km	86	
4. Mojonos			
Tipo A	No.	13	Cada uno de los puntos de control
Tipo B	No.	130	130 km x un punto/km

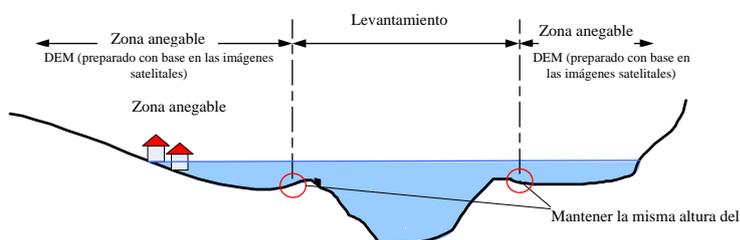
## (2) Métodos de análisis de inundaciones

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

### 1) Bases de análisis

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

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

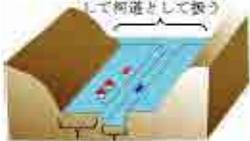
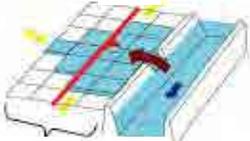


**Figura 3.1.10-1 Idea del modelo unidimensional**

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

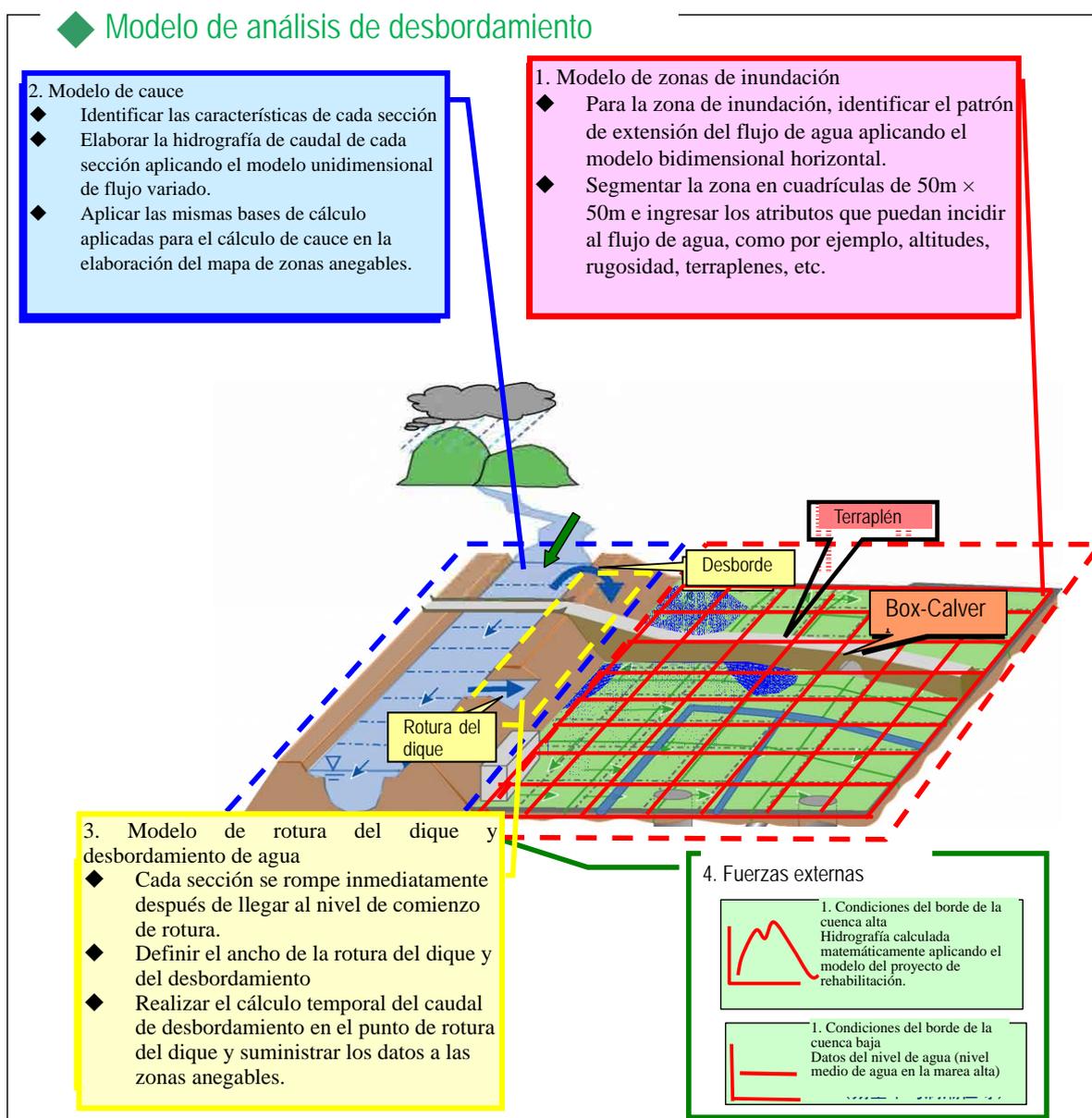
En la Tabla 3.1.10-2 se muestran las características de cada método de análisis. De los resultados de simulación realizada por DGIH, se sabe que los Ríos tienen una pendiente entre 1/100 y 1/300, por lo que inicialmente se había seleccionado el modelo unidimensional de flujo variado suponiendo que las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

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

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

## 2) Método de análisis de desbordamiento

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



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

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

Se estimó la capacidad hidráulica actual de los cauces con base en los resultados del levantamiento de los Ríos y aplicando el método HEC-RAS, cuyos resultados se muestran en la Figura 3.1.10-3. En esta Figura se presenta también los caudales de inundaciones de diferentes períodos de retorno, lo que permite evaluar en qué lugares de la cuenca de Río Majes-Camaná de pueden ocurrir desbordamiento y con qué magnitud de caudal de inundaciones.

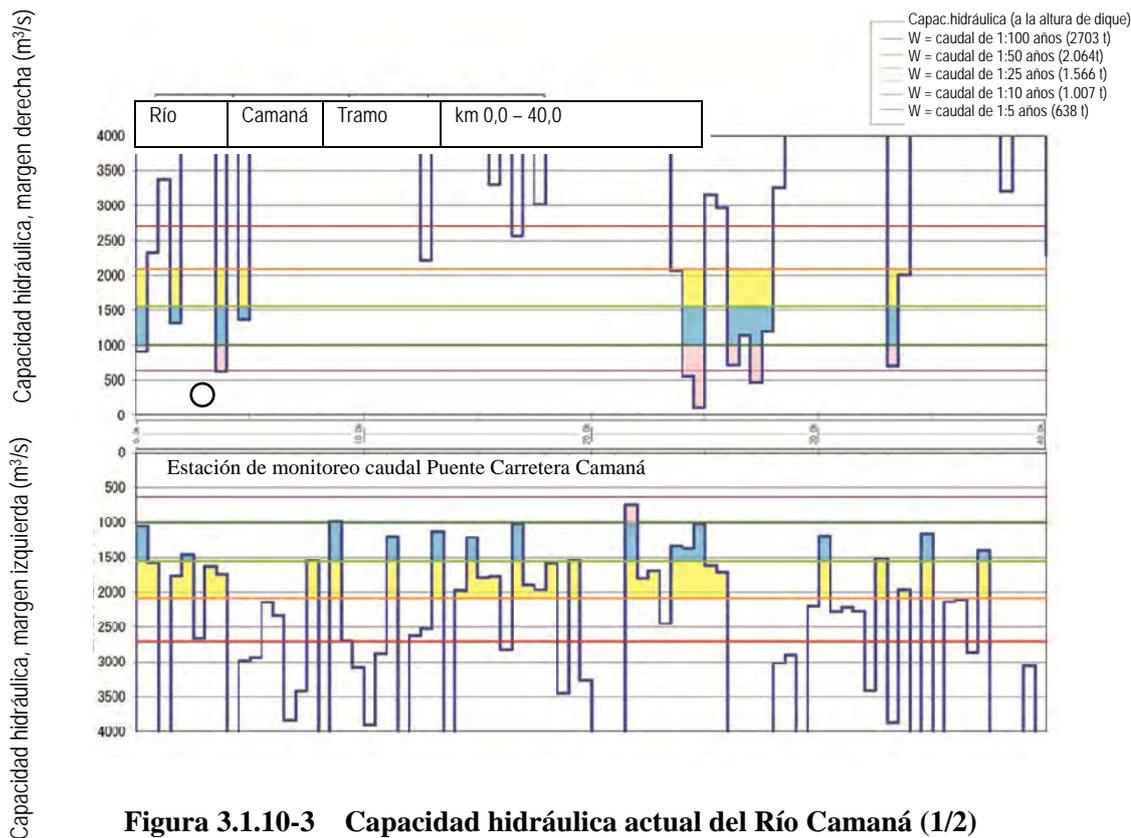


Figura 3.1.10-3 Capacidad hidráulica actual del Río Camaná (1/2)

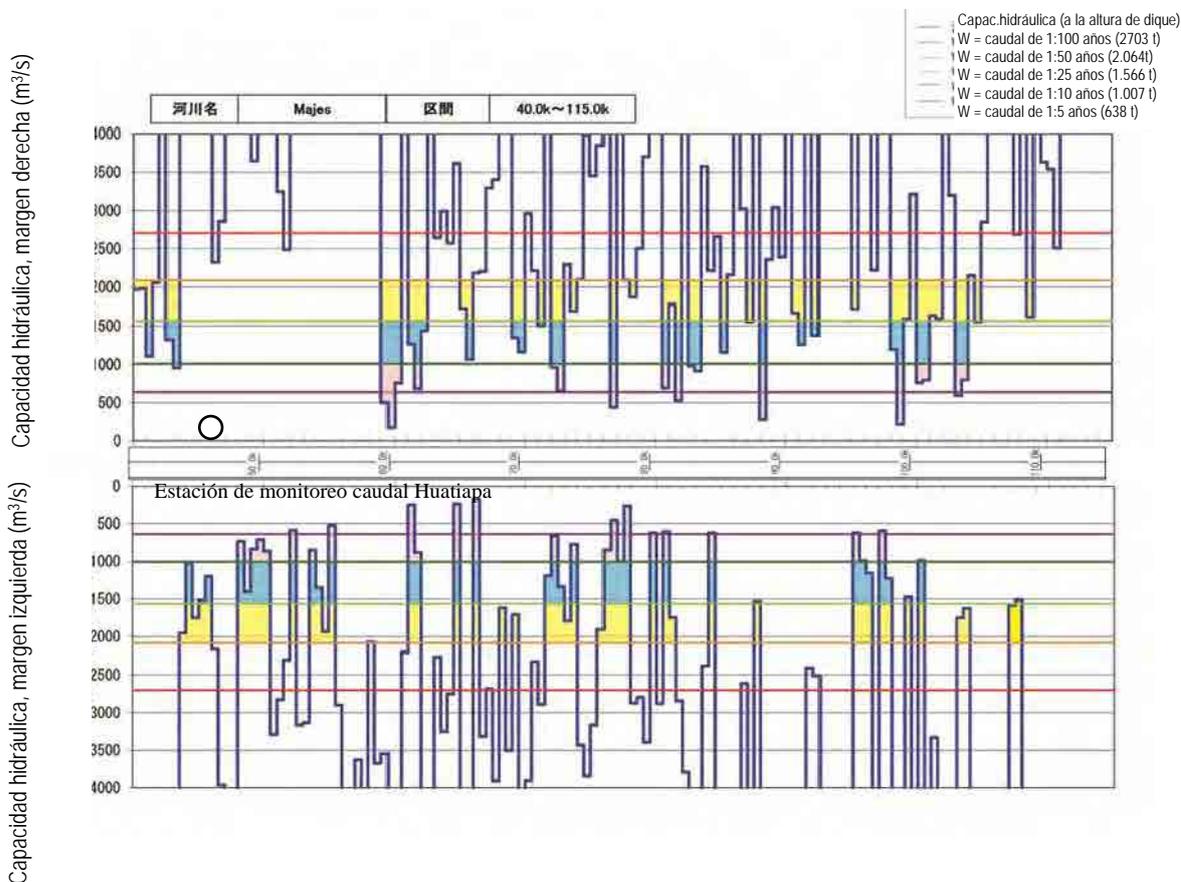


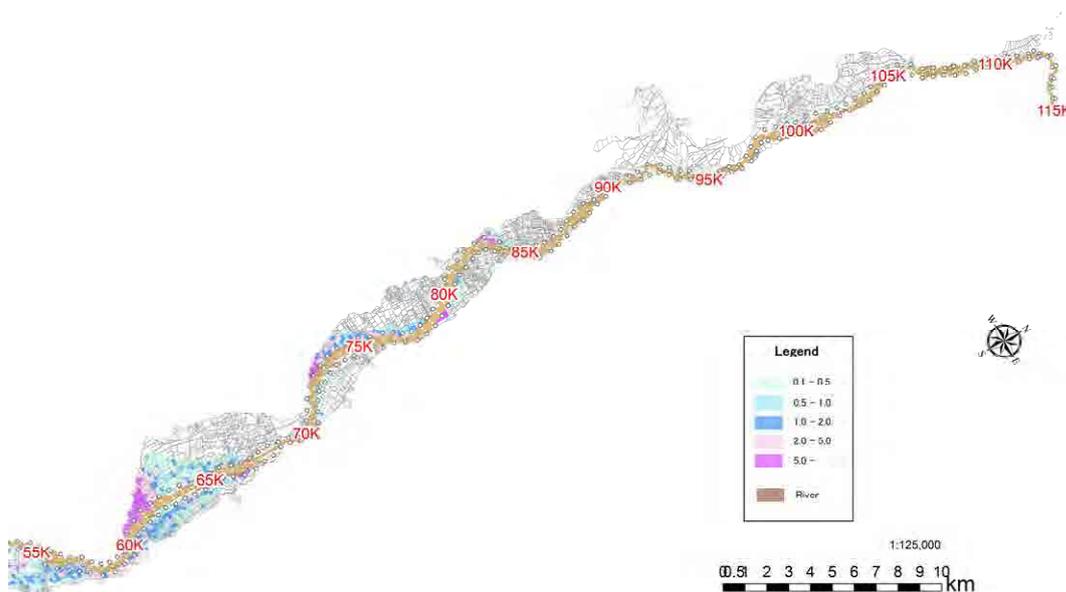
Figura 3.1.10-3 Capacidad hidráulica actual del Río Majes (2/2)

#### (4) Alcance del desbordamiento

A modo de referencia, en las 3.1.10-4 y 3.1.10-5 se muestran los resultados del cálculo de alcance de desbordamiento en la cuenca de Río Majes-Camaná frente al caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años.



**Figura 3.1.10-4 Alcance de desbordamiento del Río Majes-Camaná (Km 0 – 55, inundaciones con un período de 50 años) (1/2)**



**Figura 3.1.10-5 Alcance de desbordamiento del Río Majes-Camaná (Km 55 - 115, inundaciones con un período de 50 años) (2/2)**

## 3.2 Definición de Problema y Causas

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

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

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

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

### 3.2.2 Causas de los problemas

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

(1) Problema principal

Valles y comunidades locales altamente vulnerables ante inundaciones

(2) Causas directas e indirectas

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

**Tabla 3.2.2-2 Causas directas e indirectas del problema principal**

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

### 3.2.3 Efectos de los problemas

#### (1) Problema principal

Valles y comunidades locales altamente vulnerables ante inundaciones.

#### (2) Efectos directos e indirectos

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

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

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

(3) Efecto final

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

**3.2.4 Árbol de causas y efectos**

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

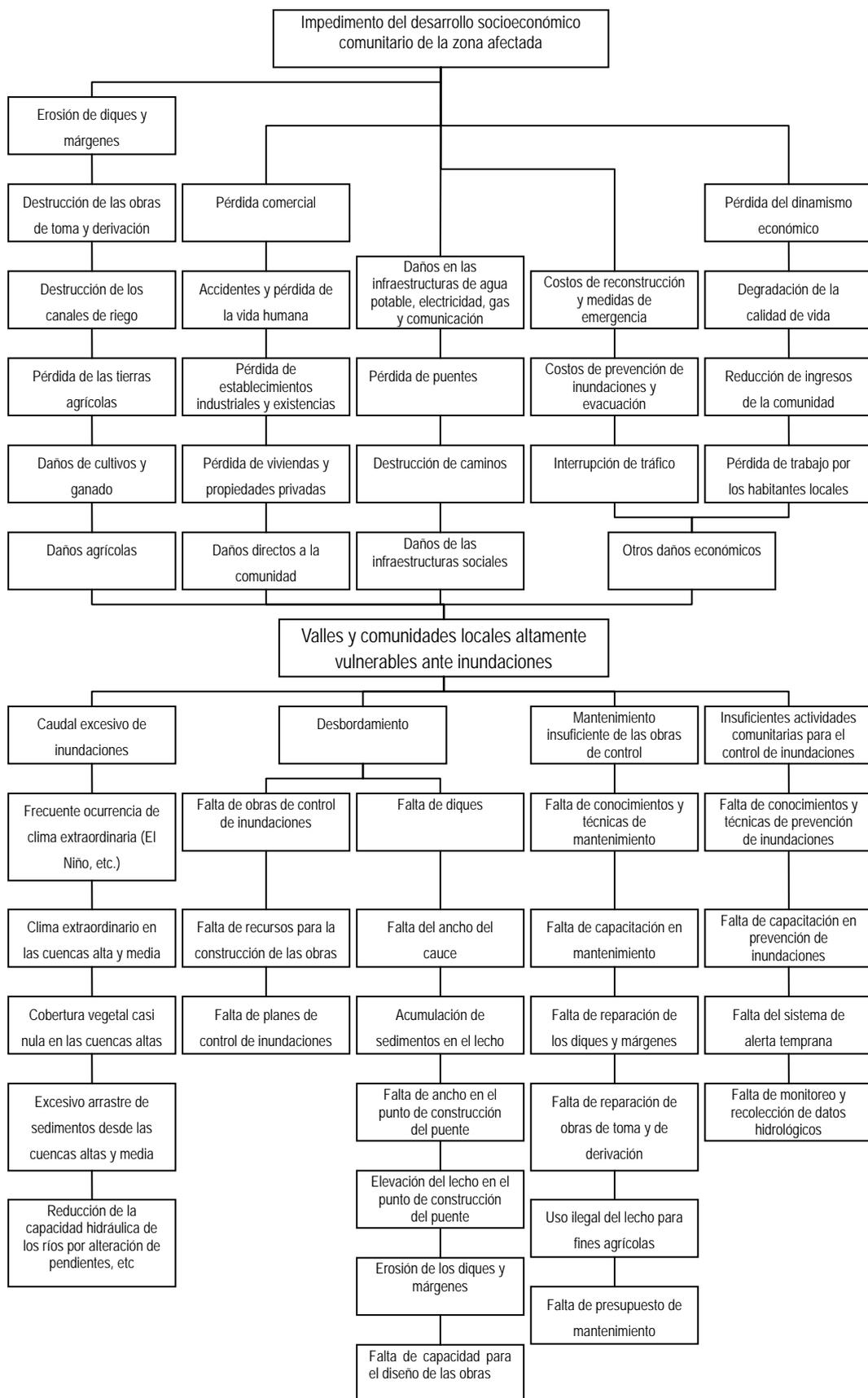


Figura 3.2.4-1 Árbol de causas y efectos

### 3.2.5 Medidas de solución al problema principal

(1) Objetivo principal

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

(2) Medidas directas e indirectas

En la Tabla 3.2.5-1 se plantean las medidas de solución directa e indirectas al problema.

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

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

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

(1) Impacto final

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

(2) Impactos directos e indirectos

En la Tabla 3.2.6-1 se plantean los impactos directos e indirectos esperados al cumplir el objetivo principal para el logro del impacto final.

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

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

### 3.2.7 Árbol de medidas – objetivos – impactos

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

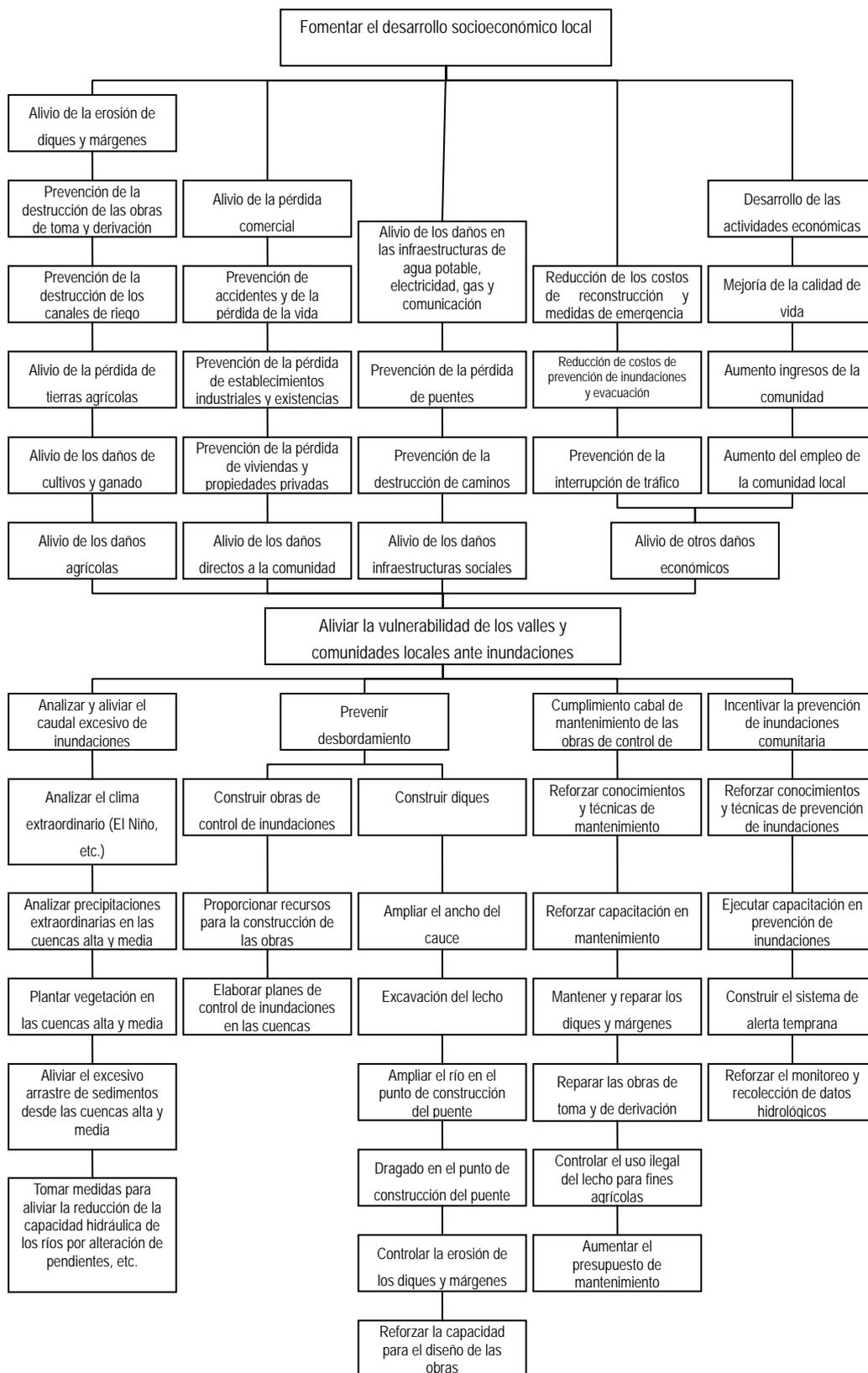


Figura 3.2.7-1 Árbol de medidas – objetivos – impactos

## **4. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN**

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

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

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

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

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

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

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

En la Tabla 4.2-1 se presentan los promedios del nivel de agua de inundaciones calculado en “3.1.9 Análisis de descarga” con período de retorno de la caudal de 50 años; de la altura requerida del dique (demanda) para controlar el caudal sumando el nivel de agua de diseño más el libre bordo del dique; de la altura del dique o del terreno actual (oferta), y la diferencia entre estas dos últimas (diferencia entre demanda-oferta) del Río. Asimismo, en la Tabla 4.2-2 se presentan estos valores en el caso del Río Cañete como un ejemplo. La altura del dique o del terreno actual es mayor que la altura requerida del dique, en determinados puntos. En estos, la diferencia entre la oferta y demanda se consideró nula. Sobre los resultados del cálculo en cada cuenca véase el informe del Proyecto de cada cuenca o Anexo 4-Plan de Control de Inundaciones.

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

Cuenca	Altura dique / terreno actual (oferta)		Nivel de agua teórico con período de retorno de 50 años	Borodo libre dique	Altura requerida dique (demanda) (5)=3)+4)	Dif. Demanda/oferta	
	M. izquierda	M. derecha				M.	M. derecha
	1)	2)				3)	4)
Río Majes-Camaná	401.90	405.19	398.84	1.20	400.04	0.85	0.65

Tabla 4.2-2 Demanda y oferta según puntos

Marca de Kilometraje  (km)	Altura dique/terreno actual (oferta)		Nivel de agua teórico con período de retorno de 50	Bordo libre diqma	Altura requerida diqma (demanda)	Dif Demanda/oferta	
	M. izquierda	M. derecha				M. izquierda	M. derecha
	1)	2)				3)	4)
0,0	5,36	4,99	3,90	1,20	5,10	0,00	0,11
0,5	6,25	6,05	7,36	1,20	8,56	2,31	2,51
1,0	8,01	8,70	8,46	1,20	9,66	1,65	0,97
1,5	11,64	11,32	10,92	1,20	12,12	0,48	0,90
2,0	13,01	12,62	13,33	1,20	14,53	1,51	1,91
2,5	15,09	22,64	15,70	1,20	16,90	1,81	0,00
3,0	18,47	23,25	17,98	1,20	19,18	0,71	0,00
3,5	20,47	23,68	20,97	1,20	22,17	1,70	0,00
4,0	22,57	21,29	22,83	1,20	24,03	1,46	2,74
4,5	25,45	26,89	24,71	1,20	25,91	0,45	0,00
5,0	28,79	27,41	28,10	1,20	29,30	0,51	1,89
5,5	31,35	38,06	30,82	1,20	32,02	0,67	0,00
6,0	32,90	51,69	32,84	1,20	34,04	1,14	0,00
6,5	35,90	46,14	35,64	1,20	36,84	0,94	0,00
7,0	37,81	43,39	37,32	1,20	38,52	0,71	0,00
7,5	41,14	45,63	40,25	1,20	41,45	0,31	0,00
8,0	43,87	49,52	44,43	1,20	45,63	1,76	0,00
8,5	47,06	50,55	46,19	1,20	47,39	0,33	0,00
9,0	48,70	58,23	49,45	1,20	50,65	1,95	0,00
9,5	52,00	57,35	51,48	1,20	52,68	0,68	0,00
10,0	55,01	60,22	54,46	1,20	55,66	0,65	0,00
10,5	58,19	60,00	56,69	1,20	57,89	0,00	0,00
11,0	60,14	60,96	59,58	1,20	60,78	0,64	0,00
11,5	62,71	71,89	63,85	1,20	65,05	2,34	0,00
12,0	67,26	71,79	65,72	1,20	66,92	0,00	0,00
12,5	69,14	71,54	68,94	1,20	70,14	1,00	0,00
13,0	71,82	71,53	71,42	1,20	72,62	0,80	1,09
13,5	73,31	89,35	74,67	1,20	75,87	2,56	0,00
14,0	77,69	84,03	76,15	1,20	77,35	0,00	0,00
14,5	78,61	94,88	78,74	1,20	79,94	1,33	0,00
15,0	82,06	90,00	83,01	1,20	84,21	2,15	0,00
15,5	83,91	94,56	84,19	1,20	85,39	1,48	0,00
16,0	87,18	88,81	87,54	1,20	88,74	1,56	0,00
16,5	90,33	99,09	90,08	1,20	91,28	0,95	0,00
17,0	91,77	93,73	93,18	1,20	94,38	2,61	0,65
17,5	95,34	101,83	95,42	1,20	96,62	1,28	0,00
18,0	98,31	99,56	98,40	1,20	99,60	1,29	0,04
18,5	100,52	107,63	101,12	1,20	102,32	1,80	0,00
19,0	104,47	112,23	103,61	1,20	104,81	0,34	0,00
19,5	106,02	116,45	106,79	1,20	107,99	1,97	0,00
20,0	109,64	118,45	108,53	1,20	109,73	0,09	0,00
20,5	111,77	120,01	110,73	1,20	111,93	0,16	0,00
21,0	116,33	116,11	113,94	1,20	115,14	0,00	0,00
21,5	121,18	123,21	117,43	1,20	118,63	0,00	0,00
22,0	119,60	126,53	120,22	1,20	121,42	1,82	0,00
22,5	123,59	130,43	123,94	1,20	125,14	1,55	0,00
23,0	125,50	150,14	125,87	1,20	127,07	1,57	0,00
23,5	128,40	131,49	128,24	1,20	129,44	1,04	0,00
24,0	130,06	130,94	130,96	1,20	132,16	2,10	1,22
24,5	133,45	132,02	134,35	1,20	135,55	2,10	3,53
25,0	137,05	134,85	138,55	1,20	139,75	2,70	4,90
25,5	139,43	141,44	140,14	1,20	141,34	1,91	0,00
26,0	140,95	142,25	141,33	1,20	142,53	1,58	0,28
26,5	148,60	142,12	143,66	1,20	144,86	0,00	2,74
27,0	167,92	146,57	147,40	1,20	148,60	0,00	2,03
27,5	165,14	147,71	150,00	1,20	151,20	0,00	3,49
28,0	157,32	152,67	154,28	1,20	155,48	0,00	2,81
28,5	155,64	155,76	155,28	1,20	156,48	0,84	0,72
29,0	158,95	162,66	158,22	1,20	159,42	0,47	0,00
29,5	162,56	182,70	160,75	1,20	161,95	0,00	0,00
30,0	164,97	172,07	164,82	1,20	166,02	1,05	0,00
30,5	167,68	173,08	168,58	1,20	169,78	2,10	0,00
31,0	170,61	182,03	170,41	1,20	171,61	1,00	0,00
31,5	173,60	180,56	173,36	1,20	174,56	0,96	0,00
32,0	177,87	185,81	177,55	1,20	178,75	0,88	0,00
32,5	181,11	182,27	179,70	1,20	180,90	0,00	0,00
33,0	180,74	183,57	181,32	1,20	182,52	1,78	0,00

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES  
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ  
INFORME FINAL I-5 INFORME PRINCIPAL. INFORME DE PROYECTO (Río Majes-Camaná)*

33.5	185.23	183.68	184.45	1.20	185.65	0.42	1.97
34.0	187.81	187.85	187.90	1.20	189.10	1.29	1.25
34.5	204.28	197.86	192.14	1.20	193.34	0.00	0.00
35.0	193.16	199.85	193.89	1.20	195.09	1.93	0.00
35.5	204.46	213.40	198.08	1.20	199.28	0.00	0.00
36.0	199.68	203.21	199.54	1.20	200.74	1.07	0.00
36.5	202.82	220.00	202.69	1.20	203.89	1.07	0.00
37.0	205.50	213.29	205.26	1.20	206.46	0.96	0.00
37.5	208.96	224.00	209.42	1.20	210.62	1.66	0.00
38.0	222.38	225.00	213.72	1.20	214.92	0.00	0.00
38.5	232.41	216.82	216.10	1.20	217.30	0.00	0.48
39.0	225.78	224.00	220.28	1.20	221.48	0.00	0.00
39.5	222.90	224.90	222.34	1.20	223.54	0.64	0.00
40.0	231.24	254.46	226.83	1.20	228.03	0.00	0.00
40.5	238.75	229.19	229.23	1.20	230.43	0.00	1.24
41.0	243.35	232.04	232.06	1.20	233.26	0.00	1.22
41.5	244.83	235.47	236.10	1.20	237.30	0.00	1.83
42.0	250.73	239.16	239.32	1.20	240.52	0.00	1.36
42.5	255.17	244.44	243.07	1.20	244.27	0.00	0.00
43.0	259.78	246.46	247.00	1.20	248.20	0.00	1.74
43.5	260.99	249.74	250.83	1.20	252.03	0.00	2.29
44.0	254.07	255.56	254.16	1.20	255.36	1.29	0.00
44.5	256.54	355.37	257.51	1.20	258.71	2.17	0.00
45.0	260.61	413.49	260.91	1.20	262.11	1.50	0.00
45.5	263.51	369.98	263.91	1.20	265.11	1.60	0.00
46.0	266.25	315.14	266.80	1.20	268.00	1.75	0.00
46.5	269.88	270.01	269.78	1.20	270.98	1.10	0.97
47.0	275.60	274.95	274.42	1.20	275.62	0.02	0.67
47.5	289.11	286.44	276.94	1.20	278.14	0.00	0.00
48.0	286.18	312.30	280.43	1.20	281.63	0.00	0.00
48.5	283.73	291.87	284.76	1.20	285.96	2.23	0.00
49.0	287.36	292.03	287.88	1.20	289.08	1.72	0.00
49.5	290.36	292.12	291.28	1.20	292.48	2.12	0.36
50.0	295.18	298.86	296.23	1.20	297.43	2.25	0.00
50.5	299.70	307.87	300.72	1.20	301.92	2.22	0.00
51.0	305.12	310.49	304.39	1.20	305.59	0.48	0.00
51.5	308.74	309.00	308.18	1.20	309.38	0.65	0.38
52.0	312.36	312.50	312.15	1.20	313.35	0.99	0.85
52.5	313.91	347.19	315.86	1.20	317.06	3.15	0.00
53.0	319.46	324.98	318.65	1.20	319.85	0.39	0.00
53.5	322.86	324.29	322.08	1.20	323.28	0.42	0.00
54.0	325.34	339.40	326.54	1.20	327.74	2.39	0.00
54.5	329.86	346.99	330.95	1.20	332.15	2.29	0.00
55.0	332.90	372.91	332.94	1.20	334.14	1.25	0.00
55.5	336.67	369.23	337.59	1.20	338.79	2.13	0.00
56.0	344.01	388.32	343.26	1.20	344.46	0.44	0.00
56.5	348.44	371.67	346.90	1.20	348.10	0.00	0.00
57.0	353.00	356.86	351.48	1.20	352.68	0.00	0.00
57.5	357.06	360.00	356.13	1.20	357.33	0.27	0.00
58.0	362.04	369.90	359.80	1.20	361.00	0.00	0.00
58.5	365.00	366.31	365.03	1.20	366.23	1.23	0.00
59.0	370.06	390.29	368.96	1.20	370.16	0.10	0.00
59.5	374.33	371.96	373.42	1.20	374.62	0.29	2.66
60.0	378.14	374.96	376.81	1.20	378.01	0.00	3.05
60.5	382.86	381.01	381.87	1.20	383.07	0.20	2.06
61.0	385.73	387.67	385.66	1.20	386.86	1.12	0.00
61.5	389.13	390.16	390.67	1.20	391.87	2.74	1.70
62.0	395.20	395.05	395.88	1.20	397.08	1.88	2.03
62.5	402.87	400.16	400.51	1.20	401.71	0.00	1.55
63.0	406.88	405.88	404.91	1.20	406.11	0.00	0.23
63.5	411.27	411.54	411.11	1.20	412.31	1.04	0.77
64.0	416.36	416.12	415.18	1.20	416.38	0.01	0.25
64.5	420.47	420.33	419.88	1.20	421.08	0.61	0.75
65.0	422.49	425.54	424.55	1.20	425.75	3.26	0.20
65.5	429.42	428.00	428.17	1.20	429.37	0.00	1.37
66.0	437.95	432.88	433.46	1.20	434.66	0.00	1.78

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES  
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ  
INFORME FINAL I-5 INFORME PRINCIPAL. INFORME DE PROYECTO (Río Majes-Camaná)*

66.5	437.32	439.27	439.20	1.20	440.40	3.09	1.13
67.0	445.23	444.37	444.21	1.20	445.41	0.18	1.04
67.5	449.17	449.58	448.70	1.20	449.90	0.73	0.32
68.0	454.82	454.48	453.38	1.20	454.58	0.00	0.10
68.5	457.23	459.54	457.69	1.20	458.89	1.65	0.00
69.0	461.75	463.52	460.78	1.20	461.98	0.23	0.00
69.5	466.00	465.64	466.30	1.20	467.50	1.50	1.86
70.0	475.66	469.12	470.11	1.20	471.31	0.00	2.19
70.5	476.00	475.57	475.09	1.20	476.29	0.29	0.72
71.0	480.07	480.00	479.89	1.20	481.09	1.02	1.09
71.5	484.80	484.00	484.33	1.20	485.53	0.73	1.53
72.0	487.93	494.51	488.54	1.20	489.74	1.81	0.00
72.5	492.57	492.89	493.79	1.20	494.99	2.42	2.10
73.0	497.47	496.99	497.86	1.20	499.06	1.59	2.07
73.5	504.05	504.44	504.25	1.20	505.45	1.40	1.01
74.0	508.89	509.79	510.08	1.20	511.28	2.39	1.49
74.5	515.17	514.14	514.06	1.20	515.26	0.10	1.13
75.0	520.15	520.23	518.96	1.20	520.16	0.01	0.00
75.5	524.58	524.75	523.80	1.20	525.00	0.42	0.25
76.0	528.22	529.44	528.34	1.20	529.54	1.32	0.11
76.5	531.64	534.26	532.64	1.20	533.84	2.19	0.00
77.0	535.15	535.13	537.00	1.20	538.20	3.05	3.08
77.5	540.28	542.37	541.00	1.20	542.20	1.92	0.00
78.0	545.08	546.72	546.70	1.20	547.90	2.82	1.17
78.5	552.44	551.73	551.88	1.20	553.08	0.64	1.35
79.0	557.05	556.80	556.40	1.20	557.60	0.55	0.80
79.5	562.51	562.79	561.19	1.20	562.39	0.00	0.00
80.0	563.91	567.45	565.12	1.20	566.32	2.41	0.00
80.5	571.02	572.31	570.42	1.20	571.62	0.60	0.00
81.0	574.60	574.68	575.65	1.20	576.85	2.25	2.17
81.5	581.23	581.25	581.45	1.20	582.65	1.42	1.40
82.0	587.36	585.34	586.84	1.20	588.04	0.68	2.70
82.5	593.38	607.08	592.17	1.20	593.37	0.00	0.00
83.0	598.15	595.22	596.05	1.20	597.25	0.00	2.04
83.5	603.56	601.15	602.14	1.20	603.34	0.00	2.19
84.0	606.51	607.41	606.24	1.20	607.44	0.93	0.02
84.5	609.11	610.58	610.44	1.20	611.64	2.53	1.06
85.0	622.61	615.37	615.02	1.20	616.22	0.00	0.85
85.5	628.43	620.06	620.54	1.20	621.74	0.00	1.68
86.0	645.54	627.56	627.48	1.20	628.68	0.00	1.12
86.5	632.65	633.82	631.08	1.20	632.28	0.00	0.00
87.0	635.86	636.22	635.24	1.20	636.44	0.58	0.22
87.5	641.45	639.17	639.51	1.20	640.71	0.00	1.54
88.0	644.21	650.70	644.60	1.20	645.80	1.59	0.00
88.5	657.62	650.10	651.66	1.20	652.86	0.00	2.76
89.0	667.85	656.55	656.30	1.20	657.50	0.00	0.95
89.5	668.63	660.78	660.10	1.20	661.30	0.00	0.52
90.0	673.44	664.19	663.93	1.20	665.13	0.00	0.93
90.5	697.69	670.28	668.25	1.20	669.45	0.00	0.00
91.0	686.00	671.51	671.77	1.20	672.97	0.00	1.46
91.5	685.08	675.39	676.49	1.20	677.69	0.00	2.30
92.0	682.72	695.65	682.30	1.20	683.50	0.78	0.00
92.5	687.29	685.90	686.81	1.20	688.01	0.72	2.11
93.0	696.78	693.52	690.93	1.20	692.13	0.00	0.00
93.5	697.53	698.07	695.72	1.20	696.92	0.00	0.00
94.0	704.83	723.65	700.72	1.20	701.92	0.00	0.00
94.5	717.41	715.23	704.54	1.20	705.74	0.00	0.00
95.0	714.48	711.75	707.31	1.20	708.51	0.00	0.00
95.5	709.48	710.99	711.35	1.20	712.55	3.07	1.56
96.0	713.23	720.86	714.48	1.20	715.68	2.45	0.00

96.5	718.39	724.80	719.36	1.20	720.56	2.17	0.00
97.0	724.98	723.32	723.22	1.20	724.42	0.00	1.10
97.5	726.65	730.79	728.21	1.20	729.41	2.76	0.00
98.0	731.07	735.05	732.10	1.20	733.30	2.23	0.00
98.5	744.51	735.62	736.49	1.20	737.69	0.00	2.07
99.0	748.48	740.07	741.84	1.20	743.04	0.00	2.97
99.5	746.53	746.62	746.94	1.20	748.14	1.61	1.51
100.0	765.13	752.28	751.711	1.20	752.91	0.00	0.63
100.5	757.25	757.09	757.802	1.20	759.00	1.75	1.91
101.0	773.81	762.97	763.638	1.20	764.84	0.00	1.87
101.5	772	770.41	770.885	1.20	772.09	0.09	1.68
102.0	787.47	774.78	775.278	1.20	776.48	0.00	1.70
102.5	789.63	788.67	779.852	1.20	781.05	0.00	0.00
103.0	797.97	785.87	784.921	1.20	786.12	0.00	0.25
103.5	790	788.37	790.258	1.20	791.46	1.46	3.09
104.0	794	792.84	794.298	1.20	795.50	1.50	2.66
104.5	807.88	799.11	799.061	1.20	800.26	0.00	1.15
105.0	813.04	803.88	804.371	1.20	805.57	0.00	1.69
105.5	817.72	811.8	811.057	1.20	812.26	0.00	0.46
106.0	821.32	822.8	818.998	1.20	820.20	0.00	0.00
106.5	836	838.53	824.376	1.20	825.58	0.00	0.00
107.0	838.79	865.15	828.999	1.20	830.20	0.00	0.00
107.5	833.74	837.9	834.195	1.20	835.40	1.66	0.00
108.0	839.44	840.38	839.921	1.20	841.12	1.68	0.74
108.5	856.86	850.08	845.625	1.20	846.83	0.00	0.00
109.0	864.52	849.96	850.457	1.20	851.66	0.00	1.70
109.5	872.07	859.31	856.981	1.20	858.18	0.00	0.00
110.0	866.43	865.82	863.958	1.20	865.16	0.00	0.00
110.5	881.45	872.36	870.889	1.20	872.09	0.00	0.00
111.0	881.73	878.24	877.611	1.20	878.81	0.00	0.57
111.5	949.26	892.01	886.739	1.20	887.94	0.00	0.00
112.0	912.4	904.94	893.295	1.20	894.50	0.00	0.00
112.5	904.46	911.05	894.19	1.20	895.39	0.00	0.00
113.0	907.55	912.94	901.15	1.20	902.35	0.00	0.00
113.5	916.04	920.44	903.621	1.20	904.82	0.00	0.00
114.0	923.28	921.43	910.753	1.20	911.95	0.00	0.00
114.5	929.36	925.09	915.679	1.20	916.88	0.00	0.00
115.0	929.96	929.64	917.282	1.20	918.48	0.00	0.00
115.5	933.64	931.67	921.557	1.20	922.76	0.00	0.00
Promedio	401.90	405.19	398.84	1.20	400.04	0.85	0.65

## 4.3 Planeamiento Técnico

### 4.3.1 Medidas estructurales

Como medidas estructurales, ha sido necesario elaborar un plan de control de inundaciones para toda la cuenca. En la sección posterior 4.15 “Plan a mediano y largo plazo”, 4.15.1 “Plan General de Control de Inundaciones” se detallan los resultados del análisis. Dicho plan propone construir diques para el control de inundaciones de toda la cuenca. Sin embargo, esto requiere de un costo sumamente alto, mucho más allá del presupuesto del presente Proyecto, lo que hace que sea poco viable adoptar esta propuesta. Por lo tanto, suponiendo que los diques para controlar las inundaciones de toda la cuenca serán construidos progresivamente dentro de un plan a mediano y largo plazo, aquí se enfocó el estudio en las obras más urgentes y prioritarias para el control de inundaciones.

**(1) Caudal de inundaciones de diseño**

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

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

2) Caudal máximo histórico y caudal de inundaciones de diseño

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

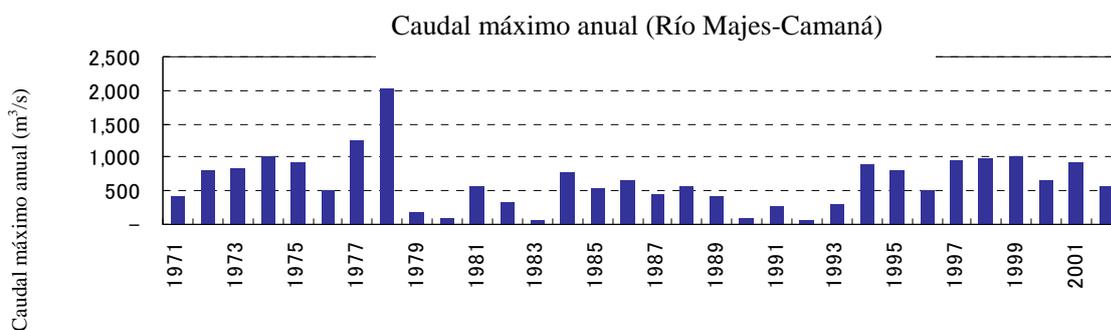
En cuanto al caudal máximo histórico del Río Majes-Camaná, se ha visto que han ocurrido inundaciones con un periodo de retorno de 50 años en una o dos ocasiones. Asimismo, los grandes daños y pérdidas sufridas en estas zonas han sido causados por las inundaciones de esta magnitud.

Dado que los Ríos del Perú, en su gran mayoría, están desprotegidos, se considera que no es necesario construir parcialmente las obras de protección contra las inundaciones de una magnitud mayor al caudal máximo de inundaciones históricas. No obstante, la adopción del caudal de inundaciones con un periodo de retorno de 50 años no tiene un significado absoluto, sino que pretende comparar y analizar relativamente las cuencas objeto del Estudio.

**Tabla 4.3.1-1 Caudal de inundaciones con diferentes períodos de retorno y caudal histórico**

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

Ríos	Período de retorno de 10 años	Período de retorno de 25 años	Período de retorno de 50 años	Período de retorno de 100 años	Caudal máximo histórico
Majes-Camaná	1,007	1,566	2,084	2,703	2,400



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

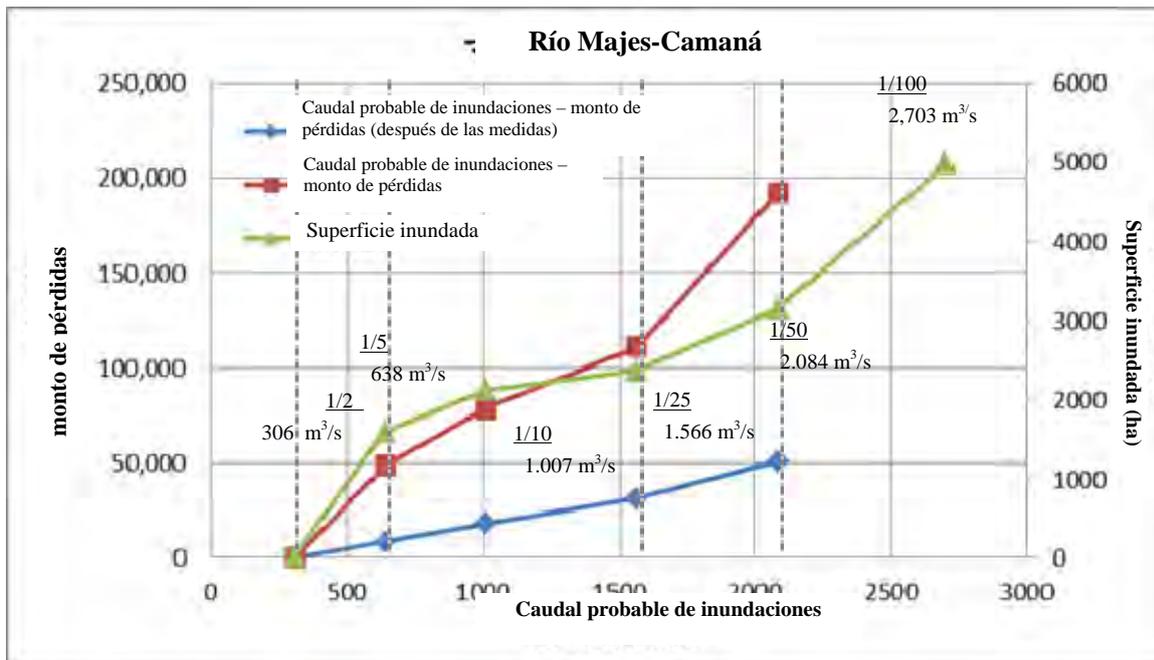
3) Caudal probable de inundaciones, monto de pérdidas y superficie inundada

En la Figura de 4.3.1-2 se presenta la relación entre el caudal probable de inundaciones, monto de pérdidas y superficie inundada del Río Majes-Camaná.

De esta Figura se puede afirmar lo siguiente.

- 1) Cuanto mayor sea el caudal probable de inundaciones, mayor es la superficie inundada (líneas verdes en las Figuras).
- 2) Cuanto mayor sea el caudal probable de inundaciones, mayor es el monto de pérdidas (líneas rojas en las Figuras).
- 3) Al aumentar el caudal probable de inundaciones, aumenta también progresivamente el monto de pérdidas después de implementados los proyectos (líneas azules en las Figuras).
- 4) Al aumentar el caudal probable de inundaciones, aumenta constantemente el monto de pérdidas reducidas (diferencia entre las líneas rojas y azules), y la máxima diferencia se produce en el caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años.

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



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

## (2) Levantamiento topográfico

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

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

Ítem	Levantamiento topográfico	Levantamiento transversal
Majes-Camaná	$S = 1/2.500$	$S = 1/100$ , intercalo de 100 m
	ha	Km
	193	21,3

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

### 1) Lineamientos básicos

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

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

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

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

el presupuesto disponible del Proyecto en general.

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

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

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

## 2) Resultados de la selección

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





### 3) Fundamentos de la selección

A continuación se presentan los fundamentos de la selección de los sitios de obras.

El dique existente administrado en Camaná en la cuenca baja presenta un avanzado grado de obsolescencia y se observan numerosos tramos erosionados. Actualmente, el desborde ocurre principalmente en la cuenca alta (Río Majes), reduciéndose el impacto en esta área. Sin embargo, cuando el problema se vea solucionado en la cuenca alta, el impacto aumentaría en esta área, extendiéndose la superficie anegable.

Asimismo, existe a la altura de km13 una bocatoma del sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de Camaná, y un canal de agua a lo largo del Río. Dado que actualmente el tramo 12 km de la margen izquierda del Río se encuentra parcialmente erosionado, existe el temor de que el efecto llegue a este canal adyacente. Por otro lado, existen varios tramos desprotegidos en el Río Majes, cuya agua se desborda casi todos los años provocando grandes pérdidas de tierras de cultivo.

Por lo tanto, es sumamente importante tomar las medidas contra la obsolescencia de los diques existentes y asegurar la altura necesaria de los diques para proteger la cuenca baja del Río Camaná, altamente propenso a los daños de inundaciones. En cuanto al Río Majes, se le dará prioridad a la construcción de dique en los tramos actualmente desprotegidos y que están ocurriendo grandes pérdidas por inundaciones. Es importante analizar la secuencia de la ejecución de proyectos porque las medidas que se tomen en el Río Majes puede afectar también al Río Camaná (cuenca baja).

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

No	Ubicación de obras	Fundamentos de selección
MC-1	Km0,0 - km4,5 (Dique con revestimiento en margen izquierda)	<p>El dique existente administrado por Camaná presenta un avanzado grado de obsolescencia y se observan numerosos tramos erosionados. Actualmente, el desborde ocurre principalmente en la cuenca alta (Río Majes), reduciéndose el impacto en esta área.</p> <p>Sin embargo, cuando el problema se vea solucionado en la cuenca alta, el impacto aumentaría en esta área, extendiéndose la superficie anegable.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●Tramo que requiere subsanar el problema de la obsolescencia y falta de altura del dique existente.</li> <li>●Tramo cuya inundación en la margen izquierda puede afectar la ciudad de Camaná y grandes tierras de cultivo.</li> <li>●Tramo en el que se incrementa el riesgo de inundación cuando se construya alguna obra en la cuenca alta.</li> </ul> <p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○Grandes tierras de cultivo de la margen izquierda del tramo en cuestión.</li> <li>○Zona urbana de Camaná</li> </ul> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <p>▼ La cuenca más baja del Río Camaná se caracteriza porque el desbordamiento ocurre con menor magnitud debido al desbordamiento del Río Majes. Sin embargo, una vez mejorada las condiciones en este último, se agravarían los daños en la margen izquierda de la cuenca baja, pudiendo llegar el impacto también a la ciudad de Camaná. Asimismo, dado que por razones topográficas del Río Camaná, las inundaciones con un período de retorno de 50 años o más provocan pérdidas enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que puedan atender incluso a las inundaciones con un período de retorno de 50 años.</p>

		<p>▼ Se propone aumentar la altura de los diques existentes y ejecutar las obras de protección de márgenes aprovechando las obras existentes para asegurar una capacidad hidráulica.</p>
MC-2	km7,5 - km9,5 (Dique con revestimiento en margen izquierda)	<p>El dique existente administrado por Camaná presenta un avanzado grado de obsolescencia y se observan numerosos tramos erosionados. Actualmente, el desborde ocurre principalmente en la cuenca alta (Río Majes), reduciéndose el impacto en esta área. Sin embargo, cuando el problema se vea solucionado en la cuenca alta, el impacto aumentaría en esta área, extendiéndose la superficie anegable.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tramo que requiere subsanar el problema de la obsolescencia y falta de altura del dique existente.</li> <li>● Tramo cuya inundación en la margen izquierda puede afectar la ciudad de Camaná y grandes tierras de cultivo.</li> <li>● Tramo en el que se incrementa el riesgo de inundación cuando se construya alguna obra en el tramo superior.</li> </ul> <p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Grandes tierras de cultivo de la margen izquierda del tramo en cuestión.</li> <li>○ Zona urbana de Camaná</li> </ul> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <p>▼ La cuenca más baja del Río Camaná se caracteriza porque el desbordamiento ocurre con menor magnitud debido al desbordamiento del Río Majes. Sin embargo, una vez mejorada las condiciones en este último, se agravarían los daños en la margen izquierda de la cuenca baja, pudiendo llegar el impacto también a la ciudad de Camaná. Asimismo, dado que por razones topográficas del Río Camaná, las inundaciones con un período de retorno de 50 años o más provocan pérdidas enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que puedan atender incluso a las inundaciones con un período de retorno de 50 años.</p> <p>▼ Se propone aumentar la altura de los diques existentes y ejecutar las obras de protección de márgenes aprovechando las obras existentes para asegurar una capacidad hidráulica.</p>
MC-3	km11,0 - km17,0 (Dique con revestimiento margen izquierda)	<p>El dique existente administrado por Camaná presenta un avanzado grado de obsolescencia y se observan numerosos tramos erosionados. Existe a la altura de km13 una bocatoma del sistema de abastecimiento de agua potable al municipio de Camaná, y un canal de agua a lo largo del Río. Dado que actualmente el tramo km12 de la margen izquierda del Río se encuentra erosionado, existe el temor de que el efecto llegue a este canal adyacente.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tramo que requiere subsanar el problema de la obsolescencia y falta de altura del dique existente.</li> <li>● Tramo donde la inundación puede afectar el canal de agua potable.</li> </ul> <p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Canal del sistema de agua potable a lo largo de la margen izquierda del tramo en cuestión.</li> </ul> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <p>▼ La cuenca más baja del Río Camaná se caracteriza porque el desbordamiento ocurre con menor magnitud debido al desbordamiento del Río Majes. Sin embargo, una vez mejorada las condiciones en este último, se agravarían los daños en la margen izquierda de la cuenca baja, pudiendo llegar el impacto también al canal de agua potable que pasa al lado del Río.</p>

		<p>Teniendo en cuenta la gravedad al dañarse esta agua potable, se propone construir obras que puedan atender incluso a las inundaciones con un período de retorno de 50 años.</p> <p>▼ Se propone aumentar la altura de los diques existentes y ejecutar las obras de protección de márgenes aprovechando las obras existentes para asegurar una capacidad hidráulica.</p>
MC-4	km48,0 - km50,5 (Dique con revestimiento en margen izquierda)	<p>Es uno de los tramos de más reducida capacidad hidráulica de este Río, y el agua puede desbordarse aún con una pequeña crecida. Los daños crecen en proporción de la magnitud de la crecida.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tramo que requiere mejorar el dique para asegurar la capacidad hidráulica del Río para proteger la segunda zona agrícola de Majes.</li> </ul> <p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <p>○ Tierras de cultivo de la margen izquierda del tramo en cuestión (la segunda zona agrícola de Majes de máxima extensión de superficie inundada.)</p> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <p>▼ El desbordamiento empieza a ocurrir con inundaciones de un período de retorno de 5 años. Con un caudal de 50 años, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que permita el paso seguro del caudal con un período de retorno de 50 años.</p> <p>▼ Incrementar el impacto del proyecto mediante la construcción del dique y protección de márgenes combinando 4) y 5).</p>
MC-5	km52,0 - km56,0 (Dique con revestimiento en margen izquierda)	<p>Es el tramo de más reducida capacidad hidráulica de este Río, y el agua puede desbordarse aún con una pequeña crecida. Los daños crecen en proporción de la magnitud de la crecida. Las inundaciones de 1998 ha dejado la zona completamente inundada, produciendo grandes pérdidas.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tramo que requiere mejorar el dique para asegurar la capacidad hidráulica del Río para proteger la segunda zona agrícola de Majes.</li> </ul> <p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <p>○ Tierras de cultivo de la margen izquierda del tramo en cuestión (la segunda zona agrícola de Majes de máxima extensión de superficie inundada.)</p> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <p>▼ El desbordamiento empieza a ocurrir con inundaciones de un período de retorno de 5 años. Con un caudal de 50 años, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que permita el paso seguro del caudal con un período de retorno de 50 años.</p> <p>▼ Incrementar el impacto del proyecto mediante la construcción del dique y protección de márgenes combinando 4) y 5).</p>
MC-6	km59,0 - km62,5 (Dique con revestimiento en margen derecha)	<p>La capacidad hidráulica es sumamente reducida por el estrechamiento del Río, produciendo frecuentes inundaciones de las tierras de cultivo aguas arriba. Existe un puente en este tramo estrecho, cuyas márgenes están desprotegidas.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tramo que requiere mejorar el dique para asegurar la capacidad hidráulica del Río para proteger la mayor zona agrícola de Majes.</li> </ul>
	km59,5 – km62,5 (margen izquierda)	

		<p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <p>○Tierras de cultivo de ambas márgenes del tramo en cuestión.(Zona agrícola más grande del distrito Majes)</p> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <p>▼El desbordamiento empieza a ocurrir con inundaciones de un período de retorno de 5 años. Con un caudal de 50 años, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que permita el paso seguro del caudal con un período de retorno de 50 años.</p> <p>▼ Incrementar el impacto del proyecto mediante la construcción del dique y protección de márgenes combinando 6) y 7).</p>
MC-7	<p>km65,4 - km66,8 (Dique con revestimiento en margen derecha)</p> <p>km65,0 - km66,7 (Dique con revestimiento en margen izquierda)</p>	<p>Es uno de los tramos con más reducida capacidad hidráulica, que puede inundar la zona aledaña con pequeñas inundaciones, agravando las pérdidas a medida que aumente la magnitud de los eventos.</p> <p><b>[Características del tramo en cuestión]</b></p> <p>●Tramo que requiere mejorar el dique para asegurar la capacidad hidráulica del Río para proteger la mayor zona agrícola de Majes.</p> <p><b>[Elementos a proteger]</b></p> <p>○Tierras de cultivo de ambas márgenes del tramo en cuestión.(Zona agrícola más grande del distrito Majes)</p> <p><b>[Medidas y niveles de conservación]</b></p> <p>▼El desbordamiento empieza a ocurrir con inundaciones de un período de retorno de 5 años. Con un caudal de 50 años, las pérdidas son enormes. Por lo tanto, se propone construir obras que permita el paso seguro del caudal con un período de retorno de 50 años.</p> <p>▼Incrementar el impacto del proyecto mediante la construcción del dique y protección de márgenes combinando 6) y 7).</p>

#### (4) Ubicación y descripción general de las obras prioritarias para el control de inundaciones

En las Figuras 4.3.1-4 y 4.3.1-5 se indican la ubicación de las obras prioritarias de control de inundaciones. Asimismo en la Tabla 4.3.1-5 se presenta la descripción de las obras propuestas.

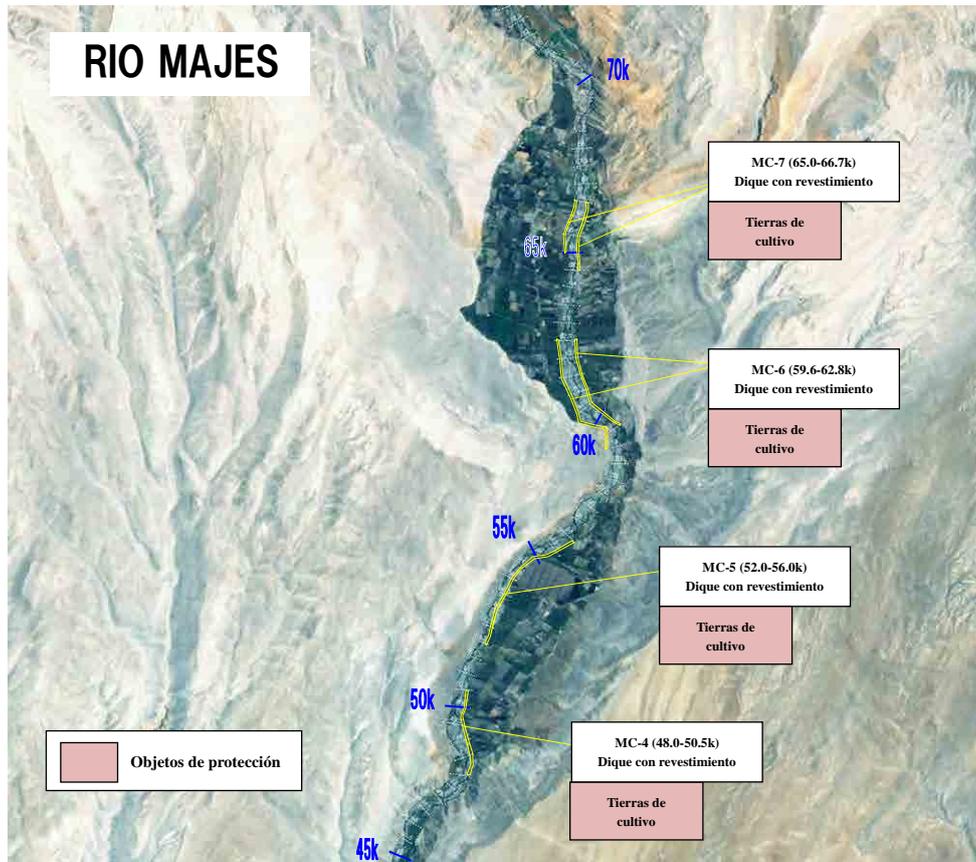


Figura 4.3.1-4 Obras prioritarias de control de inundaciones en el Río Majes

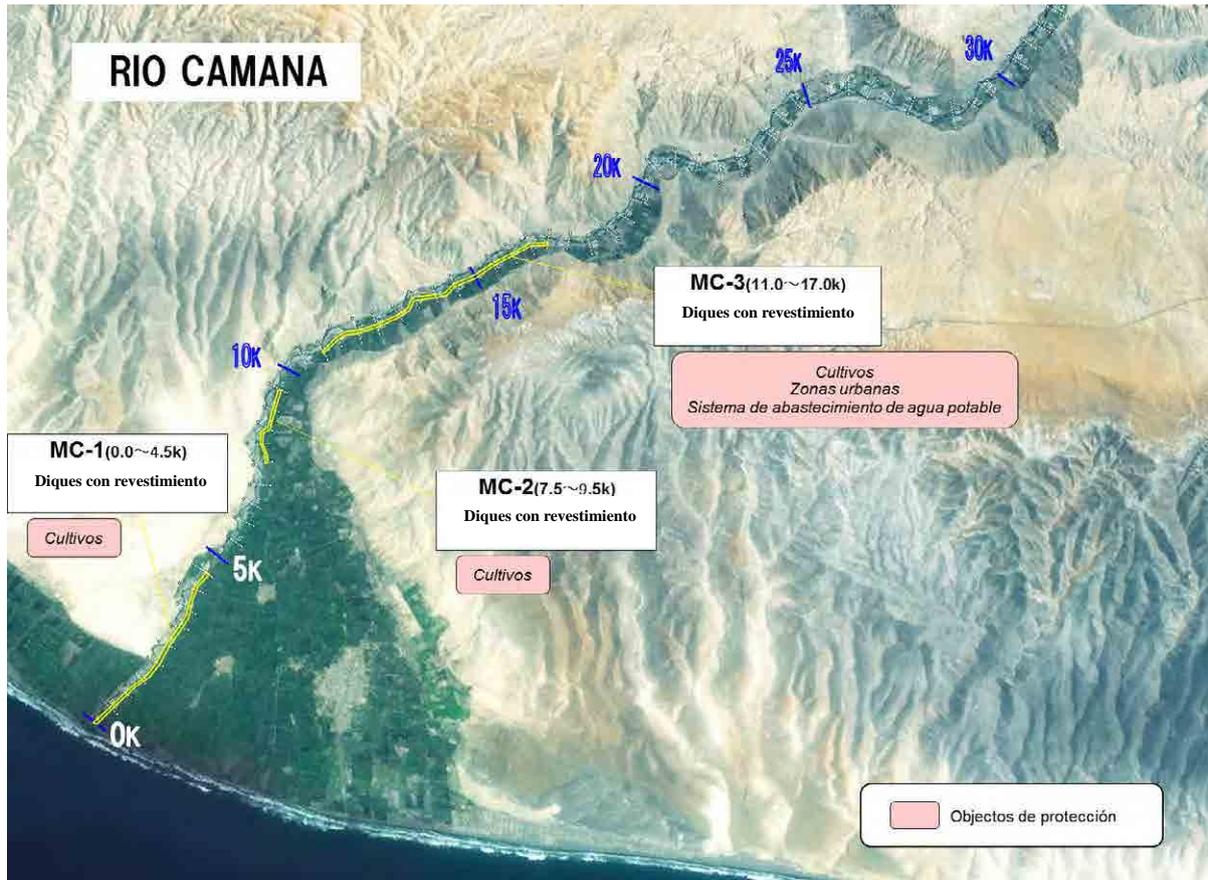


Figura 4.3.1-5 Obras prioritarias de control de inundaciones en el Río Camaná

Tabla 4.3.1-5 Lista de obras

Cuenca	Ubicación de la medida		Característica del punto crítico	Objetivo principal de protección	Principales medidas estructurales	Dimensiones de las estructuras	
	Ubicación	Extensión (km)				Longitud	Volumen (m³)
Río Camaná	MC-1	0.0-4.5 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	4,500 m	155,700 m³
	MC-2	7.5-9.5 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	2,000 m	43,100 m³
	MC-3	11.0-17.0 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	6,000 m	169,000 m³
Río Majes	MC-4	48.0-50.5 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	2,500 m	75,200 m³
	MC-5	52.0-56.0 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	4,300 m	179,000 m³
	MC-6	59.6-62.8 km	Zona de Inundación Erosión ribereña	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	6,200 m	235,000 m³
	MC-7	65.0-66.7 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	2,900 m	32,300 m³

## **5) Sección normal del dique**

### 1) Ancho de la corona

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

### 2) Estructura de los diques

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

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

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

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

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

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

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

La pendiente estable necesaria para un ángulo de fricción interna de 30° se determina como: V:H = 1:2,6 ( $\tan\theta=0,385$ ). Tomando en cuenta este valor teórico, se adoptó una pendiente de talud de 1:3,0 que es menos inclinado que los diques existentes, considerando los resultados del análisis de descarga, el tiempo prolongado del caudal de crecidas de diseño (más de 24 horas), el hecho de que muchos de los diques con pendiente de 1:2 han sido destruidos, y la resistencia relativa en caso de desbordamiento por inundaciones de una magnitud por encima de lo diseñado. En el presente Estudio no se han hecho el análisis de filtración y el cálculo de estabilidad del dique, basados en el estudio geológico, examen de materiales y valores de diseño. Por consiguiente, se han supuesto valores provisionales para una constante de resistencia a partir de los materiales identificados en el estudio de campo y se ha establecido una pendiente de talud teniendo en cuenta simplemente la estabilidad analizada más un margen. Como fundamentos del valor provisional de materiales, se tomaron como referencias la Tabla 4-2-4: valores provisionales de la constante de suelo a utilizar en los diseños de “Pauta de terraplenado, movimiento de tierra en obras viales, p.101 (versión 2010)(Asociación de carreteras de Japón) . Según dicho documento, los valores provisionales del ángulo de la resistencia al esfuerzo de corte son 35° para un terraplenado de arena compactada con ancho diámetro granular y 30° para un terraplenado de arena compactada clasificada

(con pequeño diámetro granular). De acuerdo con esto, se han supuesto los valores provisionales del ángulo de fricción interna de 30° a 35°. En el estudio de campo, fueron observados materiales con ancho diámetro granular como la tierra rutácea, pero muchos fueron de tierra arenosa con pequeño diámetro granular. Por tanto, tomando como base  $\phi 300$  se estableció una pendiente de talud con un simple cálculo de estabilidad. Puesto que en un cálculo de estabilidad con mayor precisión es necesario considerar la presión osmótica como fuerza externa, se tomó en cuenta un margen en los resultados del cálculo simple de estabilidad. Por otra parte, se ha tenido en cuenta que en Japón se establece la pendiente mínima de los diques en 1:20, pero existen muchos casos en que tiene una pendiente media de más de 1:30 colocando escalones a cada 2 ó 3 m de altura.

- 3) El talud del dique por el lado del Río deberá ser protegida, porque debe soportar un flujo de agua veloz debido a la pendiente relativamente acentuada del lecho. Esta protección será ejecutada utilizando bolones o piedras grandes que son fáciles de conseguir localmente, dado que es difícil conseguir bloques de hormigón continuos.

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

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

- 5) Método de aumentar la altura del dique

Los tramos donde aumentar la altura del dique son 1,0 km/7,7 km de longitud total en el Río Cañete, 0,6 km/13,2 km de longitud total en el Río Chincha, 0,8 km/15,2 km de longitud total en el Río Pisco y 15,0 km/24,8 km de longitud total en el Río Majes-Camaná, con un total de 17,4 km de los tramos que necesitan aumentar la altura del dique dentro de una longitud total de 60,9 km los diques

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

- i) El método de terraplenado delante del dique para aumentar la altura del dique en el lado del Río conduce a estrechar el curso del Río y como consecuencia, aumenta la altura del dique.

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

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

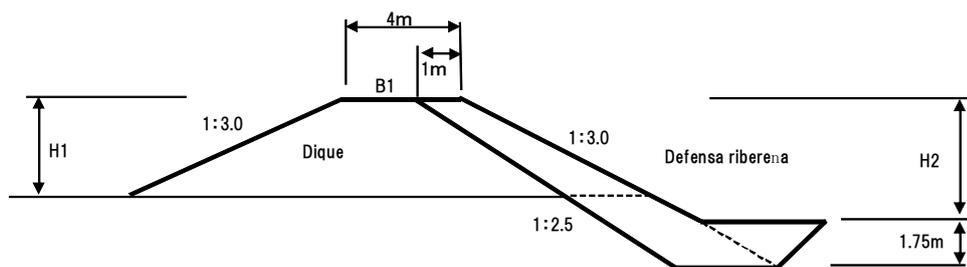
### 3) Libre bordo del dique

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

En la Tabla 4.3.1-16 se muestran las pautas aplicadas en Japón en relación con el libre bordo. Si bien es cierto que en el Perú no existe una norma sobre el libre bordo, se ha decidido aplicar las mismas normas de Japón establecidas de forma empírica, considerando que los Ríos de ambos países se asemejan.

**Tabla-4.3.1-6 Caudal de crecidas de diseño y libre bordo**

Caudal de crecidas de diseño	Altura a agregar al nivel de crecidas de diseño
Menos de 200 m <sup>3</sup> /s	0,6 m
Más de 200 m <sup>3</sup> /s, menos de 500 m <sup>3</sup> /s	0,8 m
Más de 500 m <sup>3</sup> /s, menos de 2.000 m <sup>3</sup> /s	1,0 m
Más de 2.000 m <sup>3</sup> /s, menos de 5.000 m <sup>3</sup> /s	1,2 m
Más de 5.000 m <sup>3</sup> /s, menos de 10.000 m <sup>3</sup> /s	1,5 m
Más de 10.000 m <sup>3</sup> /s	2,0 m



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

4) Puntos de consideraciones en la ejecución

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

(6) Efectos de medidas contra inundaciones

Tal como se presenta en las Figuras de 4.3.1-7 a 4.3.1-8, mediante la construcción de principales medidas contra inundaciones, la capacidad de descarga de cada Río en los puntos de construcción de las medidas aumentará hasta adaptarse al caudal con un periodo de retorno de 50 años, mejorando notablemente los efectos preventivos de desbordamiento.

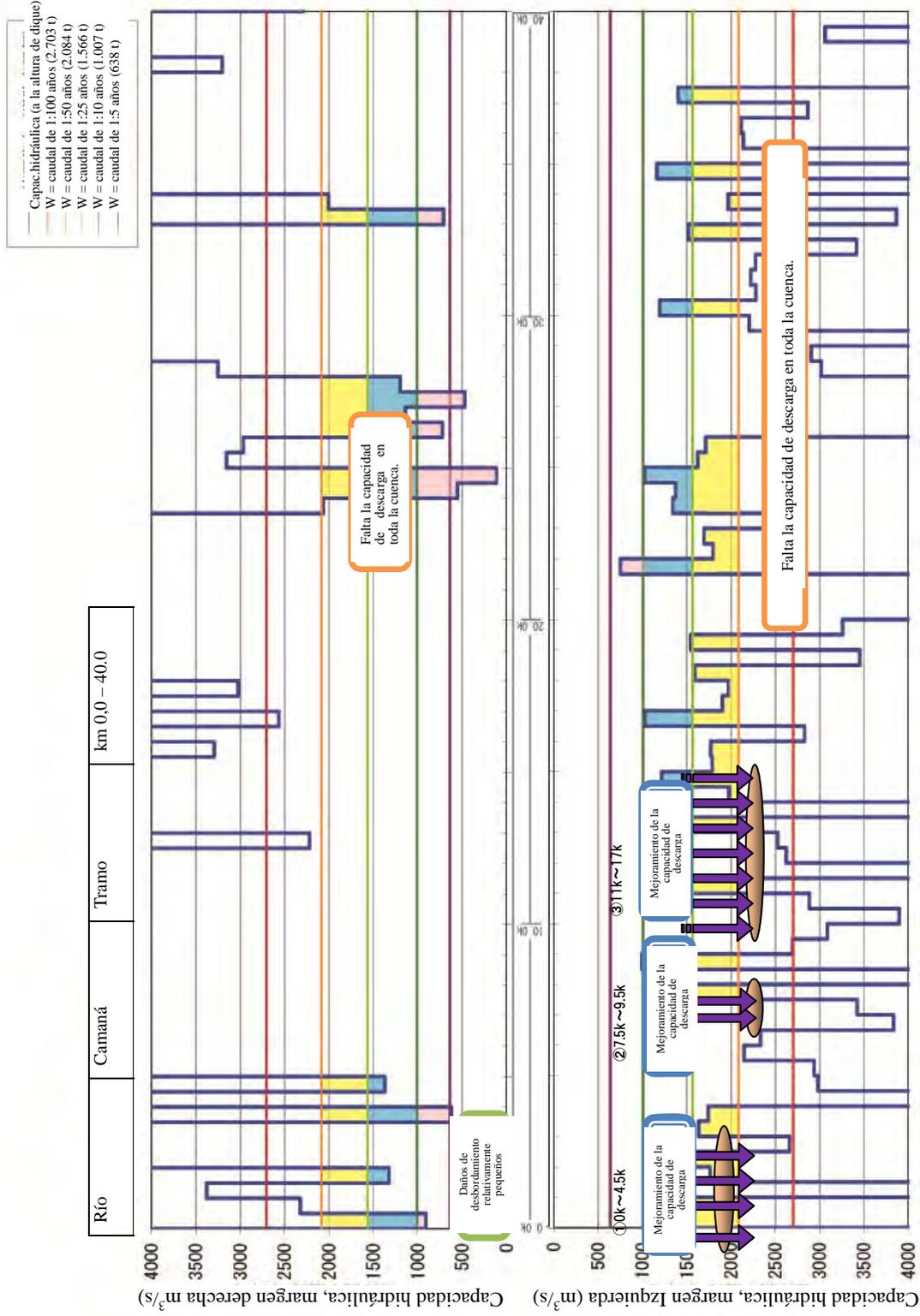


Figura-4.3.1-7 Efectos de las instalaciones de control de inundaciones (Río Camaná)

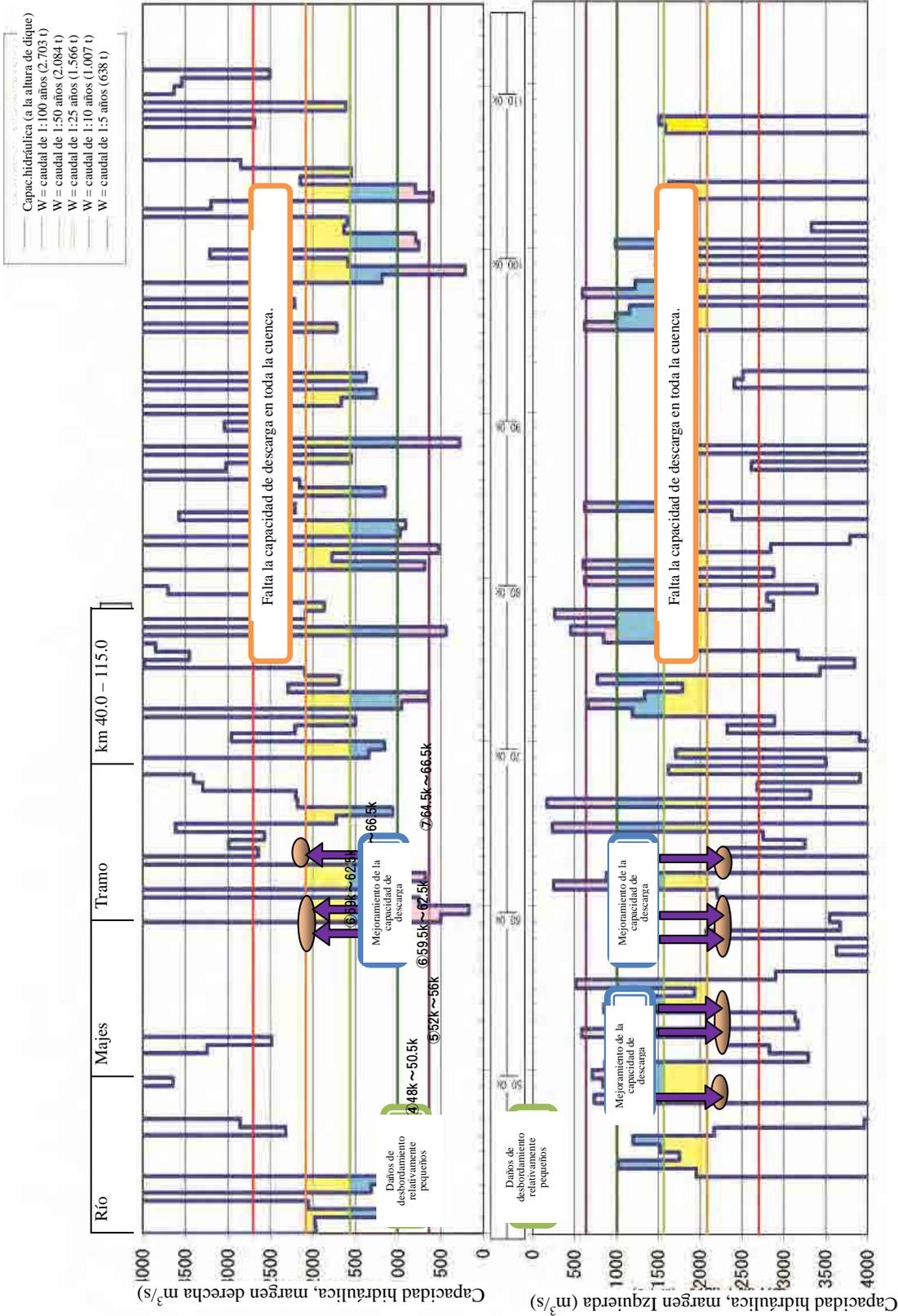


Figura-4.3.1-8 Efectos de las instalaciones de control de inundaciones (Río Majes)

## 4.3.2 Medidas no estructurales

### 4.3.2.1 Reforestación y recuperación vegetal

#### (1) Políticas básicas

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

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

Las políticas para el plan de forestación a lo largo de obras fluviales se indican a continuación. El Diagrama conceptual del plan de forestación se puede observar en las Figuras 4.3.2.1-1 y 4.3.2.1-2. Existen dos tipos de forestación, en el caso de que no se pueda aplicar la forestación tipo A en la Cuenca del Río Camaná-Majes, se aplicará la forestación Tipo B. En las Cuencas a excepción del anterior mencionado se aplicará la forestación de Tipo A.

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

de regantes.

- (v) **Lugares proyectados:** Dado que el objetivo de la plantación es mitigar los daños de un desbordamiento imprevisible, se plantarán árboles en el lado del objeto de protección dentro del terreno de estructuras fluviales como los diques. Si se hace una forestación en un lugar sin dique, los árboles se caerán afectados directamente por inundaciones y existe alto riesgo de que los árboles arrastrados ocasionen daños secundarios como el estancamiento del Río debajo de puentes. Además, el tramo sin diques es muy extenso, lo que aumentará los costos de adquisición de terreno y obra.

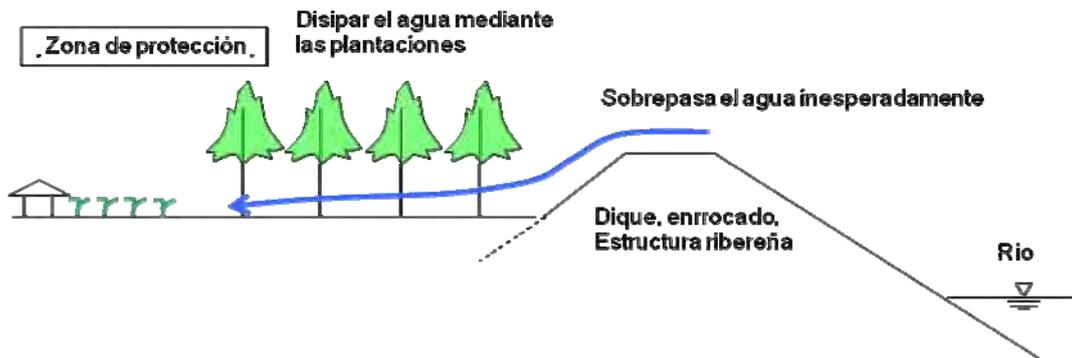


Figura 4.3.2.1-1 Diagrama Conceptual Forestación a lo largo de estructuras ribereñas (Tipo A)

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

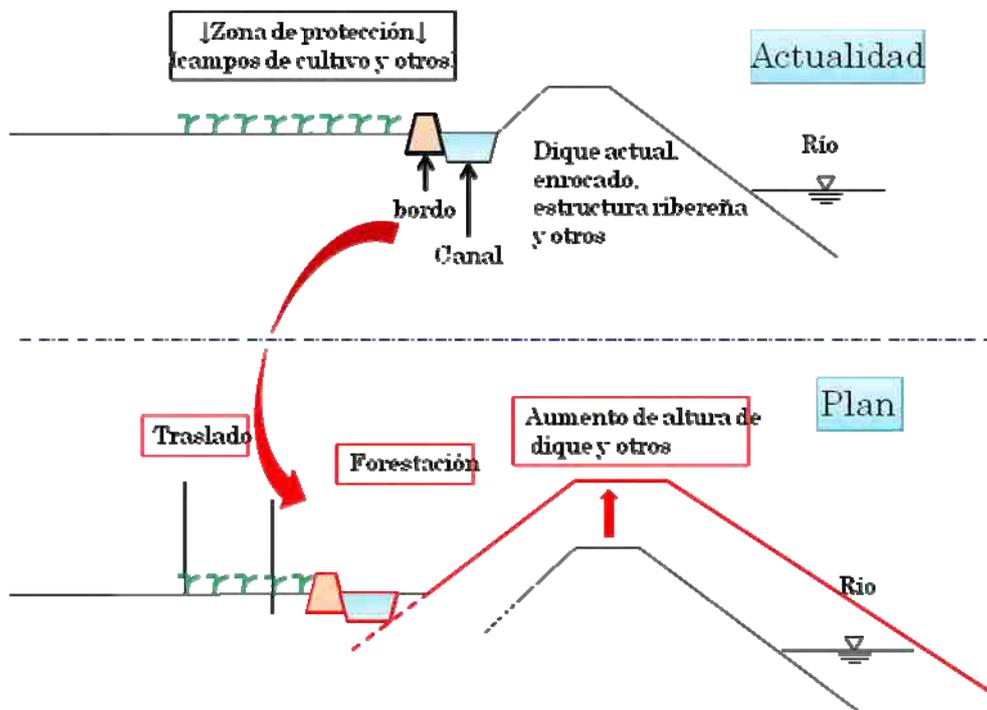


Figura 4.3.2.1-2 Diagrama conceptual Forestación a lo largo de estructuras ribereñas (Tipo B)

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

En la Cuenca del Río Camaná, se han construido canales a lo largo de los diques existentes, y en la mayoría de los casos el arrozal de regadía se extiende hasta el borde del canal. De acuerdo a la entrevista con la comisión de regantes, los propietarios del terreno no estarían de acuerdo con la forestación de Tipo A (forestación con un ancho de 11 m) ya que reduciría el área de sus cultivos. Por lo tanto se asume que es difícil la forestación. Por eso, en caso que no se pueda adquirir el terreno, se plantea la forestación de Tipo B, sólo para conservar el canal.

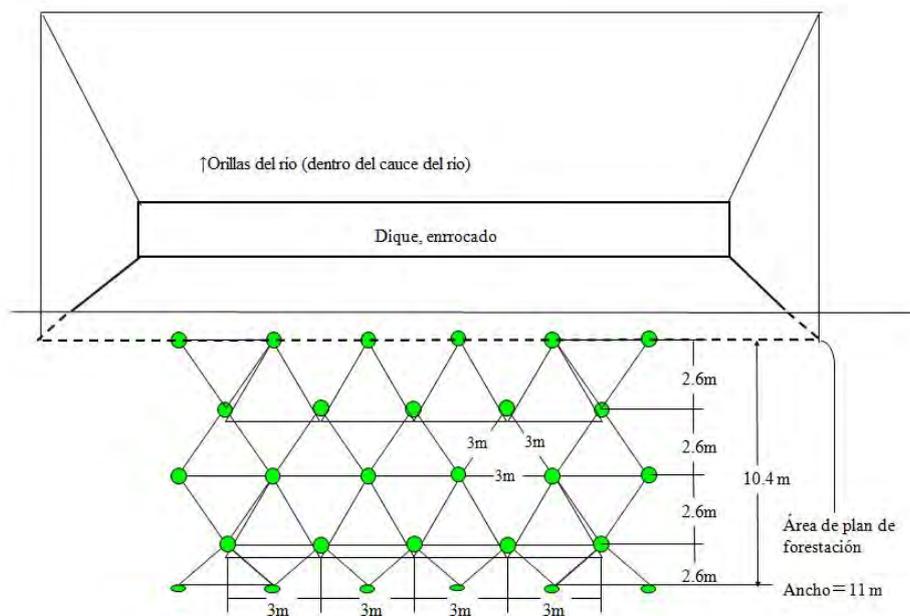
### (3) Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal

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

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

##### i) Tipo A:

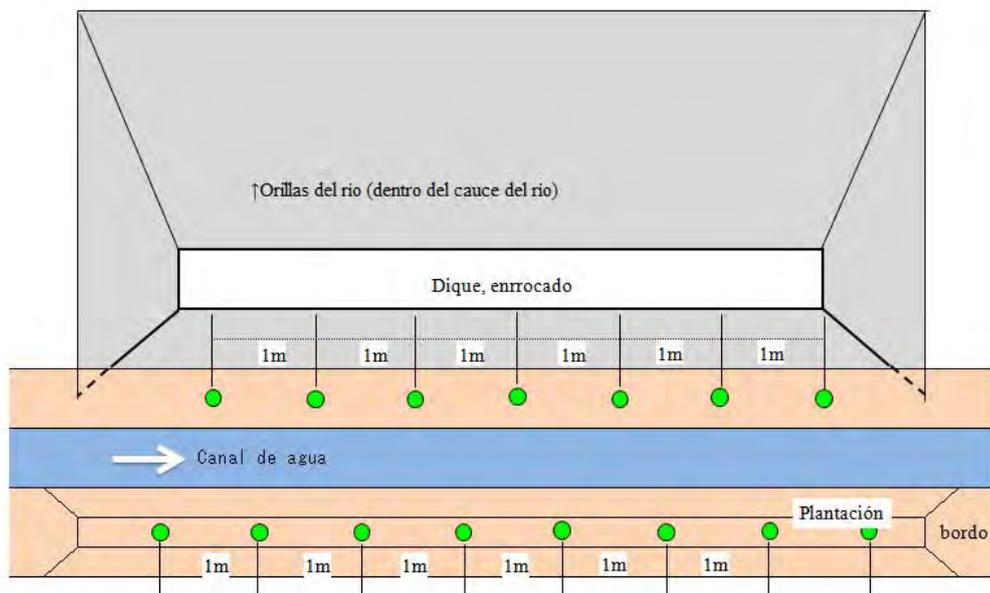
En el Perú la ubicación de la forestación más común es la de triángulos equiláteros, en el presente proyecto también utiliza este modelo plantando los árboles en un intervalo de 3 metros. En caso que se realice este método, los árboles tendrán un ancho de 2,6 m en dirección perpendicular al dique, y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



**Figura 4.3.2.1-3 Ubicación del diseño del plan de forestación a lo largo de estructura ribereña**  
(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

ii) Tipo B:

En la situación actual, se foresta con un intervalo de 1 m paralelo al canal, en este plan se aplicará esta forestación. Se muestra la ubicación del diseño del plan forestación en la Figura 4.3.2.1-4



**Figura 4.3.2.1-4 Ubicación del diseño del plan de forestación a lo largo de estructura ribereña (Tipo B)**

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

2) Especies a forestar

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

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

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

Criterios de evaluación tomados para la selección:

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

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

Cuenca	Productores	Lugar de producción de plantones	Especies producidas comúnmente	Especies producidas esporádicamente
Camaná-Majes	APAIC	Arequipa	Sólo Tara	-
	Los Girasoles de Florentino	Arequipa	Sauce, Álamo, Molle, Casuarina, Tara	-
	AGRORURAL	Arequipa	-	Tara, Sauce, Huarango, Acacia, Casuarina

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

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

Área de forestación planteada	Especies forestales	Características
Camaná-Majes	Sauce	Abundante en las orillas del Río, uso en abundancia para plantación al borde de los canales para la irrigación de los cultivos (conservación de los canales). Las ramas son utilizadas para leña, alta probabilidad de germinación. Especie que se puede observar en abundancia en la Cuenca del Río Camaná-Majes
	Callacas	Abundante en las orillas del Río, crece entremezclada con el Sauce. Su crecimiento ha sido natural y no es forestado
	Eucalipto	No se observa mucho. En la Cuenca del Río Camaná han sido plantados a lo largo de los canales. Según la Junta de Usuarios de Agua, se han forestado Eucalipto entre 2006 y 2007, sin embargo la gran mayoría no se desarrolló.
	Casuarina	Se observa esporádicamente a las orillas del Río. Se observa cerca de viviendas, pero en poca cantidad

<sup>1</sup>(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

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

Cuenca	Especies forestales	Selección y adaptación						Observaciones
		1	2	3	4	5	Selección	
Cuenca de Camaná-Majes	Sauce	A	A	B	A	A	⊙	Idóneo para el lugar, los de la Junta de Usuarios la prefieren
	Callacas	A	D	D	B	A	×	No hay producción de plantones
	Eucalipto	B	A	B	B	B	△	Con alto riesgo de fracasar ya que el suelo contiguo a los canales es de tipo arcilloso y además exceso de humedad
	Casuarina	B	A	B	B	B	○	No existen experiencias, sin embargo es resistente a agua salada, se recomienda plantar cerca de orillas del mar
	Huarango ( <i>Prosopis limensis</i> )	B	A	D	B	A	×	Con alto riesgo de fracasar ya que el suelo contiguo a los canales es de tipo arcilloso y además exceso de humedad

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

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

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

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

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

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

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

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

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

Cuenca	Especies seleccionadas
Río Majes-Camaná	Sauce (©), Casuarina (○)

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

En la Cuenca del Río Camaná-Majes la especie principal de forestación es el Sauce. Esta especie se adapta muy bien a ambientes con abundante humedad y existen experiencias de forestación en la zona. Es la especie que se foresta mayormente por la comisión de regantes. Existen el Sauce y el Callacas en un tramo de 1,5km aguas arriba de la costado, pero su desarrollo no es bueno. Esto se debe a la influencia de la marea, por lo tanto se plantea mezclar el Sauce con la Casuarina, ya que la última se adapta mejor a zonas salinas. En la zona se puede observar en abundancia el Callacas, pero no se producen en viveros. En la Cuenca del Río Camaná-Majes la mayoría son arrozales de regadío, por lo que el nivel del agua subterránea es muy alto y el tipo de suelo es arcilloso. Por estos motivos, el Eucalipto no es apto para la forestación en esta zona, ya que tiene la probabilidad de que se marchiten.

### 3) Mitrado del Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal

Se ha seleccionado el plan de forestación como se menciona en el plan de ubicación y tipo de especies, en los diques y enrocados, pozos de sedimentación a lo largo de la orilla del Río. El ancho de la forestación de Tipo A es de 11 metros y en el caso de la forestación de Tipo B se ha calculado forestar en dos líneas a lo largo del dique, con un intervalo de un metro.

A continuación en la Tabla 4.3.2.1-6 se muestra el mitrado para el plan de forestación y recuperación de la cobertura vegetal en la cuenca del Río Majes-Camaná. Dado que se propone reforestar a lo largo

de los diques, en la Tabla no está incluido el mitrado de reforestación en los sitios donde se ejecutarán obras diferentes a la construcción de diques (descolmatación, reparación de presas, etc.)

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

N°	Ubic (margen)	Largo (m)	Ancho (m)	Área (ha)	Cantidad (unidad)	Distribución según especies (unidad)		
						Sauce	Casuarina	Total
<b>Tipo B</b>								
Camana-1	Izquierda	1.500	—	—	3.000	1.500	1.500	3.000
Camana-1	Izquierda	3.000	—	—	6.000	6.000	—	6.000
Camana-2	Izquierda	2.000	—	—	4.000	4.000	—	4.000
Camana-3	Izquierda	6.000	—	—	12.000	12.000	—	12.000
<b>Tipo A</b>								
Majes-4	Izquierda	2.500	11	2,8	8.288	8.288	—	8.288
Majes-5		4.000	11	4,4	13.024	13.024	—	13.024
Majes-6	Derecha	3.500	11	3,9	11.544	11.544	—	11.544
Majes-6		3.000	11	3,3	9.768	9.768	—	9.768
Majes-7	Derecha	1.500	11	1,7	5.032	5.032	—	5.032
Majes-7	Izquierda	2.000	11	2,2	6.512	6.512	—	6.512
Cuenca Camaná-Majes Total				18,3	79.168	79.168	1.500	79.168

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

#### 4) Ubicación del plan de reforestación y recuperación vegetal

La ubicación del Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal para las estructuras ribereñas es la misma que la disposición de dichas estructuras. Para su disposición, véase el apartado 4.3.2. (2).

#### (4) Costos de ejecución del Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal

Los costos de ejecución de obras para el Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal fueron estimados de la siguiente manera:

- Precio unitario de plántones (precio unitario + costo de transporte)
- Costo laborales de forestación

Los proveedores de plántones pueden ser i) AGRORURAL o ii) proveedores privados. Para la reforestación a lo largo de los Ríos se compararán a los proveedores privados.

Para la estimación del costo unitario de mano de obra, se propone aplicar el costo unitario de mano de obra común para la reforestación de las riberas.

#### i) Costo unitario de los plántones

El costo unitario de los plántones se definió como se indica en la Tabla 4.3.2.1-7, con base en la información obtenida a través de las entrevistas a los proveedores privados. Dado que los precios de los plántones y el costo de transporte varía dependiendo de las empresas, se aplicó el promedio.

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

ii) Costo de mano de obra

El rendimiento del trabajo de reforestación se determinó en 40 árboles / persona día, según la información recogida a través de las entrevistas a AGRO RURAL y a las comisiones de regantes. En la reforestación de riberas, el costo unitario de mano de obra será de 33,6 soles / hombre-día, en la cuenca alta se determinó en 16,8 soles / hombre – día, que corresponde a la mitad de la primera.

iii) Costo de ejecución de reforestación

En la Tabla 4.3.2.1-8 se muestra el costo de ejecución de obras para el Plan de Reforestación y Recuperación Vegetal en las riberas. Cabe recordar que la adquisición de los terrenos se hará simultáneamente con los terrenos de construcción de diques, y su costo será calculado aparte.

**Tabla 4.3.2.1-8 Costo de ejecución de reforestación**

## **(5) Calendario de trabajo**

Dado que los bosques ribereños forman parte de las estructuras fluviales, su reforestación estará sujeta al mismo plan de ejecución de obras. Lo ideal es iniciar la plantación inmediatamente antes o al inicio de la época de lluvias, y terminar un mes antes de esta época para favorecer la supervivencia de las plantas. Sin embargo dado que casi no llueve en la zona ribereña, en este caso no existe gran diferencia entre la época de lluvias y seca. Por lo tanto, si bien es cierto que convendría realizar el trasplante en las fechas cuando suben el nivel de agua del Río, tampoco habría problema aunque se realizara este trabajo cuando el nivel de agua esté bajo, si por razones del calendario de ejecución de las estructuras fluviales así lo requiera. Solo se requerirá regar durante tres meses después del trasplante utilizando un sistema sencillo de riego por gravedad (con mangueras), hasta que suba el nivel de agua del Río. Este sistema de riego consiste en instalar las mangueras agujeradas sobre las líneas de nivel, y es la aplicación de la técnica utilizada en la zona de Presa Poechos del Río Chira.

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

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

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

- Las crecidas sobrepasan el nivel de orilla y se inundan.
- Los Ríos tienen una pendiente acentuada de entre 1/30 y 1/300, por lo que la velocidad de flujo es alta, así también la capacidad de transporte de sedimentos.
- La acumulación de gran cantidad de sedimentos arrastrados y la consecuente elevación del lecho agravan más los daños de inundaciones.

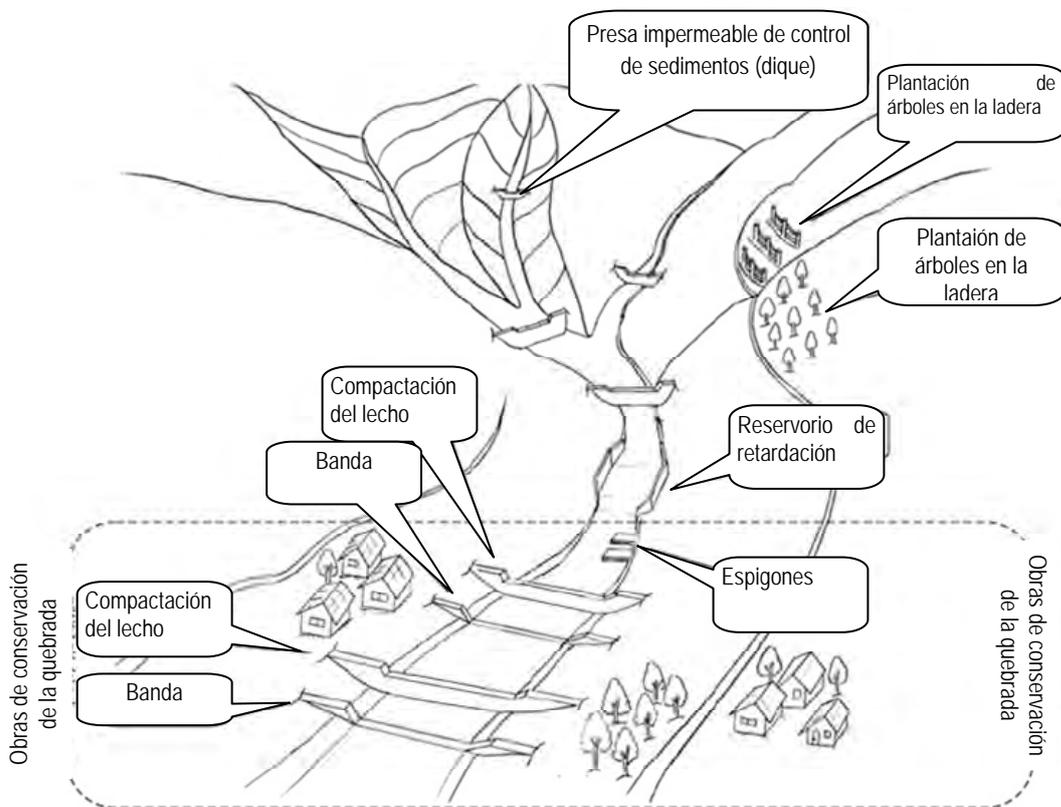
- Hay una gran cantidad de sedimentos acumulados sobre el lecho formando doble banco de arena. La ruta de agua y el sitio de mayor impacto de las aguas son inestables, provocando alteración de rutas y consecuentemente, también del sitio de mayor impacto de las aguas.
- Las riberas son muy eludibles, provocando la reducción de las tierras agrícolas adyacentes, destrucción de caminos regionales, etc., por lo que deben ser debidamente protegidas.
- Grandes piedras y rocas causan daños o destrucción de las bocatomas.

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

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

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

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



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

1) Plan de control de sedimentos en la cuenca alta

En la sección posterior 4.12 “Plan a mediano y largo plazo” 4.12.3 “Plan de control de sedimentos” se detalla sobre el plan de control de sedimentos que cubre toda la cuenca alta. Este plan requerirá de un tiempo sumamente largo y un enorme costo, lo que hace que sea poco viable su implementación en el presente Proyecto. Por lo tanto, deberá ser ejecutado de manera progresiva a mediano y largo plazo.

2) Plan de Control de Sedimentos en la cuenca baja

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

A continuación se presentan los resultados del análisis de variación del lecho en el Río Majes-Camaná. La altura media del lecho muestra una variación media de la altura del lecho en cada tramo objeto en los siguientes 50 años.

Volumen total de sedimentos arrastrados (en miles de m <sup>3</sup> )	20.956
Promedio anual de sedimentos arrastrados (en miles de m <sup>3</sup> )	419
Volumen total de variación de lecho (en miles de m <sup>3</sup> )	5.316
Promedio anual de variación de la altura del lecho (m)	0,2

Una de las causas por la que el Río Majes-Camaná descargue una cantidad relativamente grande de sedimentos está en su inmensa superficie de la cuenca en comparación con otros Ríos, y la gran magnitud de las crecidas, lo que hace que este Río arrastre grandes cantidades de sedimentos aguas abajo. Si bien es cierto que la variación del lecho (volumen de sedimentos) es grande, si observamos la altura media del lecho, solo ha variado 0,2 m en 50 años. Estas cifras parecen ser bajas, pero el arrastre de sedimentos puede ocurrir de manera repentina y local. Por lo tanto, se considera necesario realizar el monitoreo de la variación del lecho, incluyendo las condiciones de los sedimentos inestables de la cuenca alta, y tomar las medidas de mantenimiento del lecho que se consideren necesarias, pero en el momento, no es urgente tomar las medidas de control de sedimentos.

#### 4.3.3 Asistencia Técnica

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

(1) **Objetivo**

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

## **(2) Área Objeto**

El área objetivo de la implementación del presente componente es Majes-Camaná.

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

## **(3) Poblaciones Objeto**

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

Los participantes son quienes tienen una capacidad para difundir los contenidos de la asistencia técnica a las poblaciones locales a través las reuniones de cada organización a las que pertenecen.

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

## **(4) Actividades**

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

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

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

2) Actividad 2 “Curso para el trazado de planes preventivos de desastres en la comunidad contra daños de inundaciones”

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

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

Curso/Taller	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Técnicas de conservación de quebradas (ladera desplomada en el curso medio y alto)</li> <li>b) Técnicas de producción de plántulas para reforestación</li> <li>d) Técnicas de trasplante</li> <li>e) Gestión y conservación de los recursos forestales</li> </ul>
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Adquisición por la comunidad local de las técnicas adecuadas de conservación de laderas desplomadas en el curso medio y alto de acuerdo con las condiciones de cada cuenca, con el fin de promover el control de sedimentos fluviales.</li> <li>b) Adquisición por la comunidad local de las cuencas propensas a desastres, de las técnicas de producción de plántulas para la reforestación.</li> <li>d) Adquisición por la comunidad local de las cuencas propensas a desastres, de las técnicas de trasplante.</li> <li>e) Adquisición por la comunidad local de las cuencas propensas a desastres, de las técnicas de gestión y conservación de los recursos forestales.</li> </ul>
Dirigido a:	a-d) Oficiales de los gobiernos locales, personal técnico de las comisiones de regantes, representantes de la comunidad local, y miembros de la comunidad.
Duración	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) En cada cuenca, 12 sesiones en total (5 horas /sesión)</li> <li>b-d) En cada cuenca, tres cursos sobre el manejo de quebradas (ladera desplomada en el curso medio y alto) para medidas contra sedimentación fluvial incluyendo éste, 40 sesiones en total (5 horas /sesión)</li> </ul>
Instructores	a-d) Personal técnico del MINAG y de la Dirección de Agricultura de los gobiernos regionales, académicos (profesores de las universidades, centros de investigación, ONGs, etc.)
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> <li>a-1) Características y conservación del suelo en las quebradas</li> <li>a-2) Sistema de producción agropecuaria y forestal en las laderas desplomadas en el curso medio y alto.</li> <li>a-3) Sistema de pastura en las laderas desplomadas en el curso medio y alto.</li> <li>a-4) Reproducción de la vegetación tradicional</li> <li>a-5) Conservación y mitigación de la erosión de las laderas desplomadas en el curso medio y alto.</li> <li>a-6) Mantenimiento participativo de miembros de la comunidad</li> <li>b-1) Selección de los árboles de alta aptitud local</li> <li>b-2) Técnicas de vivificación</li> <li>b-3) Técnicas de producción de plántulas</li> <li>b-4) Plan de construcción de viveros comunitarios</li> <li>c-1) Análisis de las áreas candidatas para reforestación</li> <li>c-2) Técnicas de trasplante</li> <li>c-3) Técnicas de manejo del suelo</li> <li>c-4) Técnicas de poda</li> <li>c-5) Plan de manejo forestal comunitario</li> <li>d-1) Medidas contra las inundaciones mediante reforestación</li> <li>d-2) Conservación y manejo de las plántulas</li> <li>d-3) Manejo de los productos forestales</li> <li>d-4) Plan comunitario de manejo de reforestación</li> </ul>

## **(5) Costo directo y Período**

Los costos directos de las actividades mencionadas se presentan en la Tabla siguiente. El monto del costo en las cuatro cuencas se estima en S. / 576.200 en total. El desglose de los precios unitarios del costo directo se presenta en el Anexo-12, No.05 Monto de proyectos por cuenca.

El período de las actividades es dos años aproximadamente aunque hay que considerar el avance de las medidas estructurales y no estructurales para la prevención de inundaciones en el Proyecto.

### **Tabla 4.3.3-1 Contenido y costo directo de la asistencia técnica**

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

## **(6) Plan de ejecución**

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

- Para la implementación del presente componente, la DGIH-MINAG coordinará acciones con la Unidad de Gestión Central responsable de cada cuenca, y las direcciones regionales de agricultura (DRA).
- Para la administración y gestión del Proyecto, la DGIH-MINAG coordinará acciones con PSI-MINAG (Programa Subsectorial de Irrigaciones) que tiene vasta experiencia en proyectos similares.
- Considerando que existen algunos gobiernos locales que han iniciado la elaboración de un plan de gestión de riesgos similar a través del respectivo comité de defensa civil, bajo el asesoramiento del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y gobiernos locales, la DGIH-MINAG deberá realizar la coordinación para que estos planes sean congruentes con los planes existentes en cada cuenca.

- Los cursos de capacitación serán gestionados y administrados por las asociaciones de regantes (en particular la unidad de desarrollo de capacidades y comunicación) con la colaboración de los gobiernos locales de cada cuenca, para apoyar el desarrollo oportuno en cada localidad.
- Los instructores y los facilitadores de los cursos serán asumidos por los expertos de las direcciones de atención a desastres de cada gobierno provincial, ANA, AGRORURAL, INDECI, etc. y los consultores (nacionales e internacionales).

## 4.4 Costos

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

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

Los costos del Proyecto incluyen los siguientes componentes:

##### 1) Componentes estructurales

###### i) Construcción

(1) Costo directo de obras (reforestación, medidas ambientales, educación en prevención de desastres, desarrollo de capacidades, y obra de compensación.)

(2) Gastos generales = (1)15 %

(3) Beneficios = (1)× 10 %

(4) Costo de ejecución de obras = (1)+(2)+(3)

(5) Impuestos = (4)×18 % (IGV)

(6) Costo de construcción = (4)+(5)

ii) Costos del servicio de consultoría (estructuras, reforestación, medidas ambientales, educación en prevención de desastres y desarrollo de capacidades)

(7) Diseño detallado

(8) Supervisión de obras

(9) Costos del servicio de consultoría = (7)+(8)

1) Proyectos de medidas estructurales = (6)+(9)

2) Adquisición de terrenos

3) Costo de administración de las unidades ejecutoras

Costo total del Proyecto = (1) + (2) + (3)

#### (2) Costos directos de obras

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

##### 1) Mano de obra

En la Tabla 4.4.1-1 se indica el costo de mano de obra, en la que se aplicaron los costos y los datos tomados de la Revista Costos y Presupuesto.

##### 2) Materiales

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

##### 3) Equipos

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

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

En la Tabla 4.4.1-4 se indica el volumen de obras según tipos del presente Estudio. Para los detalles del volumen de obras, véase el Anexo-8 Plan de instalaciones/Diseño, Cálculo del volumen.

5) Volumen de obras

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

**(3) Costos de las medidas estructurales**

En la Tabla 4.4.1-12 se indican los costos de las medidas estructurales. Asimismo en las Tablas 4.4.1-7 y 4.4.1-8 se indican la desagregación de los costos de diseño detallado y de supervisión de obras, respectivamente, tomados de la Tabla 4.1-12. El costo del servicio de consultoría se calcula según el Anexo-14 Plan de ejecución de proyecto de cooperación financiera reembolsable, Documento adjunto-1 Términos de referencia.

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

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

**(5) Costo de administración de las unidades ejecutoras**

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

**(6) Costo total del Proyecto**

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

**(7) Costo de operación y mantenimiento**

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

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

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

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

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

**Tabla 4.4.1-4 Volumen de obras**

Obras	Unidad	Volumen
		MAJES - CAMANA
<b>1.0 Obras provisionales</b>		
1.1 Oficina en el sitio	M2	1.150
1.2 Letreros	UND	7
1.3 Caminos de acceso provisionales	KM	30
1.4 Desplazamiento de la maquinaria pesada	UND	
<b>2.0 Obras de preparación</b>		
2.1 Determinación de posición y nivel	M	26.600
2.2 Control de levantamiento	M	26.600
2.3 Transporte de maquinarias pesadas	UND	7
2.4 Desmontaje de estructuras de hormigón existentes	M3	0
2.5 Excavación del lecho	M3	
2.6 Disposición de tierras residuales	M3	0
<b>3.0 Obra de tierra</b>		
3.1 Excavación del lecho	M3	104.821
3.2 Transporte de tierra para la construcción de dique	M3	695.325
3.3 Construcción de dique y compactación	M3	1.103.196
3.4 Excavación del borde de protección de márgenes	M3	303.050
3.5 Acabado de talud del dique	M3	136.936
3.6 Disposición de tierras residuales	M2	
3.7 Descolmatación (estructuras)	M3	
<b>4.0 Obras de protección de márgenes</b>		
4.1 Corte de rocas con explosivos	M3	400.293
4.2 Acopio de rocas	M3	400.293
4.3 Transporte de rocas	M3	400.293
4.4 Obras de protección de márgenes	M3	142.701
4.5 Instalación de rocas (borde)	M3	257.592
4.6 Suministro e instalación de GEOTEXTILE	M2	275.443
<b>5.0 Obras de hormigón</b>		
5.1 Encofrado	M2	0
5.2 Vaciado de hormigón (FC = 210 KG/CM2)	M3	0
<b>6.0 Gavión</b>		
6.1 Acopio de piedras trituradas (6 - 8 pulgadas)	M3	0
6.2 Transporte de rocas	M3	0

6.3	Instalación y anclaje de gaviones (5,0 × 1,0 × 1,0) m	UND	0
6.4	Colocación de piedras en gaviones (5,0 × 1,0 × 1,0) m	M3	0
6.5	Tapado de gaviones (5,0 × 1,0 × 1,0) m	UND	0

Obras	Unidad	Volumen
		MAJES - CAMANA
<b>1.0 Obras provisionales</b>		
1.1 Oficina en el sitio	M2	1.150
1.2 Letreros	UND	7
1.3 Caminos de acceso provisionales	KM	30
1.4 Desplazamiento de la maquinaria pesada	UND	
<b>2.0 Obras de preparación</b>		
2.1 Determinación de posición y nivel	M	26.600
2.2 Control de levantamiento	M	26.600
2.3 Transporte de maquinarias pesadas	UND	7
2.4 Desmontaje de estructuras de hormigón existentes	M3	0
2.5 Excavación del lecho	M3	
2.6 Disposición de tierras residuales	M3	0
<b>3.0 Obra de tierra</b>		
3.1 Excavación del lecho	M3	68.001
3.2 Transporte de tierra para la construcción de dique	M3	1.085.597
3.3 Construcción de dique y compactación	M3	1.468.590
3.4 Excavación del borde de protección de márgenes	M3	314.992
3.5 Acabado de talud del dique	M3	152.268
3.6 Disposición de tierras residuales	M2	
3.7 Descolmatación (estructuras)	M3	
<b>4.0 Obras de protección de márgenes</b>		
4.1 Corte de rocas con explosivos	M3	450.053
4.2 Acopio de rocas	M3	450.053
4.3 Transporte de rocas	M3	450.053
4.4 Obras de protección de márgenes	M3	182.310
4.5 Instalación de rocas (borde)	M3	267.743
4.6 Suministro e instalación de GEOTEXTILE	M2	297.652

**Tabla 4.4.1-5 Estimación de costo unitario de obra (Ejemplo, Río Majes-Camaná Mc-1)**

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

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

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

**Tabla 4.4.1-9 Costo de adquisición de terrenos (soles)**

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

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

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

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

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

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

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

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

Los factores de conversión estándar (FCE) se refieren a la relación de los precios sociales económicos calculados en la frontera y los precios privados en el país. A los bienes y servicios adquiridos en el país se les aplican los factores de conversión estándar (FCE) para convertirlos en precios sociales. En el presente estudio se hizo el cálculo basándose en la Directiva general del sistema nacional de inversión pública, (Resolución directoral No. 003-2011-EF/68.01, Anexo SNIP 10-V 3.1), vigente en Perú. La Tabla 4.4.2-1 presentan los FCS determinados por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

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

<b>Factores de Corrección para Precios Sociales (Metodología MEF)</b>	
DESCRIPCION	VALOR
•Gastos en Bienes Nacionales	0.85
•Gastos en Bienes Importados	0.92
•Impuestos Indirectos de Insumos Importados *	
Tasa Ad. Valorem	0.12
Tasa Impuesto General a las Ventas	0.18
•Factor de corrección de la Divisa	1.08
•Gastos en Combustibles	0.66
•Costos Indirectos (gastos administrativos y financieros)	0.85
•Servicio de Consultorias (Expediente y Supervisión)	
Persona Jurídica	0.85
Persona Natural	0.91
•Gastos en Mano de Obra Calificada	0.91
•Gastos en Mano de Obra No Calificada	0.68
Lima Metropolitana urbano	0.86
Región Costa urbano	0.68
Región Costa rural	0.57
Región Sierra urbano	0.60
Región Sierra rural	0.41
Región Selva urbano	0.63
Región Selva rural	0.49
•Impuestos indirectos de Mano de Obra **	
Tasa de Cuarta Categoría por Servicios No Personales (10%)	0.91

\*Corresponde a los impuestos en promedio.

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

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

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

## **4.5 Evaluación social**

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

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

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

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

- 1) Determinar un monto de pérdidas de inundaciones en un área anegable analizando la magnitud de desbordamiento que ocurre sin el Proyecto para cada período de retorno (entre 2 y 50 años).
- 2) Luego, determinar un monto de pérdidas de inundaciones en el área anegable analizando la magnitud de desbordamiento que ocurre con las obras prioritarias de control de inundaciones construidas (Ca-1 - Ca-5).
- 3) Determinar la diferencia entre el 1) y el 2). A esto se le suman los beneficios de otras obras diferentes a los diques (bocatomas, protección de caminos, etc.) para determinar el total de beneficios.

Se considerarán como “beneficios del Proyecto” a la suma del monto de pérdidas directas

provocadas por el desbordamiento y de las pérdidas indirectas provocadas por la destrucción de las estructuras en los tramos vulnerables (pérdida de tierras de cultivo, interrupción del tráfico, etc.).

### 1) Método de cálculo del monto de pérdidas

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

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

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

### **A. Pérdida directa**

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

### **B. Pérdida indirecta**

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

#### **a. Daños de las presas**

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

##### 1) Cálculo del costo de infraestructuras

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

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

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

##### 2) Pérdida de cultivo

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

Ganancia anual = (venta de los cultivos – costo)  $\times$  frecuencia de cosecha al año

Venta de cosechas = área sembrada (ha)  $\times$  rendimiento (kg/ha)  $\times$  precio unitario de transacción

Costo = costo unitario (s./ha)  $\times$  área sembrada (ha)

#### **b. Daños de las infraestructuras viales**

Se determina la pérdida debido a la interrupción del tránsito.

Monto de pérdida = pérdida directa + pérdida indirecta

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

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

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

## 2) Monto de pérdidas según períodos de retorno

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

**Tabla 4.5.1-2 Cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones (a precios privados) (retorno de 50 años) (Mil soles)**

Ítem de daños	Río Majes		Río Camaná	
	Con proyecto	Sin proyecto	Con proyecto	Sin proyecto
Daños en cultivos	102.748	27.026	24.265.10	8.868
Daños en estructuras de riego	24.562	6.042	6.291.29	3.028
Daños viales	18.611	5.303	2.059.50	272
Daños en viviendas	4.809	105	5.974.00	0
Daños en instalaciones públicas	1.045	21	1.318.50	0
Daños en los servicios públicos	119	69	186.75	0
<b>TOTAL</b>	<b>151.895</b>	<b>38.566</b>	<b>40.095.15</b>	<b>12.168</b>

En la Tabla 4.5.1-3 se muestra el monto estimado de pérdidas en el Río Majes-Cumaná en caso sin y con Proyecto.

**Tabla 4.5.1-3 Monto estimado de pérdidas (a precios privados) (en miles de soles)**

Caso ケース	t	Precios Privados / 民間価格
		Majes-Camana
Sin Proyecto 事業を実施しない場合	2	311
	5	48,616
	10	78,391
	25	111,072
	50	191,990
	Total	430,380
Con Proyecto 事業を実施した場合	2	0
	5	8,349
	10	18,278
	25	31,256
	50	50,734
	Total	108,616

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

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

reducción de pérdida según caudal ocurrido por las probabilidades de crecidas correspondientes.

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

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

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

En la Tabla 4.7.1-5 se presentan los resultados del cálculo del monto de pérdidas (promedio anual) que se espera reducir al implementar el Proyecto en la cuenca del Río Majes-Camaná.

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

s/1000

Cuenca	Flujo Periodo de retorno	Superficie Probabilidad	Daños Totales - miles de S./			Intervalo promedio de Daños	Intervalo Valor incremental de la probabilidad	Año promedio de Flujo de Daños	Año promedio de Daños
			sin Proyecto	con Proyecto	mitigados				
			①	②	③=①-②				
MAJES-CAMANA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	311	0	311	155	0.500	78	
	5	0.200	48.616	8.349	40.268	20.289	0.300	6.165	
	10	0.100	78.391	18.278	60.113	50.191	0.100	11.184	
	25	0.040	111.072	31.256	79.816	69.965	0.060	15.381	
	50	0.020	191.990	50.734	141.256	110.536	0.020	17.592	

## (2) Evaluación social

### 4) Objetivo e indicadores de evaluación

El objetivo de la evaluación social en el presente Estudio es evaluar la eficiencia de las inversiones en las medidas estructurales aplicando el método de análisis de la relación costo-beneficio (B/C) desde el punto de vista de la economía nacional. Para ello, se determinaron los indicadores de evaluación económica (relación B/C, Valor Actual Neto –VAN, y tasa interna de retorno económico –TIR). La tasa interna de retorno (TIR) es un indicador que expresa la eficiencia de la inversión en el proyecto. Se define como la tasa de descuento para equiparar el valor actual del costo generado por el proyecto al valor actual de beneficio. Es la tasa de descuento necesario para que el Valor Actual Neto (VAN) sea de cero y la relación de B/C de uno, e indica el porcentaje del beneficio generada por dicha inversión. La tasa interna de retorno utilizada en la evaluación económica se denomina “tasa interna de retorno económico (TIRE). El precio del mercado es convertido en el precio económico (costos a precios sociales) eliminando el impacto de la distorsión del mercado.

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

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

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

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

### 5) Precondiciones

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

### **i) Período de evaluación**

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

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

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

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

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

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

Nivel de precios:	2011
Tasa social de descuento:	10 % (Según los reglamentos del SNIP)
Costo anual de mantenimiento:	Véase el apartado correspondiente.

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

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

construcción y el costo de operación y mantenimiento de las obras, convertidos en valores actuales; y el beneficio total sumando el promedio del monto anual de reducción de pérdidas esperada, convertido en valores actuales.

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

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

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

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

**Tabla-4.5.1-9 Cálculo de la evaluación social (a precios privados) (Río Majes-Camaná)**

#### **4.5.2 Costos a precios sociales**

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

##### **1) Monto estimado de perdidas según desastres de diferentes períodos de retorno**

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

**Tabla 4.5.2-1 Cálculo de montos estimados de pérdidas generadas por inundaciones (A precios sociales) (Río Majes-Camaná) (en retorno de 50 años)**

(Mil soles)

Ítem de daños	Río Majes		Río Camaná	
	Con proyecto	Sin proyecto	Con proyecto	Sin proyecto
Daños en cultivos	116.366	30.779	32.027	11.719
Daños en estructuras de riego	20.313	4.997	5.203	2.504
Daños viales	14.703	4.190	1.627	215
Daños en viviendas	4.075	89	5.063	0
Daños en instalaciones públicas	885	18	1.117	0
Daños en los servicios públicos	94	54	148	0
<b>TOTAL</b>	156.437	40.127	45.185	14.437

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

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

(En miles de soles)

Caso ケース	t	Precios Sociales / 社会価格
		Majes-Camana
Sin Proyecto 事業を実施 しない場合	2	317
	5	48.503
	10	78.738
	25	113.789
	50	201.622
	Total	442.970
Con Proyecto 事業を実施 した場合	2	0
	5	8.540
	10	17.867
	25	31.916
	50	54.564
	Total	112.888

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

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

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

s/1000

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Da ños	年平均被害額の累 計=年平均被害軽 減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しな い場合①	事業を実施した 場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
MAJES- CAMANA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	317	0	317	159	0.500	79	
	5	0.200	48,503	8,540	39,962	20,140	0.300	6,042	
	10	0.100	78,738	17,867	60,871	50,417	0.100	5,042	
	25	0.040	113,789	31,916	81,872	71,372	0.060	4,282	
	50	0.020	201,622	54,564	147,058	114,465	0.020	2,289	

## (2) Evaluación social

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

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

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

### 4.5.3 Conclusiones de la evaluación social

La evaluación social puso de manifiesto que el proyecto de la cuenca del Río Majes-Camaná no arrojará un impacto económico palpable en términos de costos a precios sociales y privados. A continuación se presentan los efectos positivos del Proyecto que son difícilmente cuantificables en valores económicos.

- 1) Contribuye al desarrollo económico local al reducirse el temor por el estancamiento o daños de las actividades económicas.
- 2) Contribuye a la generación de oportunidades de empleo por la ejecución de obras

contempladas en el Proyecto.

- 3) Mayor conciencia de la comunidad local sobre los riesgos de las inundaciones y otros desastres.
- 4) Incremento del ingreso por agricultura más estable, gracias a la reducción de los daños de inundaciones.
- 5) Subida del precio de las tierras de cultivo

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

## **4.6 Análisis de sensibilidad**

### **(1) Objetivo**

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

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

### **(2) Ejecución de Análisis de sensibilidad**

#### **1) Descripción general de análisis de sensibilidad**

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

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

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

## 2) Descripción del análisis de sensibilidad

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

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

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

## 3) Resultados del análisis de sensibilidad

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

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

	Basin	Item	Basic Case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
				Cost increase 5%	Cost increase 10%	Benefit decrease 5%	Benefit decrease 10%	Disc. rate increase 5%	Disc. rate decrease 5%
PRIVATE PRICE	MAJES - CAMANA	IRR (%)	15%	14%	13%	14%	13%	15%	15%
		B/C	1.28	1.22	1.17	1.21	1.15	0.99	1.70
		NPV(\$)	22,447,137	18,614,081	14,781,025	17,283,356	12,119,574	-767,319	61,966,685
SOCIAL PRICE	MAJES - CAMANA	IRR (%)	19%	18%	17%	18%	16%	19%	19%
		B/C	1.53	1.46	1.40	1.45	1.38	1.19	2.04
		NPV(\$)	36,063,846	32,838,567	29,613,288	30,858,261	25,652,676	11,693,501	77,083,721

### **(3) Evaluación del análisis de sensibilidad**

Se realizó el análisis de sensibilidad del impacto del Proyecto en términos del cambio socioeconómico, a precios tanto privados como sociales. Según dicho análisis, en caso de precios privados aun cuando la tasa de descuento aumente en un 5 % y alcance al 15 %, su impacto económico baja sobre los niveles de TIR, B/C y VAN, y en caso de precios sociales sigue siendo un Proyecto con alto impacto económico.

## **4.7 Análisis de riesgos**

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

### **(1) Definición de riesgos**

Se definió la magnitud de riesgos en cada cuenca determinando el porcentaje de incremento de costos y el porcentaje de reducción de beneficios para que el VAN en costos a precios sociales, calculado en el apartado 4.5, sea 0 (cero).

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

### **(2) Magnitud de riesgos en el Río Majes-Camaná**

En la Tabla 4.7-1 se indican el porcentaje de incremento del costo y el porcentaje de reducción de beneficios para que el VAN sea 0 a precios sociales en cada cuenca. Se observa que la cuenca del Río Majes-Camaná presenta mediano riesgo frente a los beneficios, pero el riesgo frente al incremento de costos en las cuencas restantes es sumamente reducido. Se considera necesario realizar un seguimiento (de la reducción del costo de construcción y del costo de mantenimiento de las obras terminadas) a las cuencas que presenten alto riesgo.

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

## **4.8 Análisis de sostenibilidad**

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

### **(1) Rentabilidad**

El proyecto en la cuenca del Río Majes-Camaná es suficientemente rentable según los resultados del apartado 4.5 “Evaluación social”, lo que demuestra la alta sostenibilidad del proyecto.

### **(2) Comisión de regantes**

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

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

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

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

- Tratar de entenderse mutuamente entre los miembros e integrar la voluntad como comisión.
- Compartir recursos de agua de manera eficiente y equitativa

- Administración, operación y mantenimiento de las instalaciones de riego de su competencia
- Sensibilización ante los recursos de agua y desarrollo de capacidad
- Desarrollo de actividades agrícolas de los miembros y fomento del mejoramiento de la calidad de vida mediante el aumento del ingreso

(3) Operación y mantenimiento

En la Tabla 4.8-1 se presentan los presupuestos de las comisiones de regantes en la cuenca del Río Majes-Camaná en los últimos años.

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

(Unidad: soles)

Ríos	Presupuesto anual			
	2007	2008	2009	2010
Majes-Camaná		1.867.880,10	1.959.302,60	1.864.113,30

Nota) Dado que la Comisión de Regantes Majes-Camaná no tiene datos del presupuesto para el Río Majes en 2008, se ha supuesto tentativamente el presupuesto del Río Camaná de 2008 (1.122.078,40) + presupuesto del Río Majes de 2009 (745.810,70).

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

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

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

El porcentaje del costo anual de OyM dentro del presupuesto de las comisiones de regantes en 2009 es bastante alto, de 36,2 % en Majes-Camaná. Por otro lado, el porcentaje del costo de OyM dentro del monto anual medio de pérdidas reducidas es de 4,0%. Así, se considera que las comisiones podrán asumir sin problema el costo de OyM. El porcentaje del costo de mantenimiento del presente Proyecto es relativamente alto respecto al presupuesto actual de proyectos, sin embargo, el porcentaje de este costo de mantenimiento después de la implementación del Proyecto resultará muy bajo respecto al monto de pérdidas anual por daños. Por lo tanto, se puede considerar que el incremento de la renta debido a la disminución de daños de inundaciones podrá cubrir suficientemente el costo de mantenimiento.

En cuanto a la capacidad de operación y mantenimiento, cada comisión de regantes tiene maquinaria pesada (tractor, excavadora, tráiler, camión volquete, etc.) y se dedica al mantenimiento y reparación de los diques, protección de orillas y canales de riego. Puesto que las obras de control de inundaciones

contempladas en el presente Proyecto son diques, presas y otras obras muy familiares localmente, se considera que las comisiones de regantes son capaces de asumir esta responsabilidad con la asistencia técnica el MINAG y de los gobiernos locales.

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

Ríos	Costo de operación comisiones de regantes (mil S/)	Costo anual de OyM (mil S/)	Porcentaje del costo anual de OyM (%)	Monto anual medio de pérdidas reducidas (mil S/)	Porcentaje del costo anual de OyM (%)
	(1)	(2)	(3) = (2)/(1)	(4)	(5) = (2)/(4)
Majes-Camaná	1.959	710	36,2	17.592	4,0

(4) Deliberaciones con las comisiones de regantes

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

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

## 4.9 Impacto Ambiental

### 4.9.1 Procedimiento de la evaluación de impacto ambiental

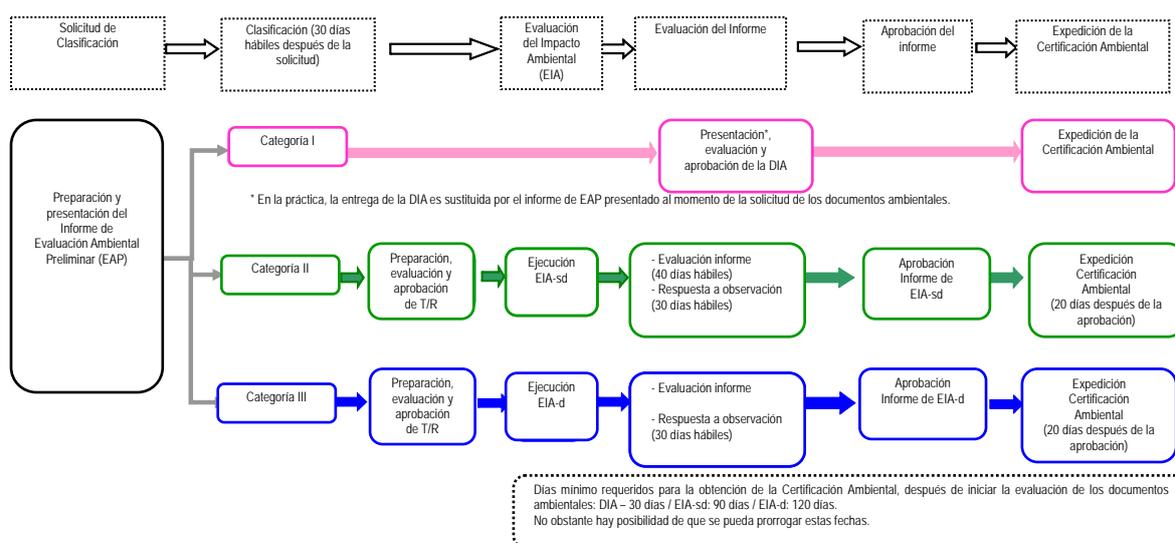
Los proyectos que se implementan en el Perú son clasificados por la unidad responsable del ministerio rector en la etapa del estudio de pre inversión, en tres categorías siguientes conforme la magnitud del supuesto impacto socio-ambiental por la implementación del proyecto en cuestión. Los proyectos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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

La Evaluación Ambiental Preliminar (EAP) ha sido realizada por un consultor local registrado en el MINAG (CIDES Ingenieros S.A.) entre septiembre y octubre de 2011 para la cuenca del Río Majes-Camaná.

El informe de EAP de la cuenca del Río Majes-Camaná ha sido entregado del Equipo de Estudio al DGIH el 20 de diciembre de 2011, y este documento fue entregado de DGIH a DGAA el 4 de enero de 2012. En cuanto al Río Majes-Camaná, la evaluación fue realizada posteriormente por DGAA, y se comunicó el resultado el 16 de agosto de 2012, siendo clasificado en la Categoría I, al igual que las 3 cuencas evaluadas anteriormente.

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

Las obras planeadas son Mejoramiento de diques existentes, Conformación de dique, Descolmatación de cauces, Protección de márgenes, Mejoramiento/Reparación de bocatomas y obras de división, y Ampliación de cauce. En la Tabla 4.9.1-2 se resumen los sitios previstos para las obras de control de inundaciones planeadas en la cuenca del Río Majes-Camaná.

**Tabla 4.9.1-2 Sitios previstos para la ejecución de obras**

Cuenca	Ubicación de la medida		Característica del punto crítico	Objetivo principal de protección	Principales medidas estructurales	Dimensiones de las estructuras	
Río Camama	MC-1	0.0-4.5km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	Longitud Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	4,500 m 155,700 m <sup>3</sup> 44,300 m <sup>3</sup>
	MC-2	7.5-9.5 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	Longitud Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	2,000 m 43,100 m <sup>3</sup> 18,300 m <sup>3</sup>
	MC-3	11.0-17.0 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	Longitud Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	6,000 m 169,000 m <sup>3</sup> 59,000 m <sup>3</sup>
Río Majes	MC-4	48.0-50.5 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	Longitud Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	2,500 m 75,200 m <sup>3</sup> 17,700 m <sup>3</sup>
	MC-5	52.0-56.0 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	Longitud Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	4,300 m 179,000 m <sup>3</sup> 39,400 m <sup>3</sup>
	MC-6	59.6-62.8 km	Zona de Inundación Erosión ribereña	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	Longitud Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	6,200 m 235,000 m <sup>3</sup> 51,400 m <sup>3</sup>
	MC-7	65.0-66.7 km	Zona de Inundación	Tierras de cultivo	Dique con revestimiento	Longitud Conformación de dique Enrocado para cimentación de dique	2,900 m 32,300 m <sup>3</sup> 27,500 m <sup>3</sup>

Fuente: Equipo Estudios de JICA

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

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

La identificación se desarrolló a nivel ambiental (ambiente natural, biológico y social) y a nivel de proyecto (periodo de construcción y de operación y mantenimiento); y la evaluación fue expresada en cifras tomando en cuenta la naturaleza, probabilidad de ocurrencia, grado (intensidad, alcance, duración y reversibilidad) y se dio un valor total del impacto. En las Tablas 4.8.2-1 se presentan criterios empleados en la evaluación (en cifras).

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

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

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

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

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

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

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

#### (1) Percepción del impacto socio ambiental

**Tabla 4.9.3-1 Matriz de percepción de impactos (período de construcción/operación)  
Río Majes-Camaná**

Etapa de Construcción			Obra:	1-7	1-7	1-7	1-7	1-7	1-7	1-7	1-7	1-7	Total negativos	Total positivos	
Medio	Componente	Factores ambientales	Actividad	Contratación de MO	Preparación de sitios de obra (Desbroce, perfilado y nivelado)	Excavación y movimiento de tierra	Obras civiles (Colocación de concreto)	I&O de canteras, y plantas de producción de materiales	I&O de DME	I&O de campamentos	Transporte de personal	Transporte de maquinaria, equipos, materiales e insumos			
Físico	Aire	PM-10 (Material particulado)		N	N			N	N		N	N	6	0	
		Emisiones gaseosas		N	N		N	N	N		N	N	N	7	0
	Ruido	Ruido		N	N		N	N	N		N	N	N	8	0
		Suelo	Fertilidad		N					N	N			2	0
	Capacidad de uso mayor			N					N	N			3	0	
	Agua	Calidad del agua superficial						N			N			2	0
		Cantidad de agua superficial						N						1	0
	Fisiografía	Morfología fluvial							N					1	0
Morfología terrestre				N	N				N				3	0	
Biótico	Flora	Flora terrestre		N					N				2	0	
		Flora acuática						N					1	0	
	Fauna	Fauna terrestre		N					N				2	0	
		Fauna acuática			N					N			2	0	
Socio económico	Estético	Paisaje visual						N	N				2	0	
		Calidad de vida	P								N	N	3	1	
	Social	Vulnerabilidad - Seguridad											0	0	
		PEA	P										0	1	
Económico	Uso actual de la tierra												0	0	
													0	0	
<b>Total</b>				2	8	5	3	9	9	3	4	4	45	2	
<b>Porcentaje de negativos y positivos</b>													96 %	4 %	

Etapa de Operación			Obra	Dique MC1 (M.I.)	Dique MC2 (M.I.)	Dique MC3 (M.I.)	Dique MC4 (M.I.)	Dique MC5 (M.I.)	Dique MC6 (Totalidad)	Dique MC7 (Totalidad)	Total negativos	Total positivos	
Medio	Componente	Factores ambientales											
Físico	Aire	PM-10 (Material particulado)									0	0	
		Emisiones gaseosas									0	0	
	Ruido	Ruido									0	0	
		Suelo	Estabilidad									0	0
	Capacidad de uso mayor										0	0	
	Agua	Calidad del agua superficial									0	0	
		Cantidad de agua superficial		P	P	P	P	P	P	P	P	0	7
	Fisiografía	Morfología fluvial		N	N	N	N	N	N	N	N	7	0
Morfología terrestre			N	N	N	N	N	N	N	N	7	0	
Biótico	Flora	Flora terrestre									0	0	
		Flora acuática									0	0	
	Fauna	Fauna terrestre									0	0	
		Fauna acuática		N	N	N	N	N	N	N	N	7	0
Socio económico	Estético	Paisaje visual		P	P	P	P	P	P	P	0	7	
		Calidad de vida		P	P	P	P	P	P	P	P	0	7
	Social	Vulnerabilidad - Seguridad		P	P	P	P	P	P	P	P	0	7
		PEA										0	0
Económico	Uso actual de la tierra		P	P	P	P	P	P	P	P	0	7	
											0	0	
<b>Total</b>				8	8	8	8	8	8	8	21	35	
<b>Porcentaje de negativos y positivos</b>											37.5 %	62.5 %	

“P” significa: Impacto Positivo y N: Impacto Negativo.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio de JICA según el informe EAP de la cuenca del Río Majes-Camaná

En la cuenca del Río Majes-Camaná, se prevé un total de 47 interacciones, de las cuales 45 (96 %) son positivas.

corresponden a impactos negativos y 2 (4 %) corresponden a impactos positivos. Durante el período de operación y mantenimiento se prevén 56 interacciones, de las cuales 21 (37,5 %) corresponden a impactos negativos, y 35 (62,5 %) a impactos positivos.

(2) Evaluación del impacto ambiental y social

En la siguiente Tabla se presentan los resultados de la evaluación del impacto ambiental expresados en puntajes. El impacto que puede manifestarse en la etapa de construcción ha sido agrupado según tipo de obras, y el impacto previsto después de entrada en operación ha sido agrupado según áreas.

**Tabla 4.9.3-2 Matriz de percepción de impactos ambiental - Cuenca de Río Majes-Camaná**

			Cuenca del río Majes-Camaná								
			Etapa de Construcción								
Medio	Componente	Acciones del proyecto	Contratación de MO	Preparación de sitios de obra (Desbroce, perfilado y nivelado)	Excavación y movimiento de Tierras	Obras civiles (Colocación de concreto)	I&O de canteras, y plantas de producción de materiales	I&O de DME	I&O de campamentos	Transporte de personal	Transporte de maquinaria, equipos, materiales e insumos
			Puntos de Obras: Factores Ambientales	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7
Físico	Aire	PM-10 (Material particulado)	0.0	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0
		Emisiones gaseosas	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5
	Ruido	Ruido	0.0	-15.0	-12.0	-12.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0
	Suelo	Estabilidad	0.0	-11.5	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0
		Capacidad de uso mayor	0.0	-14.2	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0
	Agua	Calidad del agua superficial	0.0	0.0	-12.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Cantidad de agua superficial	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0
Fisiografía	Morfología fluvial	0.0	0.0	0.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Morfología terrestre	0.0	-33.0	-15.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	
Biótico	Flora	Flora terrestre	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		Flora acuática	0.0		-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Fauna	Fauna terrestre	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		Fauna acuática	0.0	0.0	-14.5	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Socio económico	Estético	Paisaje visual	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0
		Calidad de vida	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	-17.5
	Social	Vulnerabilidad - Seguridad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		PEA	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Económico	Uso actual de la tierra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

			Cuenca del río Majes-Camaná								
			Etapa de Construcción								
Medio	Componente	Acciones del proyecto	Contratación de MO	Preparación de sitios de obra (Desbroce, perfilado y nivelado)	Excavación y movimiento de Tierras	Obras civiles (Colocación de concreto)	I&O de canteras, y plantas de producción de materiales	I&O de DME	I&O de campamentos	Transporte de personal	Transporte de maquinaria, equipos, materiales e insumos
			Puntos de Obras: Factores Ambientales	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7	MC1-MC7
Físico	Aire	PM-10 (Material particulado)	0.0	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0
		Emissiones gaseosas	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5
	Ruido	Ruido	0.0	-15.0	-12.0	-12.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0	-15.0
		Estabilidad	0.0	-11.5	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0
	Suelo	Capacidad de uso mayor	0.0	-14.2	0.0	0.0	-15.0	-15.0	0.0	0.0	0.0
		Calidad del agua superficial	0.0	0.0	-12.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Agua	Cantidad de agua superficial	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0
Fisiografía		Morfología fluvial	0.0	0.0	0.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Morfología terrestre	0.0	-33.0	-15.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	
Biótico	Flora	Flora terrestre	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		Flora acuática	0.0	0.0	-14.5	0.0	-14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Fauna	Fauna terrestre	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0
		Fauna acuática	0.0	0.0	-14.5	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Socioeconómico	Estético	Paisaje visual	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0
		Calidad de vida	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	-17.5
	Social	Vulnerabilidad - Seguridad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		PEA	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Económico	Uso actual de la tierra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio de JICA según el informe EAP de la cuenca del Río Majes-Camaná

En la cuenca del Río Majes-Camaná se identificaron 45 interacciones que pueden manifestar impactos negativos durante la etapa de construcción, de las cuales 11 son “fuertes” y 1 “muy fuertes”. Las 21 interacciones que pueden manifestar impactos negativos después de entrada en servicio son todas “fuertes”.

Durante la etapa de construcción, la división en lotes, la nivelación del suelo y otros trabajos de preparación del sitio, pueden incidir negativamente en la topografía local en todos los sitios de proyecto. Después de entrada en servicio, se prevé un impacto sobre la topografía fluvial y las vidas acuáticas.

Durante la etapa constructiva las acciones que generarán los impactos negativos más significativos en la cuenca del Río Majes-Camaná son: “Preparación y despeje de sitios de obra”, y la “Descolmatación y relleno de cauces”. La “Preparación y despeje de sitios de obra” ocasionará un impacto negativo significativo en la morfología terrestre, mientras que la “Excavación y relleno en cauces” ocasionará una modificación significativa de la morfología fluvial.

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

Durante la etapa de operación y mantenimiento, se prevé un impacto negativo significativo de la “Descolmatación y relleno de cauces” que ocasionará una modificación de la morfología fluvial afectando el hábitat de la fauna acuática.

Los impactos positivos más significativos están relacionados con la mejora de la calidad de vida de la población del área de influencia, la mejora del “Uso actual de la tierra”, y la mejora en las condiciones de seguridad y reducción de vulnerabilidad a nivel social y ambiental.

#### **4.9.4 Gestión del impacto ambiental**

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

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

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

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

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

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

#### 4.9.5 Plan de gestión ambiental

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

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

#### Etapa de Construcción

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

#### Calidad del Agua y biodiversidad:

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

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

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

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

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

### Calidad de Aire:

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

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

Indicador	Detalle
Puntos de monitoreo	Un punto en zonas de trabajos. Un punto en una cantera alejada del río (la más grande y/o cercano a un zonas de viviendas) Un punto en un D.M.E. (El más grande y/o cercano a un zonas de viviendas)
Colocación de Puntos	Dos estaciones por punto de monitoreo: En barlovento y Sotavento (A favor y en contra del viento)
Parámetro a evaluar	- Material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM-10) / 2,5 micras (PM-2,5) - Monóxido de carbono (CO) - Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) - Ozono (O <sub>3</sub> ) - Plomo (Pb) - Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) - Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)
Frecuencia de medición	Trimestral
Normas de comparación o referencia	D.S N° 074-2001-PCM, Estándares nacionales de calidad ambiental de aire
Responsable de Ejecución	El titular del proyecto, o un tercero bajo la supervisión del titular.

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

### Monitoreo de ruidos

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

**Tabla 4.9.5-3 Monitoreo de Ruido**

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

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

### Etapas de operación y mantenimiento

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

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

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

Fuente: Elaborada por el Equipo de Estudio de JICA

### (2) Plan de cierre o retirado

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

### (3) Participación Ciudadana

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

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

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

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

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

La Tabla 4.9.6-1 presenta un presupuesto necesario para la ejecución de las medidas para mitigar los impactos ambientales del Proyecto. El monto indicado en (1) de la Tabla representa el costo de medidas de gestión ambiental de cada instalación. El costo (2) de cada cuenca se calculó a partir de dicho monto. Los costos de las medidas de 1) a 7) se calculan según la duración de la obra de cada instalación calculada a partir del Anexo-9, Tabla 2.1.1 Cálculo del plan de ejecución. A continuación se presenta el costo directo de implementación de las medidas de gestión del impacto ambiental propuestas anteriormente según cuencas.

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

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

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

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

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

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

## (2) Recomendaciones

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

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

La evaluación para el Río Majes-Camaná fue realizada posteriormente por DGAA, comunicándose el 16 de agosto de 2012 el resultado de que se clasificaría en la Categoría I, al igual que las 3 cuencas evaluadas anteriormente.

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

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

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

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

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

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

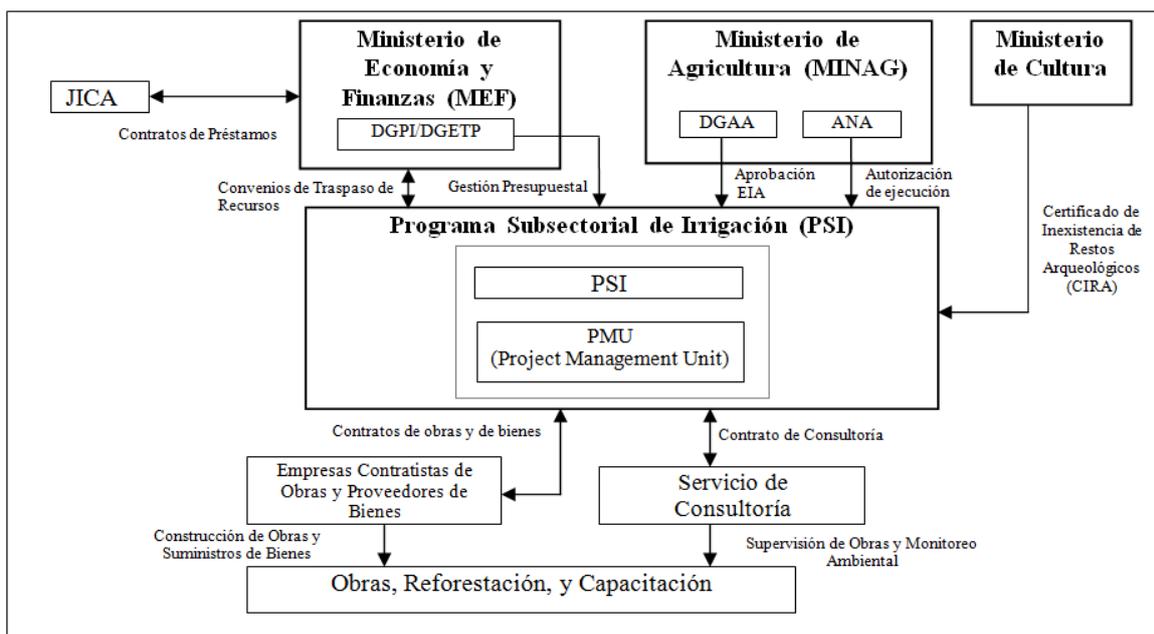
### **Comisiones de regantes**

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

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

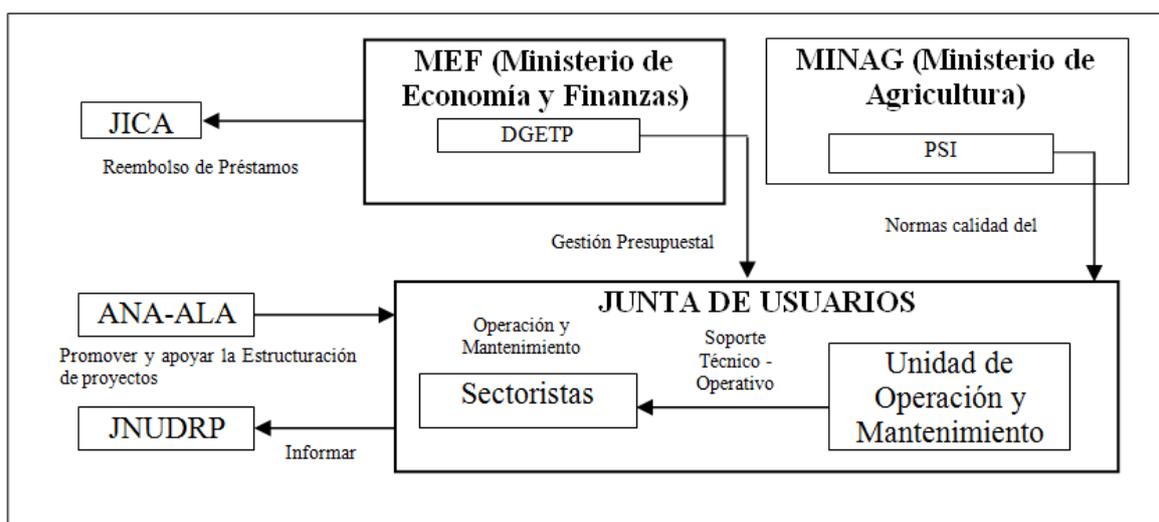
En el presente Proyecto, la etapa de inversión (ejecución del Proyecto) le corresponderá al PSI del MINAG. El PSI está realizando actualmente los proyectos de JBIC, etc. y en el caso de iniciar un nuevo proyecto, conforma una Unidad de Gestión del Proyecto (UGP) correspondiente, quien se encarga de seleccionar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

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



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

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



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

## **(1) DGIH**

### **1) Rol y funciones**

La Dirección General de Infraestructura Hidráulica es la encargada de proponer las políticas públicas, la estrategia y los planes orientados al fomento del desarrollo de la infraestructura hidráulica, en concordancia con la Política Nacional de Recursos Hídricos y la Política Nacional del Ambiente.

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

### **2) Principales funciones a su cargo**

- a. Coordinar con las oficinas de planificación y presupuesto para el desarrollo de la infraestructura hidráulica y proponer las políticas sectoriales y de gestión sobre el desarrollo de infraestructura. Monitorizar y evaluar la implementación de las políticas sectoriales relacionadas con el desarrollo de la infraestructura hidráulica.
- b. Proponer las normas de intervención del gobierno, región o provincias como parte de las políticas sectoriales.
- c. Verificar y priorizar las necesidades de la infraestructura hidráulica.
- d. Promover y desarrollar los proyectos de inversión pública a nivel de perfil de la infraestructura hidráulica.
- e. Elaborar las normas técnicas para la ejecución de los proyectos de infraestructura hidráulica.
- f. Promover el desarrollo tecnológico de la infraestructura hidráulica.
- g. Elaborar las normas técnicas de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica.

## **(2) PSI**

### **1) Rol**

El Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI) se encarga de ejecutar los proyectos de inversión. Para cada proyecto se conforma su respectiva unidad de gestión.

### **2) Principales funciones a su cargo**

- a. El Programa Subsectorial de Irrigaciones – PSI, adscrito al ministerio de Agricultura, es un organismo con autonomía administrativa y financiera. Asume la responsabilidad de coordinar, gestionar y administrar las instituciones participantes en los proyectos con el fin de cumplir las metas y objetivos propuestos en los proyectos de inversión
- b. Asimismo, coordina los desembolsos frente al financiamiento de los organismos de cooperación externa, como JICA.
- c. La Oficina de Planeamiento, Presupuesto y Seguimiento del PSI se encarga de contratar servicios, elaborar los programas de inversión, así como los planes de ejecución de proyectos. Estos trabajos de preparación de proyectos son ejecutados contratando los consultores

“inhouse”.

d. Asimismo, convoca a los contratistas, y realiza la licitación, ejecuta las obras, e implementa los proyectos de suministro, etc.

e. La gestión de contratos es asumida por la Oficina de Planeamiento, Presupuesto y Seguimiento.

### 3) Presupuesto

En la Tabla 4.10-1 se muestra el presupuesto del PSI para el año 2011.

**Tabla 4.10-1 Presupuesto del PSI (2011)**

Programas / Proyectos / Actividades	PIM (S/.)
Programa JBIC (Acuerdo de Préstamo EP-P31)	69.417.953
Programa - PSI Sierra (Acuerdo de Préstamo 7878-PE)	7.756.000
Obras por administración directa	1.730.793
Fondo de Reconstrucción del Sur (FORSUR)	228.077
Proyecto de Conversión de Cultivos (ARTRA)	132.866
Programa de Riego Tecnificado (PRT)	1.851.330
Actividad- 1.113819 pequeños agricultores...	783.000
Gestión del Programa de PSI (Gastos corrientes)	7.280.005
<b>TOTAL</b>	<b>89.180.024</b>

### 4) Organización

El PSI está integrado por 235 empleados, de los cuales 14 son asignados para los proyectos de JBIC, y bajo ellos están trabajando 29 técnicos y asistentes.

**Tabla 4.10-2 Planilla del PSI**

Nivel central	Datos del 31 de mayo de 2011		
	CAS	Servic. y Consult.	TOTAL
Sede central	61	43	104
Oficina Zonal LIMA	12	24	36
Oficina Zonal AREQUIPA	14	12	26
Oficina Zonal CHICLAYO	17	13	30
Oficina Zonal TRUJILLO	13	26	39
<b>TOTAL</b>	<b>117</b>	<b>118</b>	<b>235</b>

En la Figura 4.9-3 se presenta el organigrama del PSI:

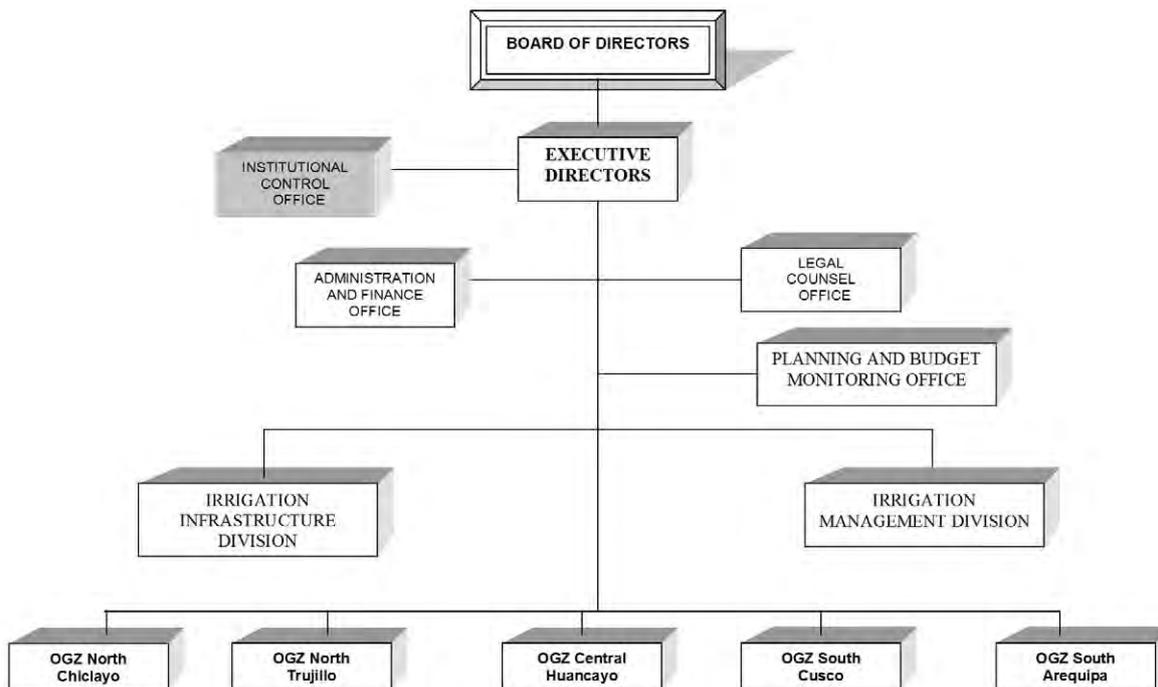
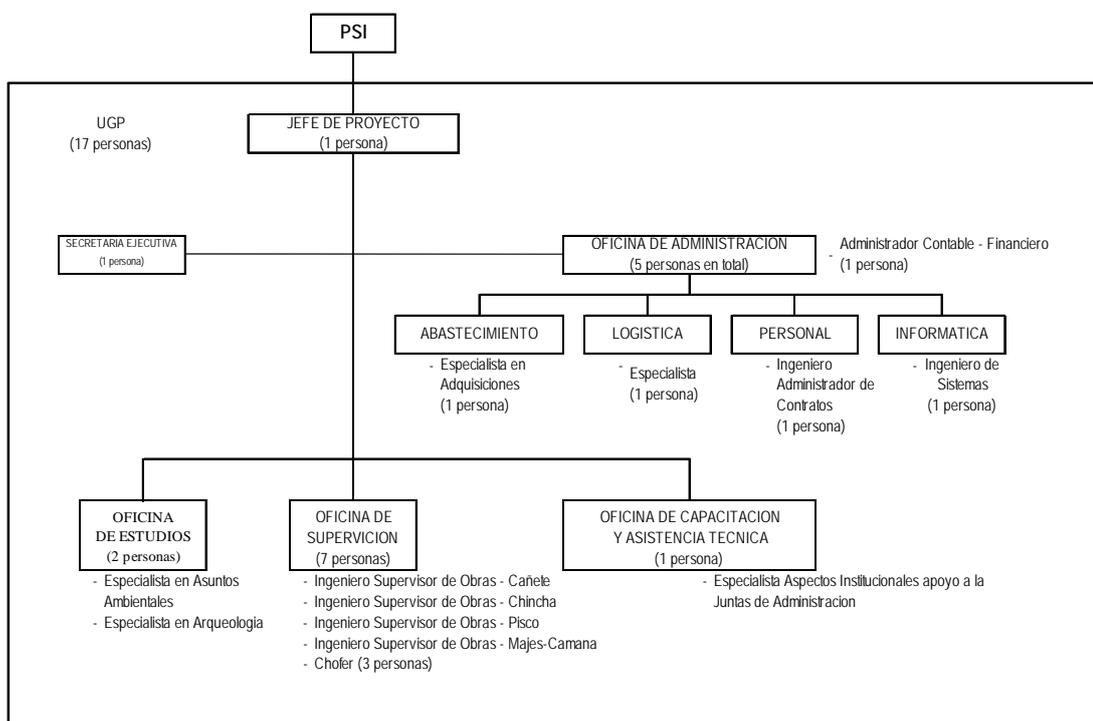


Figura 4.10-3 Organigrama del PSI

### (3) Unidad de Gestión del Proyecto

#### 1) Organización

Se propone crear una Unidad de Gestión del Proyecto (UGP) bajo la Dirección General de Infraestructura Hidráulica en el PSI del organismo ejecutor. En la Figura 4.10-4 se presenta el organigrama de dicha unidad



#### **Figura 4.10-4 Organigrama de la UGP**

##### 2) Recursos humanos

El UGP estará integrado por los siguientes recursos humanos.

- Gerente del Proyecto
- Ingeniero gestión de contratos
- Ingenieros supervisores de ejecución de obras
- Ingeniero en TI
- Especialista adquisiciones
- Especialista administración financiera
- Especialista institucionalización (asesor de comisiones de regantes)
- Especialista impacto ambiental
- Especialista arqueología
- Encargado contabilidad y asuntos financieros

##### 3) Costos

El costo requerido para la operación de la UGP se estima en un total de 8,5 millones de soles, tal como se indicó en la Tabla 4.4.1-11 del apartado 4.4.1.

Se considera que la implementación del presente Proyecto es plenamente viable al crear la UGP en el PSI y contratando el servicio de asesoría de una firma consultora.

#### **4.11 Plan de ejecución**

En el plan de ejecución del Proyecto se revisará el cronograma preliminar que incluye los siguientes componentes. Para la etapa de pre-inversión: 1) la ejecución completa de los estudios de perfil y de factibilidad para obtener la aprobación de SNIP en la etapa de pre-inversión; Para la etapa de inversión: 2) la firma del acuerdo de préstamos (L/A), 3) la selección de consultor, 4) servicio de consultoría (diseño detallado y elaboración de especificaciones técnicas), 5) selección de constructor y 6) ejecución de obras. Para la etapa post-inversión: 7) terminación y entrega de las obras a las asociaciones de regantes y comienzo de la etapa de operación y mantenimiento.

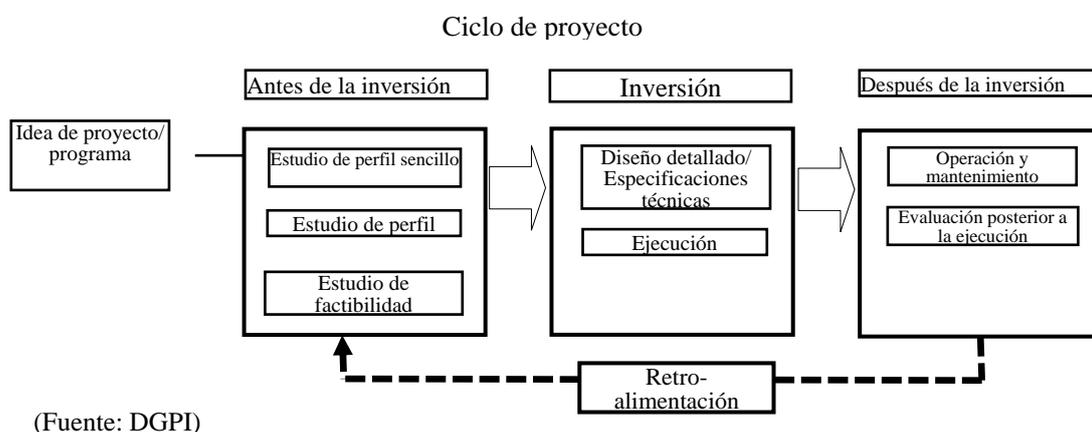
##### **(1) Evaluación por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)**

El Perú tiene establecido el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) sujeto a la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01), el cual se aplica también al presente Proyecto.

En SNIP, entre los estudios previos a una investigación, que se realizarán en 2 etapas: estudio de perfil (estudio sobre el resumen de proyecto) y pre-factibilidad, y determinará los puntos necesarios del estudio según la escala de los proyectos. SNIP fue creado según la Ley No.27293 (publicada el 28 de

junio de 2000) con el propósito de lograr un uso eficiente de los recursos públicos en la inversión pública y establece los principios, procedimiento, métodos y reglamentos técnicos a cumplir por los gobiernos central/regionales en los planes de inversión pública planeados y ejecutados por los mismos.

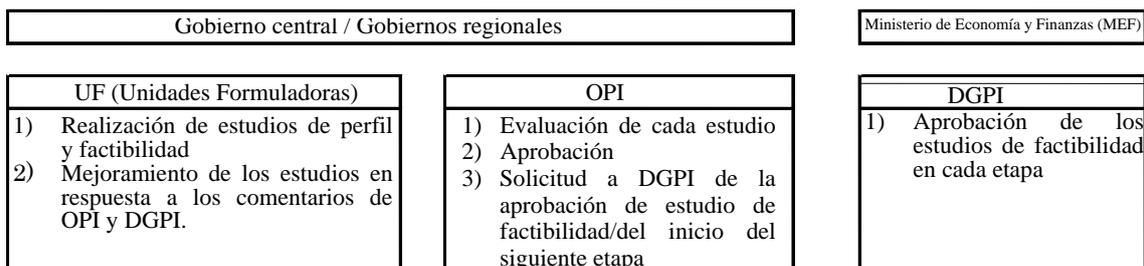
SNIP, como se describe abajo, a todos los proyectos de obras públicas les obliga realizar en 2 etapas estudios previos a la inversión: estudio de perfil y factibilidad), y tenerlos aprobados. Sin embargo, a raíz de la modificación de la Ley en abril de 2011 (Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01Anexo SNIP 07), se consideró innecesaria la ejecución del estudio de pre-factibilidad de la etapa intermedia (la que siempre se requería antes), y a cambio en el estudio de perfil se exige además de la información secundaria (datos existentes adquiribles), realizar un estudio basado en la información primaria basada en estudios locales como el levantamiento y estudio ambiental. El grado de precisión requerido a lo largo de todas las etapas del estudio casi no ha variado antes y después de esta modificación.



**Figura 4.11-1 Ciclo de proyecto en SNIP**

Para llevar adelante el presente Proyecto, que es un proyecto compuesto de varios programas, se requiere realizar estudios previos a la inversión a nivel de programa y tenerlos aprobados.

Aunque el procedimiento es algo distinto en cada etapa, en los trámites de SNIP, la unidad de formación de proyectos (UF, en el caso del presente Proyecto, MINAG-DGIH) lleva a cabo los estudios de cada etapa, la Oficina de Planeamiento e Inversiones (OPI) del MINAG evalúa y aprueba los estudios presentados de UF y solicita a la Dirección General de Política de Inversiones (DGPI, antiguamente DGPM) la aprobación de los estudios de factibilidad y del inicio de siguientes estudios. Finalmente DGPI evalúa, determina y aprueba la justificación de la inversión pública en cuestión.



(Véase Directiva No.001-2009-EF/68.01.)

**Figura 4.11-2 Instituciones relacionadas con SNIP**

Ante los comentarios de las autoridades examinadoras (OPI y DGPM) dados a UF, es necesario que ésta prepare las respuestas correspondientes y mejore los estudios. Puesto que dichas autoridades admiten oficialmente las solicitudes una vez obtenidas las respuestas definitivas, hay muchos casos en que tardan varios meses desde la terminación del informe de los estudios hasta la finalización del examen.

En la evaluación por el SNIP, es importante dar a conocer plenamente el perfil y la efectividad del proyecto en cuestión, y en este sentido, es necesario demostrar la efectividad del proyecto no solo en los aspectos relacionados con los planes de estudio, diseño y ejecución de obras, sino también en los aspectos de la administración y sostenibilidad de la inversión pública. Además de describir el estudio de las condiciones naturales, plan de infraestructuras, metodología de estimación del costo del Proyecto, metodología de análisis financiero, indicado por el SNIP, se requiere estructurar los informes siguiendo el índice establecidos por el SNIP.

Con base en el informe del proyecto de la cuenca del Río Majes-Camaná a nivel de estudio de prefactibilidad preparado por el Equipo de Estudio de JICA, el DGIH tramitó el registro al SNIP el 9 de enero de 2012 y se recibió los comentarios de OPI el 4 de agosto de 2012. Con respecto al informe, DGIH lo modificó de acuerdo con los comentarios recibidos, y lo entregó a OPI el 12 de diciembre de 2012.

**(2) Contrato de préstamo en yen**

Luego de la presentación del informe de E/F del presente Proyecto, la OPI y la DGPI realizarán la evaluación de SNIP para aprobar la implementación del Proyecto. JICA enviará una misión de evaluación en un momento oportuno en que se vea asegurada la aprobación de DGPI, para iniciar las discusiones sobre el contrato de préstamo en yenes japoneses. Una vez llegado al acuerdo entre las partes interesadas, se procederá a la concertación del Acuerdo de Préstamo (A/P). El período requerido en estos trámites de negociación sobre el A/P, se estima en unos seis meses.

**(3) Procedimiento de la ejecución del proyecto**

Después de firmado el A/P, se procede a seleccionar una firma consultora. El servicio de consultoría incluye la elaboración del diseño detallado y de las especificaciones técnicas, asistencia a la selección

de contratista y la supervisión de obras. El período requerido para cada proceso es el siguiente. Asimismo en la Tabla 4.11-1 se presenta el cronograma general del Proyecto. (En cuanto al detalle sobre el período de ejecución de obras, véase el Anexo-9 Plan de Ejecución de Obras y Estimación del Costo)

- 1) Selección de firma consultora: 10 meses
- 2) Elaboración del diseño detallado y especificaciones técnicas por la firma consultora: 6 meses
- 3) Selección de firma constructora: 15 meses
- 4) Supervisión de construcción de obras fluviales y reforestación a lo largo de estas obras: 2 años
- 5) Ejecución simultánea de las obras fluviales y reforestación a lo largo de estas obras
- 6) La educación en prevención de desastres y el desarrollo de capacidades serán ejecutados simultáneamente con la construcción de las obras fluviales

**Tabla 4.11-1 Plan de ejecución**

Ítem	2010			2011			2012			2013			2014			2015			2016			2017			2018			No. de meses
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	
1 Estudio Perfil/Evaluación SNIP	Estudio			Estudio			Estudio			Evaluación																		28
2 Estudio Factibilidad/Evaluación SNIP				Estudio			Estudio			Evaluación																		27
3 Negociación Crédito en Yenes																												6
4 Selección de Consultor																												10
5 Unidad de administración del Proyecto																												45
6 Servicio de consultoría																												45
1) Diseño detallado																												6
2) Elaboración de documentos de licitación y asistencia en el procedimiento de licitación																												15
3) Administración de la ejecución																												24
7 Selección del Consultor																												15
8 Ejecución de Obras																												
1) Construcción de obras de control de inundación																												24
2) Reforestación																												24
3) Capacitación en prevención de desastres/desarrollo de capacidad																												24
4) Obtención de terrenos y obra de compensación																												27
9 Terminación de obras/entrega a comisiones de regantes																												

#### (4) Proceso de adquisición

##### 1) Contratación del Consultor

La contratación del Consultor en los proyectos del préstamo en yenes japoneses deberá realizarse prestando atención a los siguientes puntos:

- 1) El Consultor debe contar con una experiencia en actividades en el extranjero y capacidad suficiente para implementar el presente Proyecto.
- 2) Para la selección del Consultor, deberán tener en cuenta la eficiencia, la transparencia y la imparcialidad.
- 3) Se deberán respetar los procedimientos establecidos en el Contrato de Acuerdo (L/A, por sus siglas en inglés) y en la Guía sobre la Contratación del Consultor de JICA.

##### 2) Contratación de la Constructora

La contratación de la Constructora deberá realizarse prestando atención a los siguientes puntos:

- 1) Se deberán tener en cuenta el aspecto económico, la eficiencia, la transparencia en el proceso de adquisición, la imparcialidad y la idoneidad.
- 2) Se deberán respetar los procedimientos establecidos en el Contrato de Acuerdo (L/A, por sus siglas en inglés) y en la Guía sobre Adquisiciones de JICA.
- 3) Se convocará una Licitación Pública Internacional (ICB, por sus siglas en inglés).
- 4) Se deberá realizar una Precalificación de Ofertantes, antes de convocar la licitación, con el objeto de confirmar si éstos cuentan con capacidad técnica y financiera. En esta precalificación, se tendrán en cuenta: a) la experiencia y resultados obtenidos en los proyectos similares, b) la capacidad respecto a la mano de obra, equipos y plantas, c) el estado financiero, etc.

#### **4.12 Plan Financiero**

##### (1) Porcentaje de aportes del costo del Proyecto

El presente Proyecto será implementado por el gobierno central (MINAG), las comisiones de regantes de las cuencas seleccionadas y los gobiernos locales, y como tal, los costos serán sufragados por estas tres partes.

En cuanto a los porcentajes de aporte de las partes interesadas, a modo de referencia, en un proyecto de presa implementada por la DGIH, el gobierno central, los gobiernos regionales, gobiernos locales y las comisiones de regantes aportaron 50 %, 30 %, 10 % y 10 %, respectivamente. Asimismo, en un proyecto de riego las comisiones de regantes sufragaron el 20 % de los costos, según la información de la oficina de JICA en Perú. Sin embargo, no se ha encontrado el ejemplo de un proyecto de protección contra las inundaciones como el presente Proyecto. Para este caso, considerando que los beneficios directos que disfrutarían las comisiones de regantes son menos que en un proyecto de riego, se ha determinado tentativamente los porcentajes de aporte del gobierno central, los gobiernos regionales y de las comisiones de regantes en 80 %, 15 % y 5 %, respectivamente. Sin embargo, estas cifras deberán ser determinadas mediante consultas entre las tres partes.

##### (2) Plan de desembolso de recursos

El costo total del Proyecto se estima en 239.474.000 soles. Al restar la porción del préstamo en yen a través de JICA de US\$ 25 millones (64.750.000 soles), se tiene un monto de 174.724.000 que debe ser sufragado por el fondo de contrapartida peruana. En la Tabla 4.12-1 se indican los aportes del Gobierno Central, gobiernos regionales y de las comisiones de regantes. Cabe recordar que, los montos correspondientes a los gobiernos regionales y las comisiones de regantes han sido determinados aplicando el porcentaje de los costos de proyectos según cuencas.

**Tabla 4.12-1 Plan de desembolso de recursos para la implementación del Proyecto**

(3) Plan de reembolso de recursos

El préstamo en yen a través de JICA deberá ser reembolsado incluyendo el interés, con los porcentajes indicados en el numeral (1) anteriores. Las condiciones de reembolso serán definidas en el A/P (Acuerdo de Préstamo). Tentativamente, se indican en la Tabla 4.12-2 las condiciones que pueden ser aplicadas al presente Proyecto.

**Tabla 4.12-2 Condiciones de reembolso del préstamo AOD del Japón**

Tasa de interés sobre el préstamo	1,70 %
Cargo de compromiso del saldo del préstamo no desembolsado	0,10 %
Cargo por prolongación del período de préstamo	0,20 %
Período de reembolso	25 años
Período de gracia	7 años

**4.13 Marco lógico de la opción seleccionada finalmente**

En la Tabla 4.13-1 se presenta el marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente.

**Tabla 4.13-1 Marco lógico de la alternativa seleccionada definitivamente**

Resumen narrativo	Indicadores verificables	Medios de verificación de indicadores	Condiciones preliminares
<b>Meta superior</b>			
Promover el desarrollo socioeconómico local y contribuir al bienestar social de la población.	Mejorar la productividad local, generar más empleos, aumentar ingresos de la población y reducir el índice de la	Datos estadísticos publicados	Estabilidad socioeconómica y política
<b>Objetivos</b>			
Aliviar la alta vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones	Tipos, cantidad y distribución de las obras de control de inundaciones, población y área beneficiaria	Monitoreo del calendario anual de obras y del plan financiero, fiscalización de ejecución de presupuesto.	Asegurar el presupuesto necesario, intervención activa de los gobiernos central y regional, municipalidades, comisiones de regantes,
<b>Resultados esperados</b>			
Reducción de los sectores y área anegable, mejoramiento funcional de las bocatomas, protección de canales de riego, y el control de la erosión de márgenes	Número de sectores y área anegable, variación del caudal de toma de agua, avance de la erosión de márgenes	Visitas al sitio, revisión del plan de control de inundaciones y de informes de obras de control de inundaciones, monitoreo rutinario por los habitantes	Monitoreo de mantenimiento por los gobiernos regionales, municipalidades y la comunidad local, información oportuna a los
<b>Actividades</b>			
Componente A: Medidas estructurales	Rehabilitación de diques, obras de protección de márgenes y bocatomas, construcción de 23 obras.	Revisión del Diseño Detallado, informes de obras, gastos ejecutados	Asegurar el presupuesto de obras, Diseño Detallado/ejecución de obras/supervisión de obras
Componente B: Medidas no estructurales (reforestación y recuperación vegetal)	Área reforestada, área de bosques ribereños	Informes de avance de obras, monitoreo rutinario por la comunidad local	Apoyo de consultores, ONGs, comunidad local, concertación y cooperación de la comunidad de la
Componente C: Educación en prevención de desastres y desarrollo de capacidades	Número de sesiones de seminarios, prácticas, capacitación, taller,	Informes de avance, monitoreo por gobiernos locales y comunidad	Predisposición de los actores a participar, asesoría por consultores y ONGs
<b>Gestión de ejecución del Proyecto</b>			
Gestión del Proyecto	Diseño Detallado, orden de inicio de las obras, supervisión de obras, operación y mantenimiento	Planos de diseño, plan de ejecución de obras, pliego de estimación de costos, especificaciones de las obras, contratos, informes de gestión de obras,	Selección de consultores y contratistas de alto nivel, participación de la población beneficiaria en operación y mantenimiento

#### 4.14 Línea de Base para evaluación de impacto

Los indicadores de evaluación del impacto del Proyecto incluyen los siguientes.

- Magnitud del caudal de inundaciones ocurridas
- Superficie inundada
- Daños de inundaciones
- Impacto ambiental
- Costo de O y M

##### 1) Magnitud del caudal de inundaciones ocurridas

Estimar el caudal de inundaciones ocurridas que han provocado daños, con base en los datos de monitoreo de precipitación y del caudal en esta cuenca. En el presente Estudio se ha estimado el caudal probable de inundaciones de cada cuenca seleccionada. Así se puede estimar el período de retorno de las inundaciones ocurridas y evaluar el impacto que haya provocado en la cuenca.

## 2) Superficie inundada

Estimar la superficie inundada en cada uno de los sitios donde se proponen tomar las medidas de control, replanteando el alcance de las inundaciones ocurridas sobre un mapa topográfico o imágenes satelitales. En el presente Estudio se ha estimado la superficie anegable del caudal de diferentes períodos de retorno en cada uno de estos sitios. Así se puede hacer una comparación de estos datos estimados con los datos reales, y evaluar el impacto de las inundaciones en cada cuenca.

## 3) Daños de inundaciones

Estimar el monto de pérdidas producidas por las inundaciones reales (daños directos e indirectos de producción agrícola, pérdida de tierras de cultivo, viviendas inundadas, daños a las obras de riego, interrupción de la toma de agua, interrupción del tráfico, etc.), y comparar con los montos de pérdidas estimados en el presente Estudio para cada magnitud de inundaciones probables, y así evaluar el impacto de las pérdidas producidas en cada cuenca.

## 4) Impacto ambiental

Realizar la evaluación del impacto ambiental en la etapa de operación y mantenimiento del presente Proyecto, siguiendo los mismos procedimientos aplicados al inicio del presente Estudio y comparar los datos de la etapa de planificación y de la etapa después de la puesta en operación de las obras, y así evaluar el impacto ambiental del presente Proyecto.

## 5) Costo de OyM

El costo anual del presente Proyecto ha sido estimado en el 0,5% del costo de construcción. Se debe determinar los gastos reales de las comisiones de regantes que hayan asumido la operación y mantenimiento a lo largo de los años, y evaluar el impacto de los costos reales requeridos sobre el presente Proyecto.

### **4.15 Plan a mediano y largo plazo**

Hasta aquí se han propuesto solo las medidas de control de inundación que deben ser ejecutadas con mayor urgencia, debido a la limitación del presupuesto disponible para el presente Proyecto. Sin embargo, existen otras medidas que deben ser realizadas oportunamente en el marco de un plan a largo plazo. En esta sección se hablará sobre el plan de control de inundaciones a mediano y largo plazo.

#### **4.15.1 Plan general de control de inundaciones**

Existen diversas formas de controlar las inundaciones en toda la cuenca, como por ejemplo, la construcción de presas, reservorios, diques o combinación de estos.

En cuanto a la propuesta de construir una presa, al suponer que la presa reduzca el pico del caudal máximo de crecidas con un período de retorno de 50 años, hasta el caudal con un período de retorno de 10 años, la capacidad requerida de la presa sería muy grande, calculándose en 46,5 millones de m<sup>3</sup>

para el Río Majes-Camaná. Aguas arriba del abanico aluvial está conformado por quebradas y es difícil encontrar topografía apta para construir una presa. De esta manera, si se quiere construir una presa con tal capacidad, resultaría en una presa sumamente alta, lo que implica un costo sumamente elevado (varias decenas de miles de millones de yenes). Además, se demoraría entre tres y cinco años para la identificación del sitio de presa, levantamiento, estudio geológico, estudio de materiales y diseño conceptual. El impacto sobre el entorno local es inmenso. Por lo tanto, se considera poco adecuado incluir el análisis de la opción presa dentro del presente Estudio.

De la misma manera, la opción de construir un reservorio sería poco viable por las mismas razones expuestas para la presa, porque se necesitaría construir un reservorio de gran capacidad, y es difícil encontrar un sitio adecuado ya que la mayor parte de las tierras planas a lo largo del Río aguas abajo del abanico aluvial está siendo utilizada para fines agrícolas. De este modo, su análisis ha sido descartado del presente Estudio.

Por lo tanto, enfocaremos nuestro estudio en la construcción de diques por ser la opción más viable.

#### **(1) Plan de curso del Río**

##### **1) Capacidad hidráulica**

Se calculó la capacidad hidráulica del actual cauce del Río con base en los resultados del levantamiento longitudinal y transversal del Río, cuyos resultados se presentan en la Tabla 3.1.10 y Figura 3.1.10-3.

##### **2) Características del desbordamiento**

Se realizó el análisis de desbordamiento del Río Majes-Camaná. En la Tabla 3.1.10 y la Figura 3.1.10-4 se muestran las condiciones de desbordamiento para caudales con un periodo de retorno de 50 años. Existen en la cuenca del Río Majes-Camaná varios tramos donde la capacidad hidráulica no es suficiente, causando inundaciones por ejemplo en la margen izquierda a unos 4 km y 55 km desde la desembocadura, y la margen derecha a unos 62 km.

##### **3) Nivel de crecidas de diseño y la sección estándar del dique**

El nivel de crecidas de diseño se determinó en el nivel de agua de crecidas con un período de retorno de 50 años, y la sección estándar del dique será como se determina en el apartado 4.3.1, (5), 1). En la Tabla 4.2-2 se muestra el ejemplo del Río Majes-Camaná sobre el nivel teórico de crecidas de diseño.

##### **4) Alineación de los diques**

Considerando las condiciones actuales de los diques existentes se definió la alineación de los nuevos diques. Básicamente, se adoptó el ancho del Río más amplio posible con el fin de incrementar la capacidad hidráulica y el efecto de retardación. En la Figura 4.15.1-1 se explica esquemáticamente un cauce normal y el método de definición de la alineación de un tramo donde el cauce actual tiene mayor anchura. En un tramo normal, la corona del dique tendrá una altura igual al nivel de agua de crecidas con un período de retorno de 50 años más el libre bordo, mientras que en los tramos donde el Río tiene

mayor anchura, se construirán doble diques, con la alineación del dique interior congruente y continuo con los tramos normales aguas arriba y abajo. La altura de la corona será igual al nivel de agua de inundaciones con un período de retorno de 50 años. La altura de la corona del dique externo será igual al nivel de agua de crecidas con un período de retorno de 50 años más el libre bordo, de tal manera que en el caso de que el Río se desborde del dique interno, el espacio abierto entre los dos diques sirva para almacenar los sedimentos y retardar el agua.

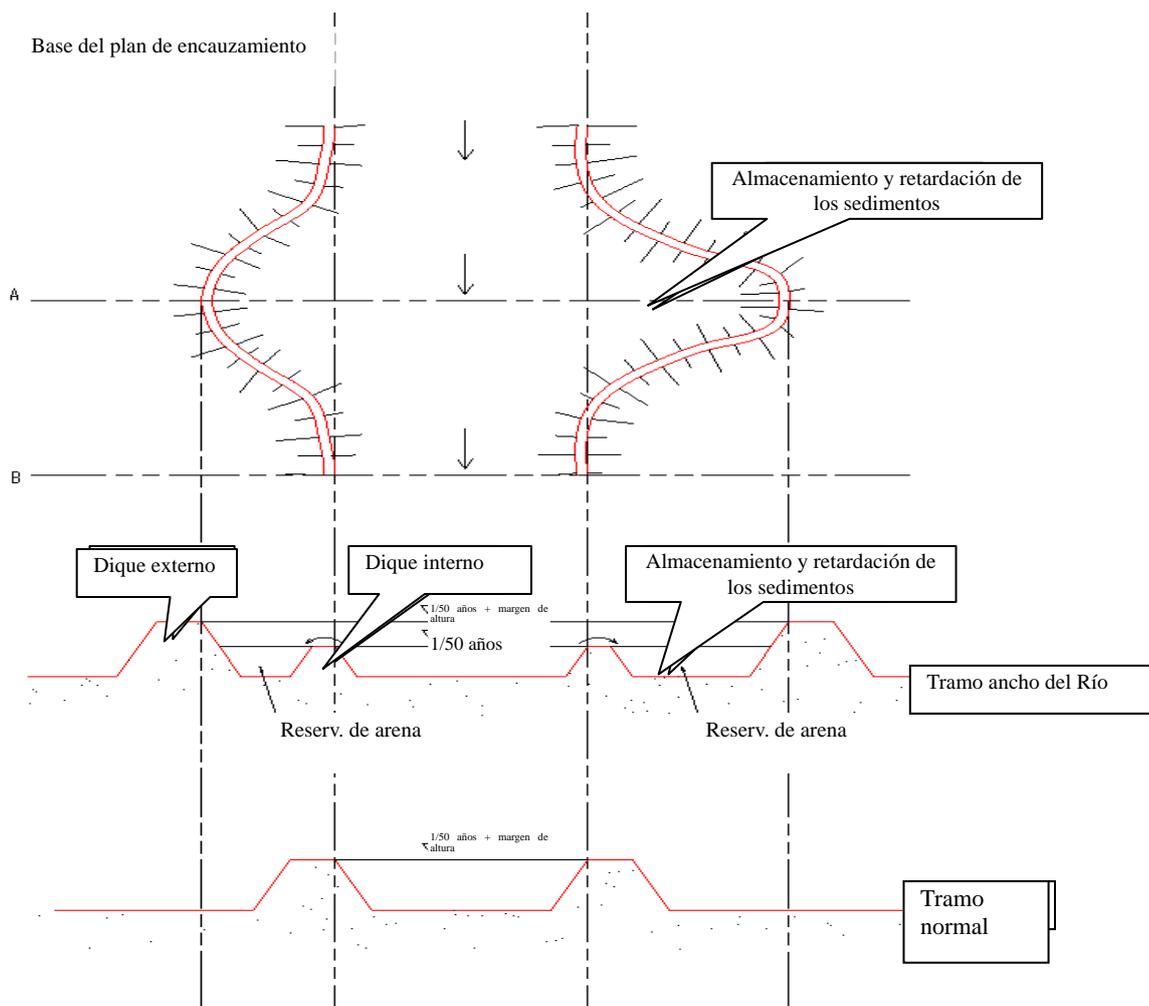


Figura 4.15.1-1 Definición de la alineación del dique

### 5) Plano de planta y sección del Río

En las Figuras 4.15.1-2 y 4.15.1-3 se presenta el plano de planta y la sección longitudinal del Río.

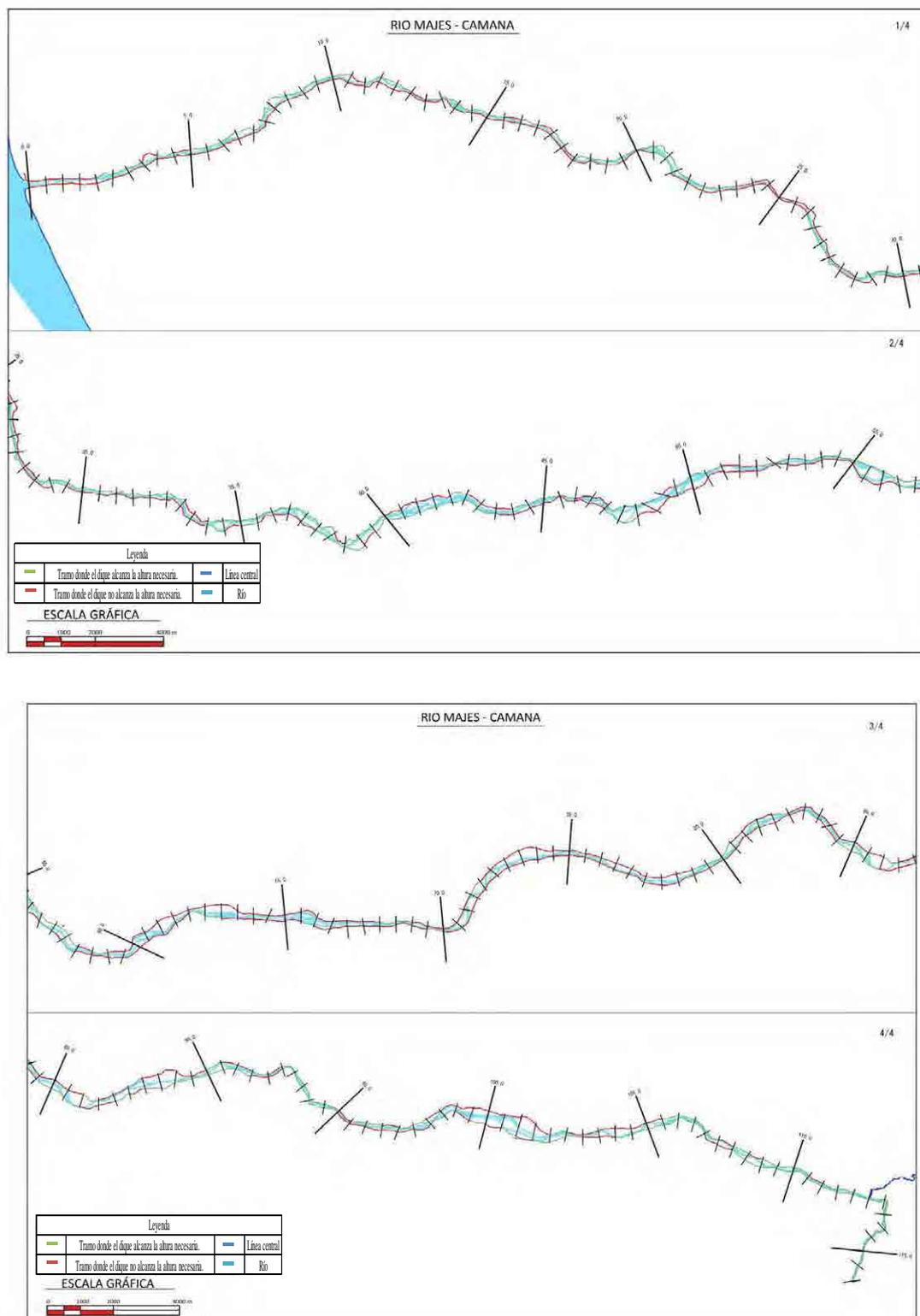


Figura 4.15.1-2 Plano de planta del Río Majes-Camaná

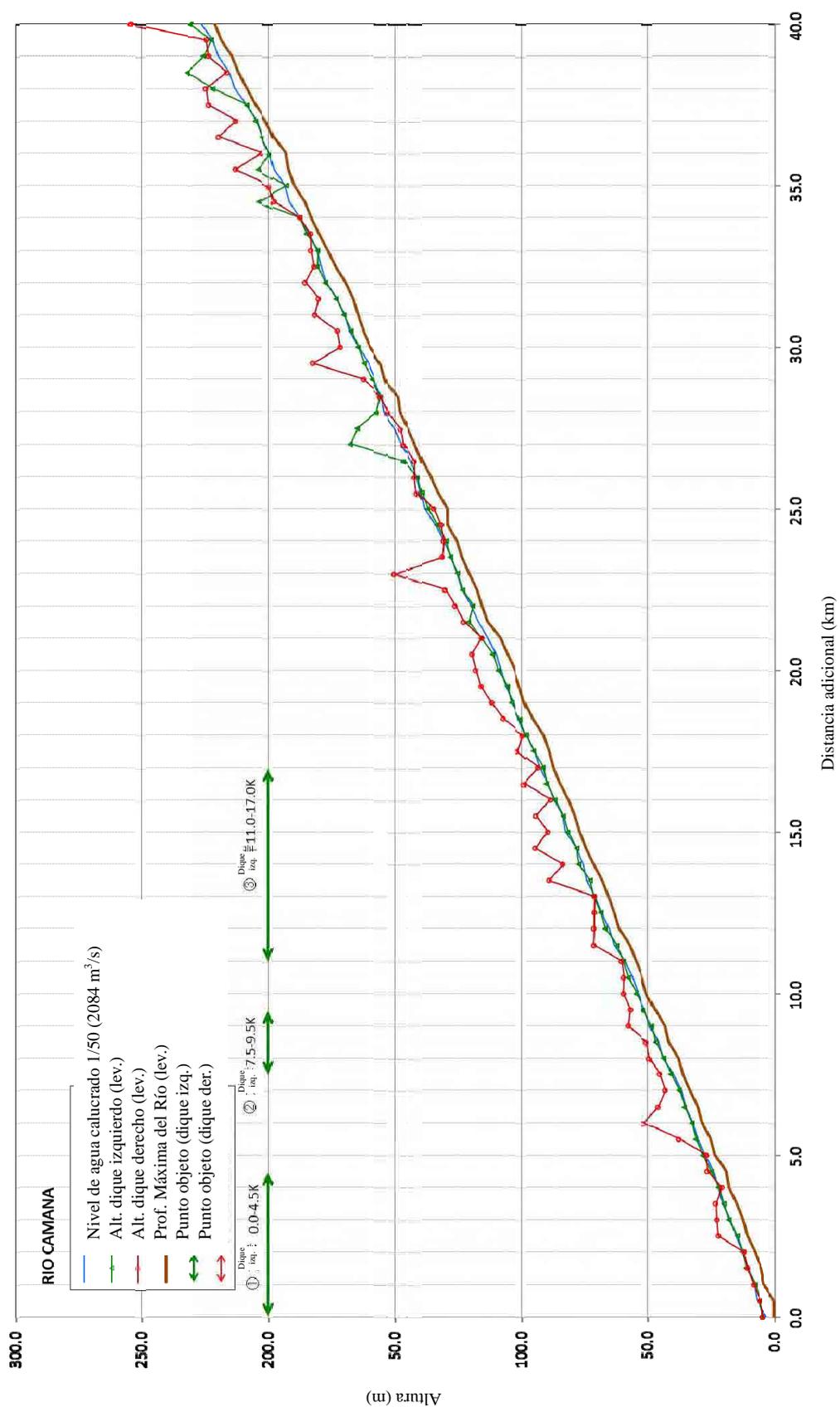


Figura 4.15.1-3 Sección longitudinal del Río Majes-Camaná (Río Camaná)

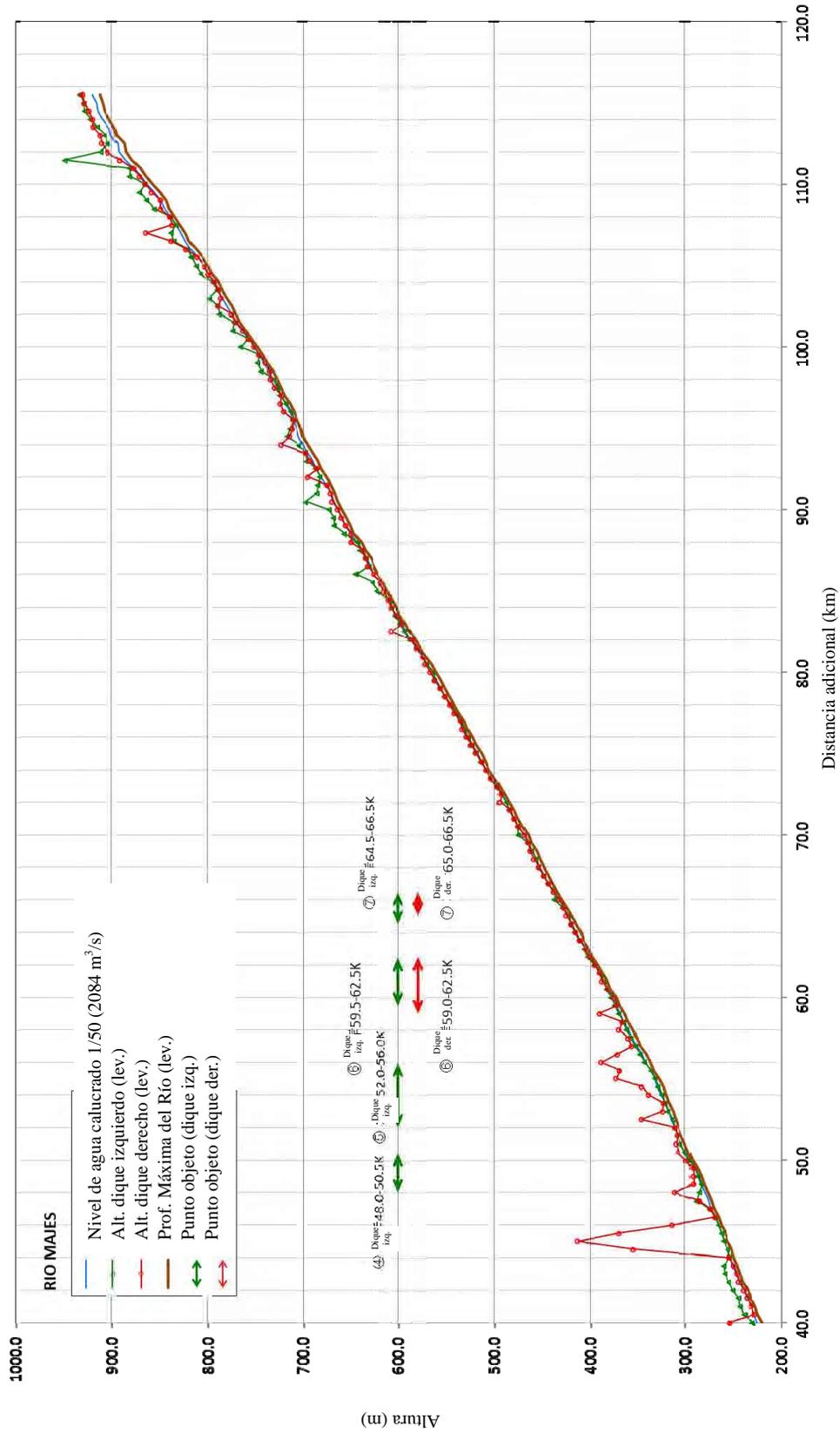


Figura 4.15.1-4 Sección longitudinal del Río Majes-Camaná (Río Majes)

6) Plan de construcción de diques

A continuación se plantean las políticas básicas del plan de construcción de diques en la cuenca del Río Majes-Camaná.

- 1) Construir los diques que permitan el paso de manera segura del caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años.
- 2) Los diques serán construidos en las zonas donde se extenderá el agua desbordada hacia el interior del dique, según la simulación de inundaciones.
- 3) Los diques serán dispuestos en los tramos arriba mencionados, donde el nivel de agua de diseño supera la altura del dique existente o la altura del suelo dentro del dique.
- 4) La altura del dique se define en el nivel de agua de crecidas con un período de retorno de 50 años más el libre bordo.

En la Tabla 4.15.1-1 y la Figura-4.15.1-4 se presenta el plan de construcción de diques en el Río Pisco.

**Tabla 4.15.1-1 Plan de construcción de diques en el Río Majes-Camaná**

Río	Tramos a ser mejorados		Promedio de altura faltante de diques (m)	Tamaño propuesto de diques	Long. de diques (km)
Río Majes-Camaná	M. izquierda	0,0k-108,0k	1,36	Altura de diques = 2,5m	72,5
	M. derecha	0,0,k-111,0k	1,46		52,0
	Total		1,40	Altura de las obras de protección de márgenes = 3,0m	124,5

7) Costo del Proyecto

En las Tablas 4.15.1-2 y 4.15.1-3 se presentan los costos directos de obras en precios privados, y el costo del Proyecto. Asimismo, el costo del Proyecto en precios sociales se presenta en la Tabla 4.15.1-4.

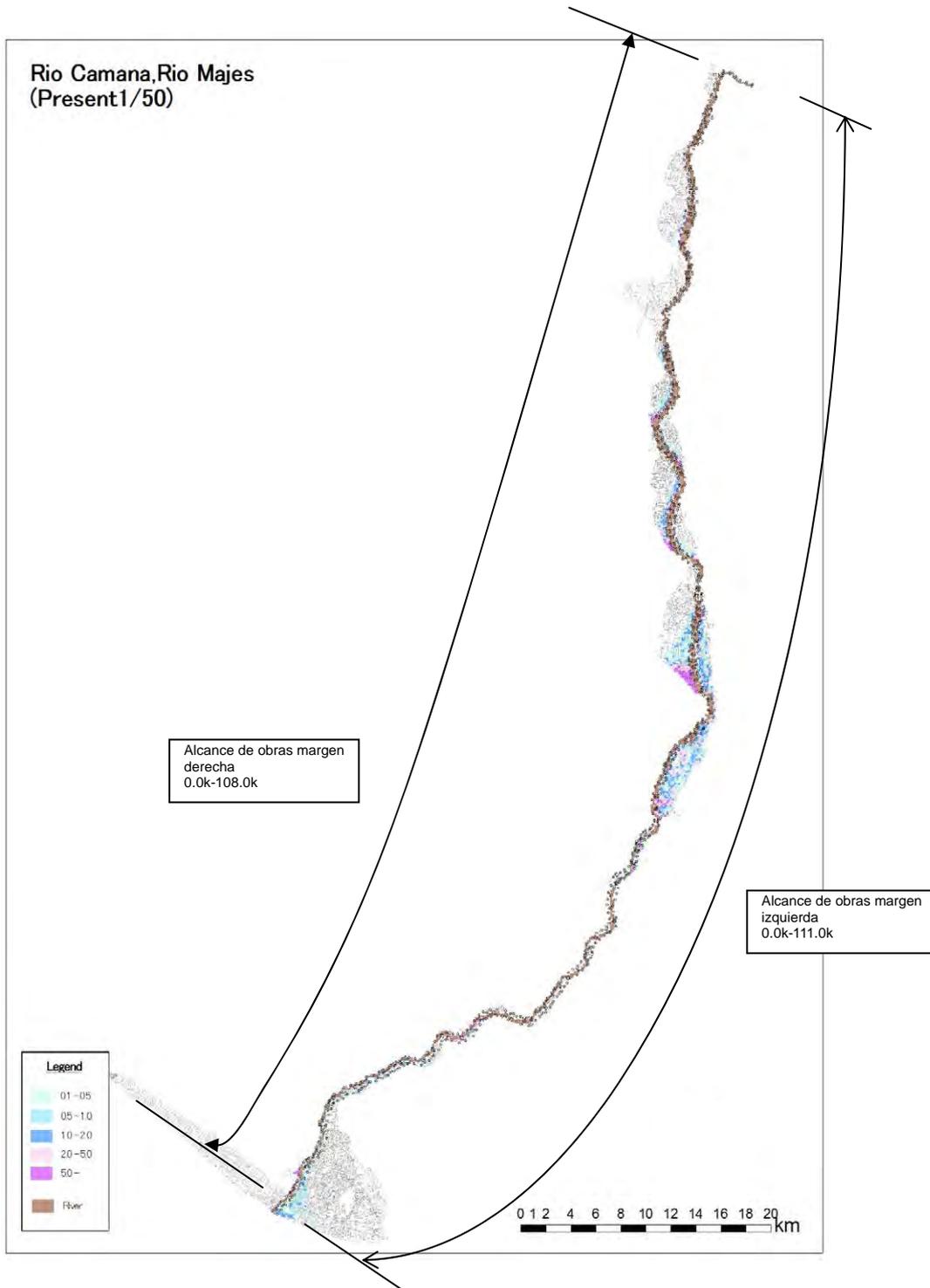
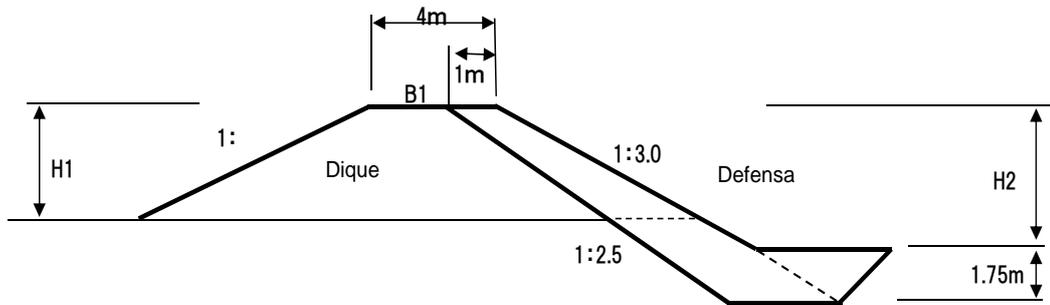


Figura 4.15.1-5 Plan de conformación de diques Majes-Camaná

**Tabla 4.15.1-2 Costo directo de obras (a precios privados)**

B1	H1	B2	A		B1	H2	B2	A
3.0	1.0	8.5	5.8		1.0	1.0	2.4	10.8
3.0	2.0	14.0	17.0		1.0	1.5	2.6	12.0
3.0	3.0	19.5	33.8		1.0	2.0	2.9	13.4
3.0	4.0	25.0	56.0		1.0	3.0	3.4	16.5
3.0	5.0	30.5	83.8		1.0	4.0	3.9	20.1
3.0	1.5	11.3	10.7		1.0	5.0	4.4	24.3
					1.0	6.0	4.9	28.9



Cuenca		Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo directo de obras/m	Costo directo de obras/km	Long. de diques (km)	Costo directo de obras
				(en soles)	(en soles)	(en mil soles)		(en mil soles)
Majes	Diques	17.0	m3	10.0	170.0	170.0	124.5	21,165.0
Camaná	Protección de márgenes	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		205,425.0

**Tabla 4.15.1-3 Costo del Proyecto (a precios privados)**

	Costo Directo	Costo de Obras Temporales	Costo de Obras	Gastos Operativos	Utilidad	Costo Total Infraestructura	IGV	Costo Total Obra	Impacto Ambiental	Expediente Técnico	Supervisión	Obras/costo del Proyecto
<b>Cuenca</b>	Directa 工事費計 (1)	共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	工事費 (3) = (1) + (2)	諸経費 (4) = 0.15 x (3)	利益 (5) = 0.1 x (3)	構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	税金 (7) = 0.18 x (6)	建設費 (8) = (6)+(7)	環境影響 (9) = 0.01 x (8)	詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	構造物・事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
MAJES-CAMANA	226,590,000	22,659,000	249,249,000	37,387,350	24,924,900	311,561,250	56,081,025	367,642,275	3,676,423	18,382,114	36,764,228	426,465,039

**Tabla 4.15.1-4 Costo del Proyecto (a precios sociales)**

	Costo Directo	Costo de Obras Temporales	Costo de Obras	Gastos Operativos	Utilidad	Costo Total Infraestructura	IGV	Costo Total Obra	Impacto Ambiental	Expediente Técnico	Supervisión	Obras/costo del Proyecto
<b>Cuenca</b>	Directa 工事費計 (1)	共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	工事費 (3) = (1) + (2)	諸経費 (4) = 0.15 x (3)	利益 (5) = 0.1 x (3)	構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	税金 (7) = 0.18 x (6)	建設費 (8) = (6)+(7)	環境影響 (9) = 0.01 x (8)	詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	構造物・事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
MAJES-CAMANA	182,178,360	18,217,836	200,396,196	30,059,429	20,039,620	250,495,245	45,089,144	295,584,389	2,955,844	14,779,219	29,558,439	342,877,891

## (2) Plan de operación y mantenimiento

El costo de operación y mantenimiento fue estimado identificando la tendencia de sedimentación y erosión del lecho con base en los resultados del análisis unidimensional de la variación de lecho, y se planteó un plan de operación y mantenimiento a largo plazo.

El curso actual del Río presenta algunos tramos angostos donde existen puentes, obras agrícolas (bocatomas), etc. y se observa una tendencia de acumularse los sedimentos aguas arriba de estos tramos. Por lo tanto, en el presente Proyecto se plantea incrementar la capacidad hidráulica de estos tramos angostos para evitar en la medida de lo posible la sedimentación en los tramos angostos y en el lecho (parte principal) aguas arriba, a la par de almacenar lo más posible los sedimentos en el lecho (parta ancha) aguas arriba de los tramos angostos cuando ocurren inundaciones que superen un período de retorno de 50 años.

### 1) Análisis de la variación de lecho

La Tabla 4.15.1-5 presenta el resumen del modelo del análisis de variación de lecho y la Tabla 4.15.1-6 indica las condiciones del cálculo de los Ríos objeto, utilizados en el presente estudio

La Fig.4.15.1-6 presenta los resultados del análisis de variación del lecho fluvial en los próximos 50 años en la cuenca del Río Majes-Camaná.

Esta tendencia coincide relativamente con las condiciones del lecho observadas y las informaciones recopiladas a través de entrevistas a la comunidad local.

A partir de esta Figura se puede proyectar una futura tendencia de la sedimentación y erosión del lecho, así como su respectivo volumen.

### 2) Tramos que necesitan de mantenimiento

En la Tabla 4.15.1-5 se presentan los posibles tramos que requerirán someter a un proceso de mantenimiento a largo plazo en la cuenca del Río Majes-Camaná.

### 3) Costo de operación y mantenimiento

A continuación se presenta el costo directo de obras a precios privados para el mantenimiento (excavación del lecho) requerido en los próximos 50 años en cada cuenca.

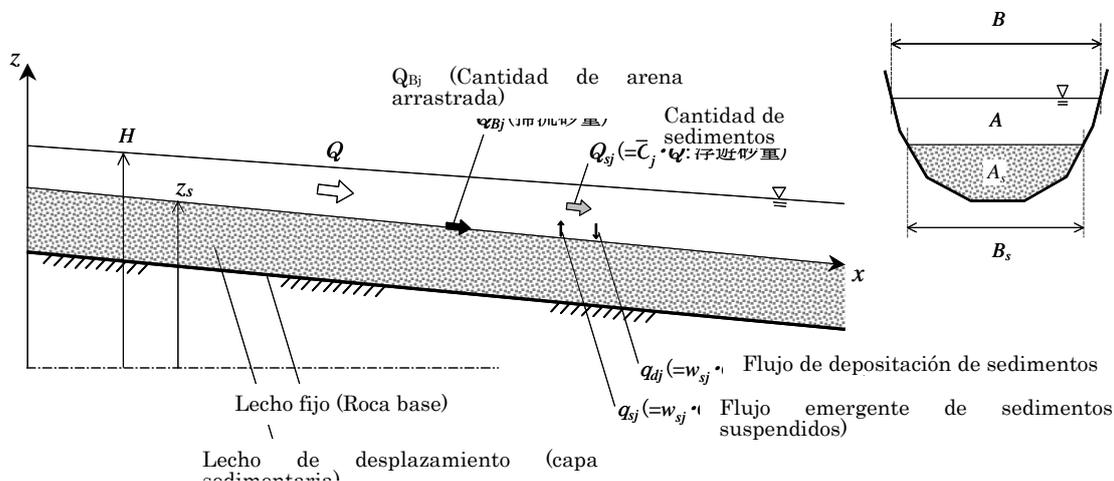
Costo directo de obras

A precios privados:  $530.000 \text{ m}^3 \times 10 \text{ soles} = 5.300.000 \text{ soles}$

En la Tabla 4.15.1-8 y Tabla 4.15.1-9 se presenta el costo del Proyecto de 50 años a precios privados y sociales.

**Tabla 4.15.1-5 Resumen del modelo de análisis de variación de lecho utilizado en el estudio**

Ítem	Descripción
Cálculo de flujo	Modelo mono dimensional de flujo no uniforme
Cálculo de descarga de sedimentos	Modelo mono dimensional de lecho fluvial variable con materiales mezclados de varios diámetros
Acarreos de sedimentos del fondo	Ecuación de volumen de sedimentos acarreados del fondo según el Método Ashida-Michiue
Sedimentos suspendidos	Se considera la característica no equilibrado de los sedimentos suspendidos. Para la concentración de la superficie referencial se adopta el Método Ashida-Michiue.
Solución del cálculo	Método MacCormack



**Figura 4.15.1-6 Imagen conceptual del modelo de análisis de variación de lecho**

**Tabla 4.15.1-6 Principales condiciones del cálculo de los Ríos objeto**

Río Majes-Camana	
Área objeto del cálculo	115 km
Periodo del cálculo	Próximos 50 años desde ahora
Intervalo espacial ( $\Delta x$ )	250 m
Intervalo del tiempo ( $\Delta t$ )	2,0sec
Caudal en el extremo del curso alto	Elaborar datos correspondientes a 50 años a partir de los caudales monitoreados (caudales máximos/año) de cada cuenca (en caso de faltar años, se elaboran repitiendo los datos).
Condición de provisión de sedimentos *1	419 mil m <sup>3</sup> /año
Sedimentos entrantes de los afluentes	No se toman en consideración ya que ningún Río tiene grandes afluentes en las áreas objeto.
Granulometría objeto	Se establece un diámetro granular de 8 ó 9 (d = 0.075 -500 mm) tomando como referencia la distribución de granulometría de materiales del lecho fluvial.
Nivel de aguan del extremo del curso abajo	Se establece una profundidad neutral en la sección del extremo del curso abajo
Coefficiente de aspereza	n=0,05 (Toda el área)
Porosidad	0,4 (Porosidad representativa de arena y grava)
Otras consideraciones	

\*1 Un volumen de descarga de sedimentos desequilibrado se establece a partir de los resultados del estudio de materiales del lecho fluvial.

**Tabla 4.15.1-7 Tramos cuyo lecho debe ser excavado en forma programada**

Río	Extensión de la excavación		Método de mantenimiento
Majes-Camaná	Tramo 1	Tramo: km 12,0- km 13,0 Volumen de tierra: 70.000 m <sup>3</sup>	Es un tramo donde puede elevarse considerablemente el lecho con poca cantidad de sedimentos por su angostura. Se recomienda realizar el dragado periódico anualmente para reducir su impacto a la bocatoma.
	Tramo 2	Tramo: km100,0-km 101,0 Volumen de tierra: 460.000 m <sup>3</sup>	Es un tramo ensanchado donde se deposita fácilmente grandes cantidades de sedimentos. El dragado periódico de este tramo ayudaría también a controlar la elevación del lecho en la cuenca media. Es un punto donde debe realizar el dragado periódico desde el punto de vista del control de inundaciones.

\* Volumen de sedimentos que se acumularán en 50 años

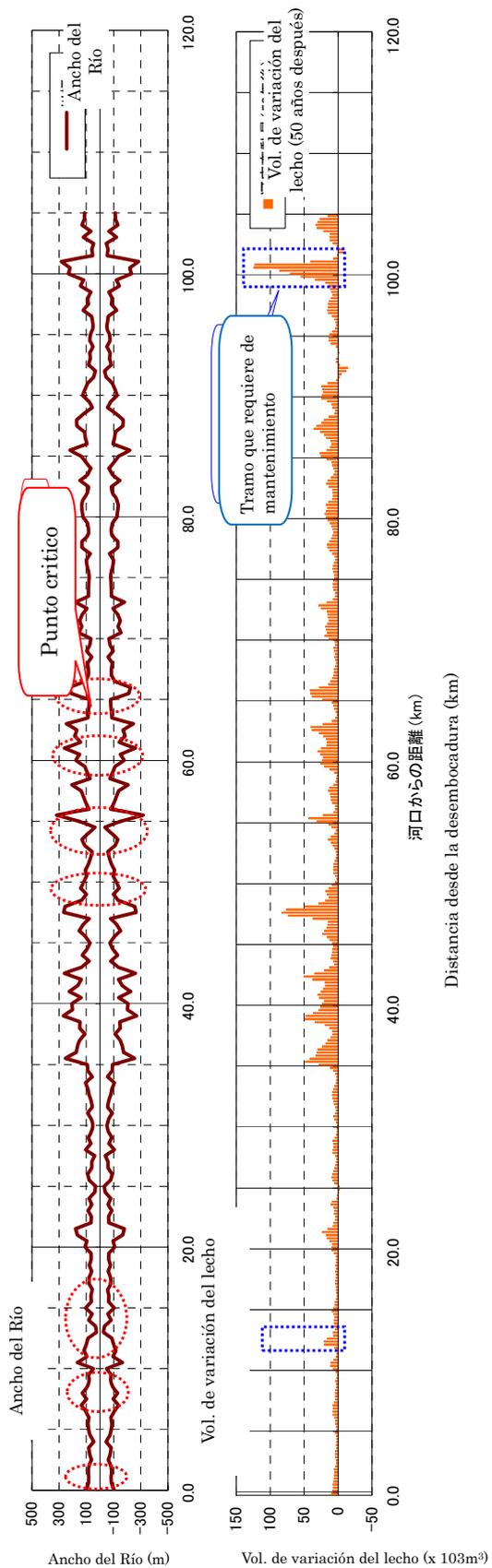


Figura 4.15.1-7 Tramo que requiere de mantenimiento (Río Majes-Camaná)

Tabla 4.15.1-8 Costo de obras de excavación de lecho (a precios privados)

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計	Costo de Obras Temporales 共通仮設費	Costo de Obras 工事費	Gastos Operativos 諸経費	Utilidad 利益	Costo Total Infraestructura 構造物工事費	IGV 税金	Costo Total Obra 建設費	Impacto Ambiental 環境影響	Expediente Técnico 詳細設計	Supervisión 施工管理費	Costo Total 事業費	Costo Total 事業費/50
MA-JES-CAMANA	5,300	530	5,830	875	583	7,288	1,312	8,599	86	430	860	9,975	200
	(1)	(2) = 0.1*(1)	(3) = (1) + (2)	(4) = 0.15*(3)	(5) = 0.1*(3)	(6) = (3)+(4)+(5)	(7) = 0.18*(6)	(8) = (6)+(7)	(9)=0.01*(8)	(10) = 0.05*(8)	(11) = 0.1*(8)	(12) = (8)+(9)+(10)+(11)	(13) = (12)/50

Tabla 4.15.1-9 Costo de obras de excavación de lecho (a precios sociales)

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計	Costo de Obras Temporales 共通仮設費	Gastos Operativos 諸経費	Utilidad 利益	Costo Total Infraestructura 構造物工事費	IGV 税金	Factor de Corrección 修正係数	Costo Total Obra 建設費	Impacto Ambiental 環境影響	Expediente Técnico 詳細設計	Supervisión 施工管理費	Costo Total 事業費	Costo Total/50 años 事業費/50年
MA-JES-CAMANA	5,300	530	875	583	7,288	1,312	0.804	8,599	6914	69	691	8,020	160
	(1)	(2) = 0.1*(1)	(4) = 0.15*(3)	(5) = 0.1*(3)	(6) = (3)+(4)+(5)	(7) = 0.18*(6)	fc	(8) = (6)+(7)	(10) = 0.01*(9)	(11) = 0.05*(9)	(12) = 0.1*(9)	(13) = (9)+(10)+(11)+(12)	(14) = (13)/50

### (3) Evaluación social

#### 1) Costos a precios privados

##### a) Monto de daños

En la Tabla 4.15.1-10 se presenta el monto de daños calculado analizando el desbordamiento provocado por inundaciones con períodos de retorno entre 2 y 50 años en la cuenca del Río Majes-Camaná.

**Tabla 4.15.1-10 Monto de daños de inundaciones con diferentes períodos de retorno**

Daños en miles de S/.	
t	Majes-Camaná
2	311
5	48,616
10	78,391
25	111,072
50	191,990
Total	430,380

##### b) Monto de los daños medio anual que se espera reducir

En la Tabla 4.15.1-10 se presenta el promedio anual de reducción de daños en el Río Majes-Camaná calculado con los datos de la Tabla 4.15.1-11.

##### c) Costo del Proyecto y el costo de operación y mantenimiento

En la Tabla 4.15.1-3 se presenta el costo del Proyecto. Asimismo el costo anual de operación y mantenimiento (OyM) de los diques y de las obras de protección de márgenes será el 0,5 % del costo de construcción, más el promedio anual del costo de excavación del lecho indicado en la Tabla 4.15.1-6.

##### d) Evaluación económica

En la Tabla 4.15.1-12 se presentan los resultados de la evaluación económica.

**Tabla 4.15.1-11 Monto de los daños medio anual que se espera reducir**

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Da ños	年平均被害額の累 計=年平均被害軽 減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しな い場合①	事業を実施した 場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
MAJES- CAMANA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	311	0	311	155	0.500	78	78
	5	0.200	48,616	0	48,616	24,464	0.300	7,339	7,417
	10	0.100	78,391	0	78,391	63,504	0.100	6,350	13,767
	25	0.040	111,072	0	111,072	94,732	0.060	5,684	19,451
	50	0.020	191,990	0	191,990	151,531	0.020	3,031	22,482

**Tabla 4.15.1-12 Resultados de la evaluación económica (costos a precios privados)**

流域名 Basin	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害 軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ration	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Majes-Camana	292,262,168	131,979,802	426,465,039	26,889,287	0.34	-252,832,589	-

## 2) Costos a precios sociales

### a) Monto de daños

En la Tabla 4.15.1-13 se presenta el monto de daños calculado analizando el desbordamiento provocado por inundaciones con períodos de retorno entre 2 y 50 años en la cuenca del Río Majes-Camáná.

**Tabla 4.15.1-13 Monto de daños de las inundaciones con diferentes períodos de retorno**

Daños en miles de S/.	
t	Majes-Camana
2	317
5	48,503
10	78,738
25	113,789
50	201,622
<b>Total</b>	<b>442,970</b>

**b) Monto de los daños medio anual que se espera reducir**

En la Tabla 4.15.1-13 se presenta el promedio anual de reducción de daños calculado con los datos de la Tabla 4.15.1-14.

**c) Costo del Proyecto y el costo de operación y mantenimiento**

En la Tabla 4.15.1-4 se presenta el costo del Proyecto. Asimismo el costo anual de operación y mantenimiento de los diques y de las obras de protección de márgenes será el 0,5 % del costo del proyecto, más el promedio anual del costo de excavación del lecho indicado en la Tabla 4.15.1-8.

**d) Evaluación económica**

En la Tabla 4.15.1-15 se presentan los resultados de la evaluación económica.

**Tabla 4.15.1-14 Monto de los daños medio anual que se espera reducir**

s/1000									
社会価格									
流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害 額 ④ Promedio de Daños	区間確率 ⑤ Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 ④×⑤ Valor Promedio del Flujo de Da ños	年平均被害額の累 計=年平均被害軽 減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しな い場合①	事業を実施した 場合②	軽減額 ③=①-②				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
MAJES- CAMANA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	317	0	317	159	0.500	79	79
	5	0.200	48,503	0	48,503	24,410	0.300	7,323	7,402
	10	0.100	78,738	0	78,738	63,621	0.100	6,362	13,764
	25	0.040	113,789	0	113,789	96,264	0.060	5,776	19,540
	50	0.020	201,622	0	201,622	157,706	0.020	3,154	22,694

**Tabla 4.15.1-15 Resultados de la evaluación económica (costos a precios sociales)**

流域名 Basin	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害 軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ration	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Majes-Camana	295,026,234	133,227,999	342,877,891	21,618,987	0.43	-176,161,163	-

**(4) Conclusiones**

Los resultados de la evaluación económica demuestra que el Proyecto no arroja impacto económico positivo en términos del costo a precios tanto privados como sociales y el costo requerido es sumamente elevado (de 426,5 millones de soles, equivalentes a 128 millones de yenes), concluyéndose que es poco viable adoptarse en el presente Proyecto.

#### 4.15.2 Plan de Reforestación y Recuperación de la Vegetación

Se recomienda, a largo plazo, reforestar en todas las zonas consideradas críticas de la cuenca alta. Por lo tanto, aquí se profundizará en el análisis de esta alternativa.

##### (1) Políticas Generales

- 1) Objetivos: Mejorar la capacidad de infiltración del área de fuente de agua, disminuir el flujo de agua en suelos superficiales, y a su vez aumentar el flujo de agua en suelos intermedios y la napa freática. Por todo lo mencionado, se corta el flujo de agua en temporada alta de inundación, aumenta el recurso hídrico en áreas montañosas, se reduce y evita la inundación aumentando así la cantidad y mayor flujo de aguas subterráneas, reduciendo y previniendo las inundaciones.
- 2) Área de forestación: Forestar en áreas con posibilidad de sembrar en las cuencas con fuentes de agua o en áreas donde ha disminuido el área boscosa.
- 3) Método de forestación: Plantaciones por los pobladores locales. El mantenimiento por cuenta propia de los promotores, la supervisión y asesoramiento será llevado por organizaciones no gubernamentales.
- 4) Mantenimiento después de la forestación: Realizar el mantenimiento por el responsable del sembrado de la comunidad, para ello se creará un sistema de pago (Pago por servicios ambientales) por los beneficiarios de aguas abajo
- 5) Observaciones: Luego de cada raleo se tendrá que reforestar el área, manteniendo y conservando de manera sostenible a largo plazo. Se deberá diseñar incentivo para los pobladores que viven aguas arriba de la cuenca.

Manteniendo el bosque y reforestando luego del raleo, se conserva el bosque, se amortigua y previene la inundación. Para ello, es necesario que los pobladores locales se concienticen, incentivar a los pobladores aguas abajo, promocionar y difundir durante la ejecución del proyecto la importancia del bosque en el Perú.

##### (2) Selección de las áreas a reforestar

Tal como se indicó en el apartado 1) la reforestación en la cuenca alta se realiza con el aporte de mano de obra de la comunidad. En este caso, los habitantes locales participarán en estas actividades en su tiempo libre. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que las cuencas altas en su mayoría pertenecen a la Sierra Andina, donde los habitantes están subsistiendo con la agricultura y ganadería bajo severas condiciones naturales. Así se considera que no están en condiciones para realizar la reforestación y, por lo general, el proceso de concertación toma un tiempo sumamente prolongado.

##### 3) Tiempo requerido para el proyecto de reforestación

Dado que la población en sí es muy reducida, la disponibilidad de la fuerza laboral es reducida. Así, el trabajo que se puede realizar al día es limitado, y la eficiencia de trabajo será muy baja. El Equipo de Estudio de JICA estimó el tiempo que se requiere para reforestar la totalidad del área a partir de la

población de las zonas sujetas al plan de reforestación, el número de plantas, la eficiencia de trabajo, etc. De acuerdo a esta estimación, se demorarán 14 años para reforestar aproximadamente 40 mil hectáreas de la Cuenca del Río Chincha. Al estimar el tiempo requerido para otras cuencas, aplicando simplemente esta tasa al área de la respectiva cuenca, se tiene que la reforestación de la cuenca del Río Majes-Camaná tomará 98 años.

4) Volumen total de reforestación en la cuenca alta, período y costo del proyecto

Se ha estimado la superficie que requiere ser reforestada en la cuenca del Río Majes-Camaná, así como el costo de ejecución, tomando como referencia, los datos del proyecto de reforestación de la Cuenca del Río Chincha. Según esta estimación, el área a reforestarse suma un total de 31 mil hectáreas aproximadamente, el período requerido es de 98 años, y el costo se calcula en 900 millones de soles. Es decir, se requiere invertir gran cantidad de tiempo y costo para reforestar.

**Tabla 4.15.2-1 Plan de reforestación de las cuencas altas**

Cuenca	Área de forestación (ha)	Periodo requerido para el proyecto (años)	Presupuesto requerido (soles)
Camaná-Majes	307.210	98	829.200.856

(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

5) Conclusiones

El objetivo del presente Proyecto es ejecutar las obras más urgentes, y destinar un período tan largo para la reforestación que tiene un efecto indirecto cuyo impacto se demora en manifestarse no sería congruente con el objetivo propuesto para el Proyecto. Al considerar que se requiere invertir 98 años y 800 millones de soles, se concluye que es poco viable implementar esta alternativa en el presente Proyecto, y que debería de ejecutarse oportunamente en el marco de un plan de largo plazo después de concluido el presente Proyecto.

**4.15.3 Plan de control de sedimentos**

Para el plan de control de sedimentos a largo plazo, se recomienda ejecutar las obras necesarias en la cuenca alta.

El Plan de Control de Sedimentos en la cuenca alta consistirá principalmente en la construcción de las presas de control de sedimentos y de las obras de protección de márgenes. En la Figura 4.14.3-1 se presenta la disposición de las obras de control de sedimentos que se propone ejecutar en toda la cuenca. Se estimó el costo de las obras de la cuenca del Río Majes-Camaná, suponiendo: a) cubrir la totalidad de la cuenca; y b) cubrir solo las zonas prioritarias, analizando la disposición de las obras para cada caso. Los resultados (Véase Anexo-6 Plan de Control de Sedimentos) se muestran en la Tabla 4.14.3-1.

Dada la extensión de la cuenca del Río Majes-Camaná, el costo de construcción para todas las alternativas sería demasiado elevado en caso de disponer las obras de protección de márgenes, presas de control de erosión, etc., además que se requerirá de un tiempo sumamente largo. Esto implica que el Proyecto se demorará en manifestar sus efectivos positivos. Así, se concluye que es poco viable ejecutar esta alternativa dentro del presente Proyecto, debiendo ser ejecutada oportunamente en el marco de un plan a largo plazo, después de terminado el presente Proyecto.

**Tabla 4.15.3-1 Costos estimados de ejecución de obras de control de sedimentos en la cuenca alta**

Cuenca	Alcance	Protección de márgenes		Bandas		Presa de control de sedimentos		Total costo directo de obras	Costo del Proyecto (Millones S/.)
		Vol. (km)	Costo directo (Millones S/.)	Vol. (unidades)	Costo directo (Millones S/.)	Vol. (unidades)	Costo directo (Millones S/.)		
Camaná-Majes	Toda la cuenca	264	S/.282	26	S/.1	123	S/.165	S/.448	S/.843
	Tramo prioritario	264	S/.282	26	S/.1	81	S/.105	S/.388	S/.730

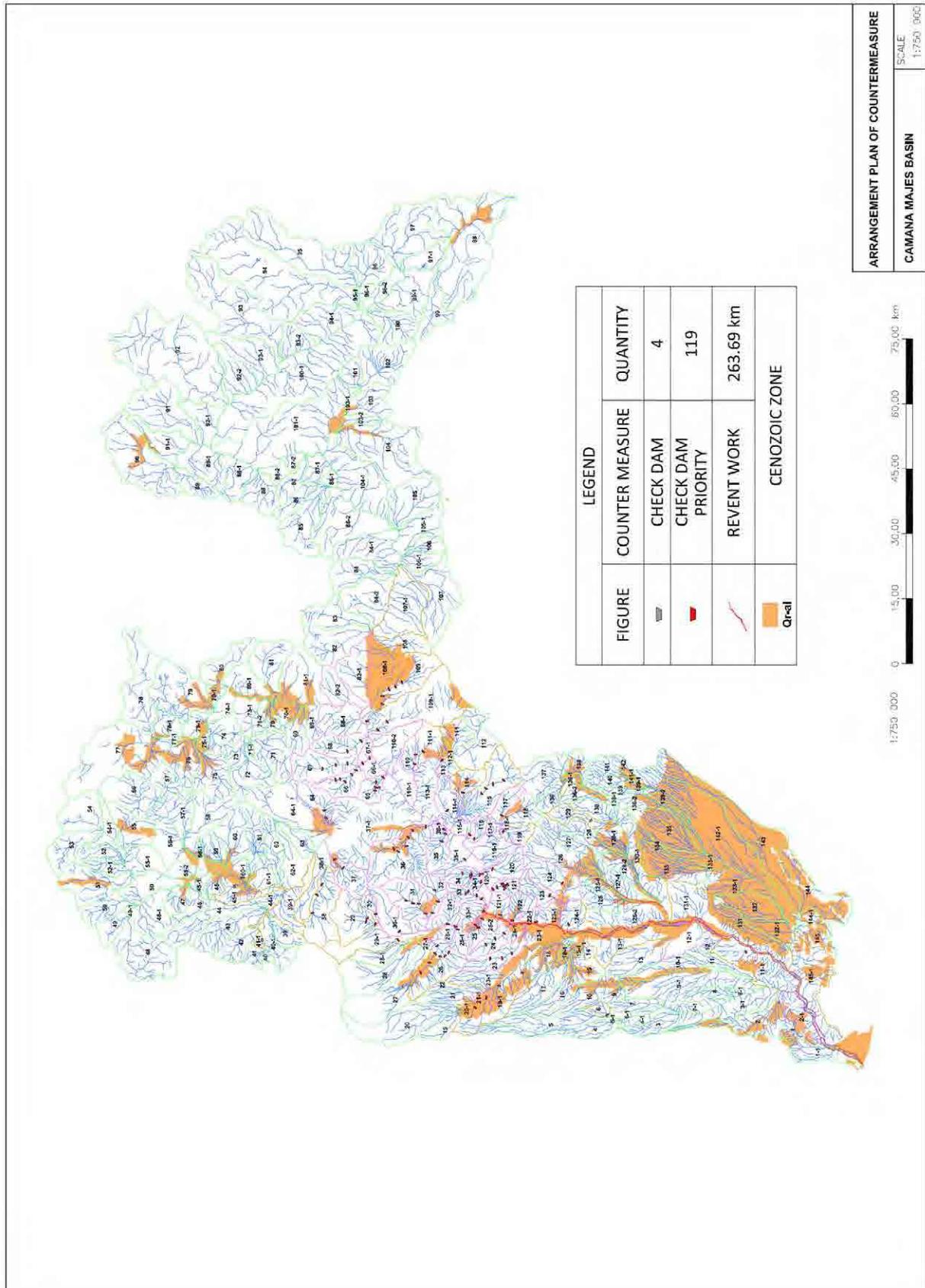


Figura 4.15.3-1 Ubicación de las obras de control de sedimentos de la cuenca del Río Majes-Camaná

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

La alternativa final seleccionada en el presente Estudio es estructuralmente segura, además que la evaluación social arrojó un valor económico suficientemente alto. Su impacto al medio ambiente es reducido.

La implementación del presente Proyecto contribuirá al alivio de la alta vulnerabilidad de los valles y de la comunidad local ante las inundaciones, y al desarrollo socioeconómico local. Por lo tanto, se concluye implementarlo en la mayor brevedad posible.

### **5.2 Recomendaciones**

A continuación se plantean las recomendaciones para atender los problemas y dificultades relacionadas con la implementación del presente Proyecto y con el control de inundaciones hacia el futuro en el Perú, formuladas con base en los hallazgos del presente Estudio.

#### **5.2.1 Recomendaciones sobre el Proyecto**

- (1) Problemas y dificultades para la implementación del presente Proyecto en las siguientes etapas
  - 1) El costo del presente Proyecto será sufragado por el Gobierno Central (MINAG), así como por los gobiernos regionales y las comisiones de regantes de cada cuenca seleccionada. Para los efectos del presente Estudio, se definieron tentativamente los aportes de cada parte en 80 %, 15 % y 5 %, respectivamente. Dado que el costo total del Proyecto ha sido estimado casi definitivamente mediante este estudio de factibilidad, es necesario que el MINAG inicie las negociaciones con las partes relevantes y definir, en brevedad, los porcentajes definitivos de aporte.
  - 2) El presente Estudio ha definido el alcance de las obras de control de inundaciones, así como de la reforestación a lo largo de los Ríos. Así, el MINAG deberá determinar claramente el límite entre la zona fluvial y las propiedades privadas, comprar los terrenos necesarios, e iniciar la negociación con los propietarios afectados sobre las obras de compensación, y obtener los terrenos necesarios cumpliendo los procedimientos estipulados en la Ley General de Expropiación; es decir, Publicación de la resolución del Gobierno sobre la expropiación del terreno Mostrar a los propietarios del terreno el precio del terreno y el monto de compensación Formación de un acuerdo con los propietarios desembolso del precio del terreno y el monto de compensación. Fin de la adquisición del terreno. En caso de que no pueda llegar a un acuerdo con los propietarios sobre el monto indicado por el Gobierno, el caso se llevará al juzgado de arbitraje. En el caso de que el terreno sea de propiedad comunitaria, se deberá negociar con la comunidad local

correspondiente y lograr un consenso. Y llegar a una concertación de estas negociaciones a más tardar antes de iniciar las obras.

- 3) Si bien es cierto que el MINAG-PSI ha sido designado tentativamente como el organismo ejecutor del presente Proyecto, aun la DGPI del MEF no está de acuerdo, por lo que es necesario determinar en brevedad el organismo ejecutor definitivo.
- 4) No es necesario realizar más la evaluación del impacto ambiental dado que el presente Proyecto ha sido clasificado en la Categoría I, después de que el MINAG-DGAA ha evaluado el informe de la Evaluación del Impacto Ambiental Preliminar de las cuencas seleccionadas. Ahora que se ha finalizado el E/F, es necesario que la DGIH inicie los procedimientos concernientes a la preservación de los patrimonios culturales, para obtener el CIRA correspondiente hasta antes de iniciar el Proyecto.

En Perú, con el fin de preservar los monumentos históricos y patrimonios culturales, es obligatorio en principio obtener una “Certificación de Inexistente de Restos Arqueológicos: CIRA” para la ejecución de todos los proyectos. La CIRA se emite por la Comisión Nacional Técnica de Arqueología. Para solicitar la CIRA, una vez determinadas las áreas objeto y el contenido del proyecto, la institución ejecutora del proyecto debe presentar al Ministerio de Cultura: 1) Formulario de solicitud, 2) planos que indican las áreas, alcance y contenido del proyecto, 3) recibo de los derechos de solicitud y, 4) certificados de la evaluación arqueológica, etc.

- 5) Las comisiones de regantes deberán asumir la operación y mantenimiento de las obras construidas por el presente Proyecto. Sin embargo, dado que a diferencia de las obras relacionadas con la agricultura, como los canales de riego, bocatomas, etc., ellos no están familiarizados con el manejo de las obras del presente Proyecto. Así, se considera necesario que el MINAG y los gobiernos regionales les brinden asistencia técnica y económica.

## (2) Problemas en el planeamiento del Río Majes-Camaná

### 1) Lineamiento básico de mejoramiento fluvial

Por lo general, la metodología de mejoramiento de Ríos establece iniciar las obras gradualmente desde la cuenca baja hacia el alta. En el presente Estudio se identificaron los puntos críticos (donde el desbordamiento de agua se extiende en grandes zonas, o provoca graves impactos socioeconómicos locales, etc.) para implementar prioritariamente las medidas necesarias. Una medida implementada en el tramo superior puede traer consecuencias en la margen opuesta y en el tramo inferior. Asimismo, luego de mejoradas las condiciones del Río, la comunidad tiende a acumular más activos (incremento de daños potenciales), y cuando ocurren inundaciones que superen el caudal de diseño, los activos afectados serían mucho mayores que antes del mejoramiento del Río. Como consecuencia,

las pérdidas son mayores. Por lo tanto, es importante sensibilizar a la comunidad para que comprendan que no porque el Río haya sido mejorado, se ha conseguido la seguridad total para ellos, y establecer las reglas necesarias, incluyendo la restricción del uso del suelo.

- 2) El dique existente ubicado curso bajo en un tramo correspondiente a la competencia del Río Camaná, se encuentra obsoleto y erosionado en muchas partes. Actualmente se desborda curso alto (el Río Majes), lo que mitiga los desbordamientos en la cuenca baja. Cuando el mejoramiento fluvial en el curso alto avance, el impacto en el curso bajo correspondiente a la competencia del Río Camaná será mayor y la extensión inundable también. Cerca de Km13 está construido un dique de captación para el servicio de agua potable para la zona urbana de Camaná y un canal a lo largo del Río. Parte del dique ubicado en la margen izquierda en Km12 está erosionado y se teme que afecte el canal adyacente. Por otra parte,

En el curso alto que corresponde al Río Majes, hay muchos tramos sin diques y casi cada año ocurren desbordamientos a causa de inundaciones y la consecutiva pérdida de terrenos agrícolas.

Por consiguiente, lo más importante de las medidas contra inundaciones en el proyecto es tomar medidas contra el deterioro del dique existente y aumentar la altura del dique para preservar el área de la margen izquierda del curso bajo del Río Camaná con alto potencial de daños y en el curso alto del Río Majes, se construirán diques en los tramos sin diques donde ocurren frecuente mente daños de inundaciones.

Según lo explicado antes, fueron seleccionados los lugares donde ejecutar las medidas prioritariamente. Aunque se hayan construido las medidas en dichos lugares, no se puede decir que haya terminado el mejoramiento del Río Majes-Camaná en su totalidad.

De ahora en adelante, es importante seguir mejorando los lugares con capacidad de carga deficiente y diques que necesitan refuerzo, que no están incluidos en el presente estudio.

Puesto que las medidas tomadas en el Río Majes afectan el curso bajo, Río Camaná, al ejecutar medidas contra inundaciones en el Río Majes, es necesario establecer un apropiado orden de las obras considerando suficientemente el impacto en el curso bajo del área correspondiente.

- 3) Problemas en el diseño y ejecución

- i) Periodo de ejecución de obras

La época seca en las áreas objeto del estudio corresponde a los meses de mayo a noviembre. En la práctica, es recomendable establecer un periodo de obras entre abril y diciembre. Hay que tener en cuenta que el Río Majes-Camaná mantiene su flujo a lo largo del año (con variación estacional).

Asimismo, es importante ejecutar las obras tomando en cuenta el ciclo agrícola (para los detalles véase el Anexo-11 Consideraciones sociales y ambientales/ Género, cláusula 2.1.5) como la siembra y la cosecha de cada cuenca, puesto que muchos de los sitios objeto se encuentran cerca de las tierras de cultivo. De esta manera, se puede minimizar el impacto sobre los habitantes locales que deben transportar las maquinarias agrícolas y los cultivos.

ii) Garantizar la estabilidad estructural de diques

En cada cuenca los materiales de los diques están constituidos por un suelo arenoso o suelo suelo gravoso, de alta permeabilidad. Juzgando de las condiciones topográficas y geológicas, será difícil obtener materiales poco permeables.

En caso de construir un dique con materiales de relativamente alta permeabilidad, los posibles problemas en la seguridad del dique son: 1) Ruptura por filtración provocada por el arrastre de tierra y arena fina a causa de sufusión y, 2) Ruptura por deslizamiento a causa de una presión osmótica de la filtración.

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

Lo importante en la ejecución de la obra es dar una compactación suficiente. Según las normas peruanas del cálculo vigentes, se establece que la compactación se hace con tractores, pero para una compactación con mayor solidez, es deseable el uso de equipos compactadores como los rodillos vibratorios. Para administrar las condiciones de compactación son importantes también los ensayos de densidad y granulometría. Es necesario reflejar dichos ítems en el cálculo del costo. (Véase el punto 3.3 Cálculo del costo directo y el punto 2.2 Costo de administración topográfica del Anexo-9 Plan de Ejecución de Obras y Estimación del Costo.)

iii) Reducción del costo de obras de protección de márgenes

El 80 % del costo directo de medidas de control de inundaciones en los tramos donde construir diques corresponde al costo de construcción de protección de márgenes. Además, el 45 % de dicho costo corresponde al costo de transporte de piedras de las canteras. En los lugares como el Río Majes-Camaná, donde tiene protecciones de márgenes y espigones existentes, el re-uso de materiales de estas obras permitirá reducir el costo de obras.

iv) Balance entre la tierra para la construcción de los diques y la tierra excavada

Respecto al balance entre la tierra para la construcción de los diques y la tierra excavada, faltan 695.0003 m<sup>3</sup> en el Río Majes-Camaná. Los alrededores de los Ríos se aprovechan como terrenos agrícolas, no hay otro remedio que depender la excavación en el lecho para obtener las tierras para la construcción de los diques. Para este caso, se pueden considerar

las posibilidades de bajar algo de la altura de diques y de acelerar la socavación del lecho debido a su flujo rápido. Es importante seleccionar canteras adecuadas en el momento del diseño detallado

(3) Medidas no estructurales

1) Forestación y vegetación

El plan de forestación y recuperación vegetal está constituido por (i) plan a corto plazo, (ii) plan a largo plazo. De estos, el presente Proyecto atiende únicamente al (i) plan a corto plazo.

Para promover las medidas de control de inundaciones, también es necesario diseñar e implementar el plan (ii). No obstante, el plan a largo plazo (ii) incluye componentes cuya implementación requiere de largo tiempo y enorme monto de inversión. Por lo tanto, se considera importante invertir esfuerzos en asegurar los recursos requeridos para la implementación del plan de largo plazo (ii).

2) Control de sedimentos y variación de lecho fluvial

i) Plan de control de sedimentos

En cuanto al plan de control de sedimentos, la implementación de las medidas estructurales en la zona montañosa no solo requiere elevado monto de inversión, sino que además toma tiempo en manifestar sus efectos. La relación costo-eficiencia es baja porque existen pocos elementos que proteger en la zona montañosa.

Se recomiendan las siguientes medidas no estructurales para aliviar los daños de sedimentos. Estas medidas son más baratas en comparación con las medidas estructurales y son funcionales para defender la vida humana y el patrimonio mínimo necesario contra los desastres.

- \* Restricción mediante reglamentos de construir viviendas y tierras agrícolas
- \* Definición de los niveles de precipitación alarmantes de cada zona, con base en los datos de monitoreo de precipitación y construcción del sistema alerta temprana.
- \* Acumulación de información histórica de desastres y sensibilización y transmisión de conocimientos de prevención de desastres, con el uso de la información recabada.

ii) Variación de lecho fluvial

Según los resultados del estudio local y análisis de datos numéricos sobre la variación de lecho fluvial, en principio no es necesario tomar urgentemente medidas de control de

sedimentos en todos los Ríos. Sin embargo, desde un punto de vista a largo plazo, se prevé una subida del lecho en el Río Majes-Camaná a causa del arrastre de sedimentos inestables, provocando el deterioro de las funciones de control de inundaciones.

De ahora en adelante es importante establecer un sistema de monitoreo de levantamiento topográfico del canal fluvial y las socavaciones locales conforme a las características de la variación de lecho de cada Río e ir acumulando datos básicos para una administración y mantenimiento apropiado de las funciones de control de inundaciones de los Ríos.

(4) Educación de prevención de desastres/Desarrollo de capacidad

1) Medidas no estructurales para mitigar los daños de inundaciones

El caudal de inundaciones de diseño adoptado en el presente Estudio es el caudal con un período de retorno de 50 años, el cual se basa en los datos históricos de precipitaciones tomados del sistema de monitoreo. Sin embargo, debido a los fenómenos meteorológicos anormales y El Niño ocurridos en los últimos años, es muy posible que ocurran inundaciones extraordinariamente mayores que lo diseñado. Dada la dificultad de predecir este tipo de eventos, es difícil atenderlos únicamente con las medidas estructurales. Así, se considera importante planificar también las medidas no estructurales, tales como las actividades preventivas, simulacro de evacuación, preparación de los mapas de amenaza, etc., tener informada a la comunidad local sobre estas medidas y sensibilizarla.

2) Fomento de la prevención de desastres en la comunidad

Como complementar el proyecto constituido mayormente por medidas estructurales, es importante fomentar la prevención de desastres en la comunidad que estimula la participación comunitaria. Para que los miembros de la comunidad aumente el nivel de conciencia sobre auto-ayuda y ayuda mutua y como primer paso de la activación de una organización autónoma y preventiva de desastres comiencen actividades concretas bajo su propia iniciativa, será necesario sensibilizarlos y desarrollar actividades dedicando debido tiempo. Empezando por el componente de educación de prevención de desastres contemplado en el proyecto, es necesario establecer por iniciativa de las comisiones de regantes un sistema de prevención de desastres en la comunidad para mejorar los efectos del proyecto.

## 5.2.2 Desafíos del control de inundaciones en el Perú hacia el futuro

### 1) Plan maestro de control integral de inundaciones

En cuanto a las obras de control de inundaciones en el Área del Estudio, si bien es cierto que existen algunos tramos con diques, los Ríos en su mayoría están desprotegidos y no se han tomado casi ninguna medida de control de inundaciones. Las obras prioritarias que se proponen construir en el presente Proyecto siguen siendo parciales, y aún está lejos de decir que son medidas cabales y completas. Para las siguientes etapas es necesario elaborar un plan maestro de control integral de inundaciones que abarque todas las cuencas del país, y que incluyan no solo la protección de la agricultura, sino también las áreas urbanas, caminos, puentes, etc. e ir implementando progresivamente.

### 2) Establecimiento de una institución ejecutora de medidas de control integral de inundaciones

El organismo de contraparte peruana del presente Estudio ha sido el MINAG que es el organismo rector del sector agropecuario. Como tal, no es fácil que MINAG implemente un proyecto de prevención de desastres que abarque otros sectores. Con el fin de materializar el 1) es necesario cambiar el rol vigente de los ministerios para que pueda implementar las medidas de defensa contra las inundaciones de propósitos múltiples, o crear un nuevo organismo ejecutor. Se considera pertinente tomar las medidas cabales y completas a través de este organismo en materia del manejo de los Ríos (manejo de diques, espigones, erosión ribereña, sedimentación de lecho, bocatomas, etc.)

### 3) En la actualidad no se tiene una clara demarcación entre las zonas fluviales y las propiedades privadas, y el horizonte agrícola se ha extendido en algunas zonas fluviales. Además, existen tramos que se han convertido en botaderos. De esta manera, no existe un esquema de gestión idónea de las zonas fluviales, siendo necesario reforzar el sistema legislativo pertinente y ejercer una gestión estricta.

### 4) Establecimiento de estaciones de monitoreo pluvial y de caudal

Para planear las medidas contra inundaciones es indispensable estimar el caudal e hidrograma de inundaciones como datos fundamentales. Para estimar dichos datos con buena precisión, es necesario contar con estaciones de monitoreo pluvial con una densidad suficiente en toda el área objeto del estudio y estaciones de monitoreo de caudal en los puntos clave a lo largo de los Ríos. En cuanto a estos datos de monitoreo, también se requiere tomar, sin falta, registros horarios para estimar el caudal e hidrograma de inundación arriba mencionados. Sin embargo, los datos disponibles en el área objeto del estudio han sido limitados. Por ejemplo, en la cuenca del Río Yauca (superficie: 4.312 km<sup>2</sup>), una de las cuencas objeto del estudio, existen 7 estaciones de monitoreo pluvial, de las cuales la operativa es solo una: estación de monitoreo Cora Cora 2. En lo que se refiere

a los datos de monitoreo, existen sólo los datos de precipitaciones diarias y caudales diarios en las estaciones de monitoreo de todas las cuencas objeto del estudio, no encontrándose ningún dato horario.

De ahora en adelante para impulsar las medidas contra inundaciones en Perú, es indispensable establecer una red de monitoreo de precipitaciones y caudal.

A tal efecto, será necesario elaborar un plan maestro sobre el establecimiento de red de monitoreo a nivel nacional y dentro del plan establecer las principales estaciones de monitoreo y llevar a cabo el monitoreo.

Para la elaboración de un plan maestro y el análisis de establecimiento de principales estaciones de monitoreo se comprenden los siguientes ítems:

- \* Revisión de datos monitoreados en las estaciones de monitoreo existentes
- \* Seleccionar las estaciones aceptables y no aceptables dentro de las existentes y digitalizar los datos disponibles
- \* Planeamiento de red de monitoreo y clasificación de las estaciones existentes y las proyectadas según el nivel de importancia
- \* Renovación de equipos de las estaciones existentes de acuerdo con su nivel de importancia
- \* Establecimiento de nuevas y principales estaciones de monitoreo
- \* Planteamiento de sistema transmisor de datos de monitoreo
- \* Planteamiento de sistema de registro y archivo de datos de monitoreo
- \* Planteamiento de sistema de administración y mantenimiento
- \* Llevar a cabo el monitoreo en dichas estaciones

Para ejecutar lo arriba mencionado, se puede clasificar todo el territorio peruano según el nivel de importancia y emprender gradualmente. Ante la ejecución, se podría contar con asistencia de otros países.

Actualmente los datos de monitoreo están bajo el manejo de SENAMHI y debería ponerlos al público periódicamente para la conveniencia de todos los usuarios.