

DISERTACIÓN II: “Resultados de Estudio de la Demanda de Control de Inundaciones y Diagnóstico de Daños y Necesidad de Reconstrucción por Huaicos e Inundaciones”

Mayo 11, 2017

Ing. KAZUTO SUSUKI;

Jefe de Equipo de Estudio de la Demanda de Control de Inundaciones /
Director de la División de Gestión de Desastres, CTI Engineering International Co., Ltd.

1

Contenido:

- Antecedentes
- Resumen del Estudio y Contenidos del Informe de Borrador Final
- Hallazgos del Estudio de Campo para el Control de Desastres por Sedimentación Enero-Abril 2017 (@ Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad)
- Recomendaciones (Mirando al futuro)

2

En el 2014, JICA llevo a cabo un estudio denominado:
“Estudio de Recolección de Datos sobre el Sector de Gestión del Riesgo de Desastres en Perú”

Principales tareas pendientes



① Medidas contra sismos



② Medidas contra inundaciones



③ Fortalecer capacidades de gobiernos regionales/locales



④ Fortalecer el financiamiento



3

2. Cooperación de JICA para la GRD en el Perú

“Estudio de Recolección de Datos sobre el Sector de Gestión del Riesgo de Desastres en Perú”
Principales temas pendientes y propuestas

① Sismos y tsunamis, causa de daños potenciales de gran escala

◎ Situación actual ◎

Se avanza en el análisis de riesgos.

◎ Tareas pendientes ◎

Ejecutar en la práctica las medidas de reducción y mitigación de riesgos, basadas en los análisis.

Propuesta

- Realizar el Estudio de riesgo de edificaciones públicas de alto riesgo de desastre (locales ministeriales, hospitales, etc.).
- Ejecutar medidas antisísmicas sobre la base del Estudio.

4

“Estudio de Recolección de Datos sobre el Sector de Gestión del Riesgo de Desastres en Perú”

Principales temas pendientes y propuestas

② Desastres climatológicos de alta frecuencia (especialmente, medidas contra inundaciones y Huaycos/deslizamientos)

©Situación actual©

Insuficiente análisis de riesgo sobre inundaciones y deslizamientos.

©Tareas pendientes©

Hacer análisis de riesgo y establecer plan de medidas contra inundaciones y deslizamientos, basados en los análisis.

Propuesta

- Establecer la ley fluvial.
- Elaborar medidas contra inundaciones y deslizamientos, y las políticas, estrategias y planes ante daños climatológicos.
- Ejecutar las medidas de acuerdo a los planes.

5

“Estudio de Recolección de Datos sobre el Sector de Gestión del Riesgo de Desastres en Perú”

Principales temas pendientes y propuestas

③ Fortalecer capacidades de gobiernos regionales/locales

©Situación actual©

Los gobiernos regionales/locales tienen una organización operativa vulnerable, en comparación con el tamaño de sus obligaciones en GRD.

©Tareas pendientes© Fortalecer las capacidades en GRD del personal de los gobiernos regionales/locales. Elaboración de los planes relacionados, por parte del recurso humano capacitado.

Propuesta

- Establecer sistema de fortalecimiento de capacidades en GRD e implementar Centro de Capacitación.
- Elaborar plan de GRD de gobiernos regionales/locales y asegurar el presupuesto de acuerdo al plan.

6

“Estudio de Recolección de Datos sobre el Sector de Gestión del Riesgo de Desastres en Perú”

Principales temas pendientes y propuestas

④ **Fortalecer el financiamiento**

©Situación actual© El presupuesto para la ejecución de actividades de GRD se ha incrementado, pero no se conoce si con el actual será suficiente.

©Tareas pendientes© La elaboración de planes relacionados a GRD es insuficiente y por ello es difícil asegurar un presupuesto adecuado.

Propuesta

- Elaborar los planes de GRD (nacional-regional/local, elaboración por sectores) y definir claramente el orden de prioridad de los proyectos.
- Estructurar y asegurar el presupuesto de acuerdo al orden de prioridades.

7

1. Resumen del Estudio y Contenidos del Informe de Progreso

1-1. Propósitos del Estudio

(1) Identificación de la Factibilidad y Prioridad de Proyectos de Control de Inundación para todas las Cuencas en el Perú a través del Análisis de Modelos de Simulaciones Simplificadas de Inundación introducidas con técnica Japonesa que incluye el calculo de costo-beneficio.

(1) – A: Clasificación de Tipos de Cuencas de Río en el Perú basado en Condiciones Naturales y Económicas

(1) – B: Selección de Cuenca Modelo por cada Tipo de Cuenca

(1) – C: Identificación de Necesidades y Evaluación Económica Estimada de Proyectos de Control de Inundación para la Cuenca Modelo basado en el Análisis de Lluvia y Simulación de Inundación

(1) – D: Extrapolación de Necesidades y Evaluación Económica Estimada de Proyectos de Control de Inundación para todas las Cuencas

8

1-2. Propósitos del Estudio

(2) Elaborar además las Normas Técnicas (borrador)

Para la prevención de inundaciones que tenga un enfoque de gestión integral del recurso hídrico, tomando como referencia los materiales y documentos técnicos disponibles y acumulados hasta la fecha en Japón.

(3) Taller y Seminario

Talleres: la profundización de la comprensión del concepto teórico sobre la prevención de las inundaciones, primero, mediante el fortalecimiento de los conocimientos y habilidades de los técnicos adscritos a la ANA/AAA sobre el mecanismo de generación de inundaciones, segundo, con imágenes satelitales, y tercero, mediante la presentación del modelo de análisis de Japón así como los resultados obtenidos con dicho modelo.

Seminario: Socializar el contenido del Borrador del Informe Final mediante la organización de un seminario dirigidos a las organizaciones del lado peruano y Donantes Bilaterales.

9

1-3. Contenido del Reporte de Progreso

Capítulo 1 Descripción General del Estudio

Capítulo 2 Documentos y datos recopilados

Capítulo 3 Análisis Preliminar para la Selección de Cuencas Modelo

Capítulo 4 Tipificación de las 159 cuencas y selección de las cuencas modelo

Capítulo 5 Análisis de la precipitación

Capítulo 6 Realización del reconocimiento de campo

Capítulo 7 Análisis de Inundación Escorrentía

Capítulo 8 Preparation of Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)

Capítulo 9 Formulacion del Borrador de las Medidas de Mitigación de Inundaciones para Cuencas prioritarias/Modelo

Capítulo 10 Evaluación del Borrador de Medidas de Mitigación de Inundaciones para las Cuencas Prioritarias/ Modelo

Capítulo 11 Estimación de la Evaluación Económica de Proyectos de Mitigación de Inundaciones para las 159 Cuencas basado en el resultado del Estudio de las Cuencas Modelo

Capítulo 12 Preparacion del Seminario y Taller a ser llevado a cabo por el Estudio. (Borrador)

Capítulo 13 Resumen de los Resultados Actuales del estudio

10

1-4. Cuenca de Rio seleccionada como “Cuenca de Rio Prioritario” (Capítulo 3)

【Paso 1】 Análisis de la vulnerabilidad de las 159 cuencas
 Establecimiento de 9 indicadores de evaluación
 Cálculo del valor del indicador por cada indicador de evaluación
 Cálculo de la suma de 9 indicadores (Evaluación de la vulnerabilidad ante desastres por agua)
 ⇒ Mientras mayor es la suma, más alta es la vulnerabilidad

【Paso 2】 Cuencas prioritarias que considera el lado peruano
 Comprensión de las cuencas prioritarias que consideran la ANA, el INDECI y el CENEPRED
 Se define el valor del indicador de la siguiente manera: Cuencas recomendadas por la ANA (8 cuencas) y el INDECI (11 cuencas): 1, Otras cuencas: 0, 3 cuencas clasificadas por el CENEPRED como cuencas con “alto riesgo de inundaciones”: 2, Otras cuencas: 0

【Establecimiento de las cuencas prioritarias】
 Evaluación integral = Suma de los valores de los indicadores del paso 1 + Suma de los valores de los indicadores del paso 2
 ✕ Proponer como cuencas candidatas las que hayan conseguido alta evaluación integral

Procedimiento de selección de las cuencas candidatas

11

1-6. Cuenca de Rio seleccionada como “Cuenca de Rio Prioritario” (Capítulo 3)

【Paso 1】 Indicadores de evaluación de la vulnerabilidad

Indicador de evaluación		Fuente de los datos
Nº	Detalle	
1	Número de casos de inundaciones en el pasado	INDECI (2003~2015)
2	Número de damnificados por inundaciones en el pasado	ANA (2014 survey result)
3	PBI (Agricultura, silvicultura y pesca)	Department PBI by INEI (2013)
4	PBI (Minería)	
5	PBI (Electricidad, gas, fabricación, construcción)	
6	PBI (Transporte, telecomunicaciones, servicios)	
7	Población	INEI
8	Densidad demográfica	
9	Principales ciudades	CEPLAN

【Paso 2】 Cuencas recomendadas/cuencas con alto riesgo según el resultado del análisis del riesgo por 3 entidades del lado peruano

No.	Cuencas recomendadas por la ANA (9 cuencas)	Cuencas recomendadas por el INDECI (11 cuencas)	Cuencas recomendadas por el CENEPRED (3 cuencas)
1	Rímac	Mantaro	Piura
2	Piura-Chira	Inter cuenca Alto Apurímac	Huallaga
3	Huallaga	Pampas	Urubamba
4	Tumbes	Urubamba	
5	Mantaro	Inter cuenca Alto Marañón V	
6	Urubamba	Mayo	
7	Ica	Piura	
8	Ramis	Perene	
9		Rimac	
10		Crisnejas	
11		Coata	

12

1-6. Cuenca de Rio seleccionada como “Cuenca de Rio Prioritario” (Capítulo 3)

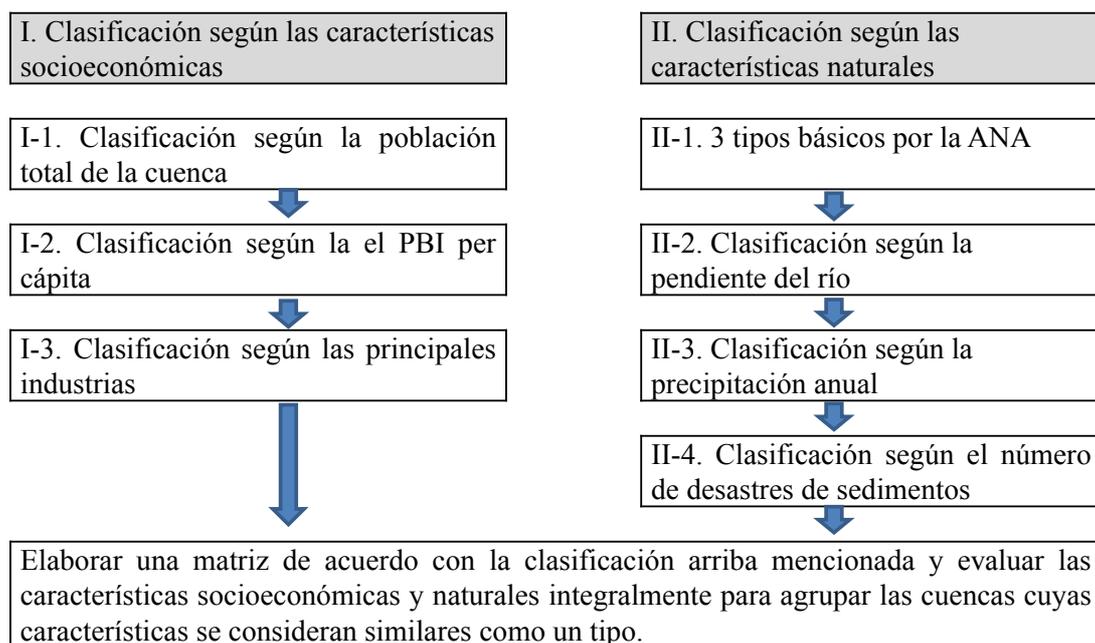
Resultado de la suma de valores de evaluación (18 primeras cuencas)

Puesto	Nombre de la cuenca	Punto total del paso 1	Punto total del paso 2	Suma de los valores de evaluación
1	Cuenca Piura	35	4	39
2	Cuenca Rimac	35	2	37
2	Cuenca Urubamba	33	4	37
4	Cuenca Quilca - Vitor – Chili	35	0	35
4	Cuenca Chira	34	1	35
4	Huallaga	32	3	35
7	Cuenca Mantaro	32	2	34
8	Cuenca Ica	32	1	33
9	Cuenca Santa	32	0	32
9	Cuenca Crisnejas	31	1	32
9	Cuenca Perene	31	1	32
9	Intercuenca Alto Apurimac	32	0	32
13	Intercuenca Alto Marañon V	30	1	31
13	Cuenca Pampas	30	1	31
15	Cuenca Chicama	29	0	29
15	Cuenca Tumbes	28	1	29
15	Cuenca Coata	28	1	29
18	Cuenca Camana	28	0	28
18	Cuenca Chancay – Huaral	28	0	28
18	Cuenca Moche	28	0	28
18	Cuenca Inambari	28	0	28
18	Cuenca Mayo	27	1	28
18	Cuenca Chamaya	28	0	28
18	Intercuenca Alto Marañon IV	28	0	28
18	Ramis	28	0	28

13

1-7. Tipificación de las 159 Cuencas en el Perú (Capítulo 4)

Tipificación de las 159 cuencas



14

1-7. Tipificación de las 159 Cuencas en el Perú (Capítulo 4)

Resumen de la clasificación según las características socioeconómicas

Indicador	Criterio de clasificación
I-1 Población de la cuenca	1. Menos de 40.000 habitantes 2. 40.000 o más habitantes
I-2 PBI per cápita	1. Menos de 13 517 soles 2. 13 517 o más soles
I-3 Principal industria	1. Industria primaria (Agricultura, silvicultura y pesca) 2. Industria secundaria (Minería, construcción, manufacturera) 3. Industria terciaria (Abastecimiento de electricidad, gas y agua, venta mayorista y venta minorista, transporte, correo, hoteles y restaurantes, información y comunicación, servicios público)

Resumen de la clasificación según las características naturales

Indicador	Criterio para la clasificación
II-1 3 sistemas hidrográficos básicos definidos por la ANA	1. Sistema hidrográfico del Pacífico (62 cuencas) 2. Sistema hidrográfico del Amazonas (84 cuencas) 3. Sistema hidrográfico del Titicaca (13 cuencas)
II-2 Pendiente del río	Pacífico 1. Pendiente mayor de 1/100 2. Pendiente menor de 1/100 Amazonas 1. Pendiente mayor de 1/1000 Titicaca 2. Pendiente menor de 1/1000
II-3 Precipitación anual	Pacífico 1. Precipitación anual menor de 1500 mm Amazonas 2. Precipitación anual mayor de 1500mm Titicaca
II-4 Estado de generación de desastres de sedimentos	Pacífico 1. Número de casos de desastres de sedimentos: Menos de 50 casos Amazonas 2. Número de casos de desastres de sedimentos: Más de 50 casos Titicaca

15

1-7. Tipificación de las 159 Cuencas en el Perú (Capítulo 4)

Cuencas que pertenecen a cada tipo

Tipo 1 (57 cuencas)		Tipo 2 (30 cuencas)		
Olmos / Bocapan	Cushabatay	Napo / Tigre	Atico	Honda
Zarumilla	Tapiche	Pastaza / Cenepa	Pescadores -	De la Concordia
Acari / Yauca	Carhuapanas	Bajo Marañon	Caraveli	Alto Acre
Fernandez	Potro	Medio Bajo	Chala / Chparra	Alto Iaco
Quebrada Seca	49875 / 49871	Marañon	Topara / Chilca	Medio Alto Madre
Pariñas / Tarau	49911 / 49879	Medio Marañon	Lluta	de Dios
Alto Yurua	49877 / 49873	Medio Bajo	Huamansaña	Medio Madre de
49299 / 49959	Tahuayo / 49799	Ucayali / Yavari	Culebras	Dios / Medio Bajo
49957 / Cutivireni	49797 / 49795	Alto Marañon II	Huarmey	Madre de Dios
Anapati / Poyeni	Manit / 49791	Ilpa / Callacame	Fortaleza	Alto Madre de
49953 / 49951	49793 / Santiago	Maure / Suches	Supe / Omas	Dios / Orthon
49919	Morona / Biabo	Mauri Chico	Locumba / Sama	De Las Piedras
Tamaya / 49915	Putumayo		Hospicio /Choclon	Ushusuma / Caño
Tipo 3 (7 cuencas)	Tipo 4 (3 cuencas)	Tipo 5 (24 cuencas)		
Cascajal / Motupe	Tumbes	Caplina / Viru	Chancay - Huaral	Ica / Grande
Chancay-Lmbyque	Piura	Santa	Chillón / Rímac	Ocoña / Camana
Zaña / Chaman	Chira	Lacramarca	Lurín / Mala	Quilca - Vtr - Chili
Jequetepeque		Nepeña / Casma	Cañete / San Juan	Ilo - Moquegua
Chicama		Pativilca / Huaura	Pisco	Tambo / Moche
Tipo 6 (9 cuencas)	Tipo 7 (8 cuencas)	Tipo 8 (7 cuencas)	Tipo 9 (4 cuencas)	Tipo10 (6 cuencas)
Crisnejas	Inambari / Perene	49955 / 49917	Tambopata	Ramis
Alto Marañon IV / III	Aguayta/Huallaga	49913 / 4977	Urubamba	Ilave
Utcubamba	Huayabamba	Alto Marañon I	Alto Apurimac	Coata
Chamaya/Chinchi	Paranapura	Itaya / Nanay	Bajo Apurimac	Azangaro
Mantaro/Pampas	Mayo / Pachitea			Huancane
Alto Marañon V				Pucara

16

1-7. Tipificación de las 159 Cuencas en el Perú (Capítulo 4)

Selección de las cuencas modelo

【Criterio de selección 1】

Si una cuenca candidata para cuencas prioritarias (6 cuencas candidatas del capítulo 3) está en el tipo, será seleccionada como cuenca modelo.

【Criterio de selección 2】

En caso de que no hayan cuencas que correspondan al criterio 1 arriba descrito, si una cuenca recomendada por la ANA o el INDECI está en el tipo, será seleccionada como cuenca modelo.

【Criterio de selección 3】

En caso de que no hayan cuencas que correspondan a los criterios 1 y 2 arriba descritos, se seleccionará como cuenca modelo una cuenca sobre la cual se hayan recopilado suficientes datos.

17

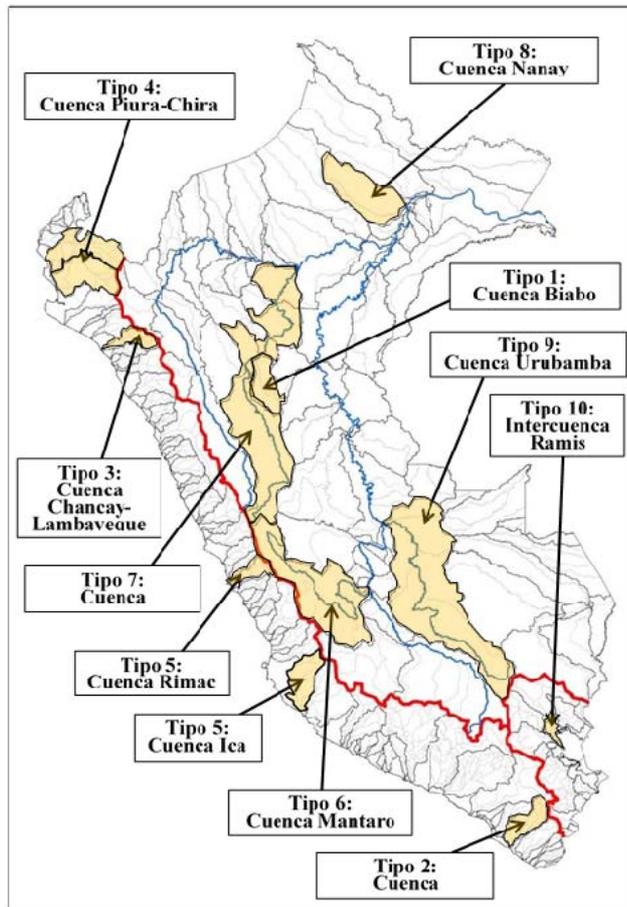
1-7. Tipificación de las 159 Cuencas en el Perú (Capítulo 4)

Resultado de la selección de las cuencas modelo

Tipo	Características	No de cuencas	Cuenca modelo
1	Poca población y bajo PBI per cápita	57	Biabo
2	Poca población, pero alto PBI per cápita. La principal industria es la industria secundaria.	30	Locumba
3	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación.	7	Chancay-Lambayque
4	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía suave y poca precipitación. La principal industria es la industria terciaria.	3	Piura-Chira
5	Sistema hidrográfico del Pacífico. Mucha población y alto PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación.	24	Rimac Ica
6	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y mucha precipitación.	9	Mantaro
7	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía suave y mucha precipitación. Pocos casos de desastres de sedimentos	8	Huallaga
8	Sistema hidrográfico del Amazonas. Mucha población y alto PBI per cápita. Principalmente topografía abrupta a lo largo de los Andes. La principal industria es la industria secundaria.	7	Nanay
9	Sistema hidrográfico del Titicaca. Mucha población y bajo PBI per cápita. Topografía abrupta y poca precipitación. La principal industria es la industria primaria.	4	Urubamba
10	Poca población y bajo PBI per cápita	6	Ramis

18

1-7. Tipificación de las 159 Cuencas en el Perú (Capítulo 4)



Ubicación de las cuencas modelo

19

1-8. Análisis de la precipitación (Capítulo 5)

5.1 Escala de probabilidad de precipitación objeto del análisis

Tabla 5.1 Escala de probabilidad de precipitación objeto del análisis

No.	Escala de probabilidad (Período de reaparición)
1	2 años
2	5 años
3	10 años
4	25 años
5	50 años
6	100 años

5.2 Duración de la precipitación de diseño

A partir de 2014 el SENAMHI acumula datos de monitoreo de precipitación por hora, pero todavía el período de acumulación es corto para analizar la precipitación de diseño que se aproveche para el plan de control de inundaciones. Por consiguiente, se utilizan datos de precipitación diaria cuyo período de acumulación es largo, así que la duración de la precipitación de diseño estará basada en la precipitación diaria. La duración de la precipitación de diseño se determinará por uno de los siguientes métodos de acuerdo con las características de la cuenca y/o el estado de ordenamiento de los datos.

20

1-8. Análisis de la precipitación (Capítulo 5)

5.3 Cálculo del promedio de precipitación mayor del año

Tabla 5.2 Resultado del cálculo de precipitación según la escala de probabilidad

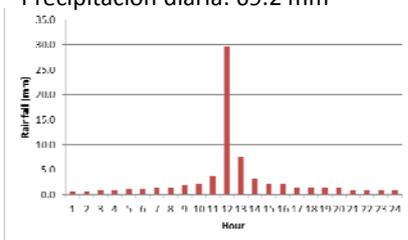
Nombre del río	Duración de precipitación (Horas)	Precipitación total durante la duración (mm)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Chira	24	23.2	34.1	41.8	52.3	60.5	69.2
Piura	24	21.0	33.9	43.1	55.6	65.6	76.0
Rimac	24	9.2	12.0	14.0	16.7	18.8	20.9
Ica	24	7.6	11.7	15.4	21.5	27.3	34.4
Qulica-Vitor-Chili	24	9.4	12.9	15.4	18.8	21.6	24.6
Mantaro	48	21.7	25.5	28.0	31.1	33.5	35.8
Urubamba	48	42.4	61.0	73.3	88.9	100.5	111.9
Huallaga	384	233.0	268.6	289.2	312.9	329.1	344.4
Biabo	48	93.5	123.0	141.9	165.1	181.9	198.4
Locumba	24	8.4	12.0	14.3	17.4	19.6	21.8
Chancay-Lambayeque	24	36.6	47.5	54.6	63.4	69.8	76.1
Nanay	144	79.9	109.5	129.0	153.5	171.6	189.7
Ramis	72	52.8	59.9	64.0	68.6	71.8	74.8

1-8. Análisis de la precipitación (Capítulo 5)

5.3 Pluviograma de precipitación de 100 años-1

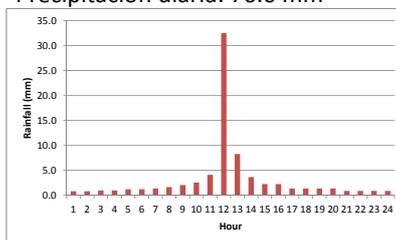
● Río Chira

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación diaria: 69.2 mm



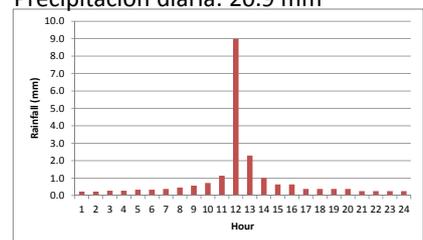
● Río Piura

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación diaria: 76.0 mm



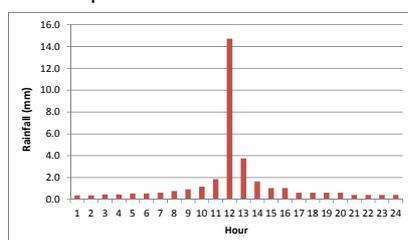
● Río Rimac

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación diaria: 20.9 mm



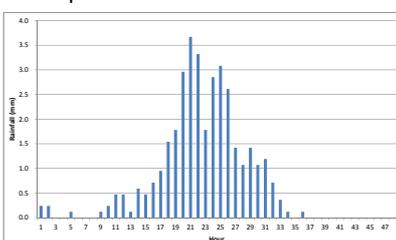
● Río ICA

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación: 34.4 mm



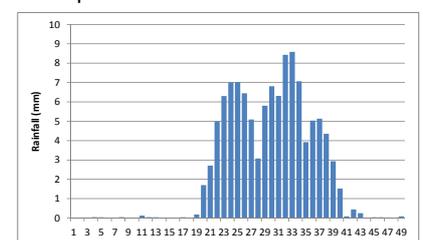
● Río Mantaro

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación de 2 días: 35.8 mm



● Río Urubamba

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación de 2 días: 111.9 mm

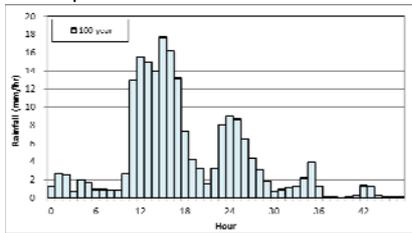


1-8. Análisis de la precipitación (Capítulo 5)

5.3 Pluviograma de precipitación de 100 años-2

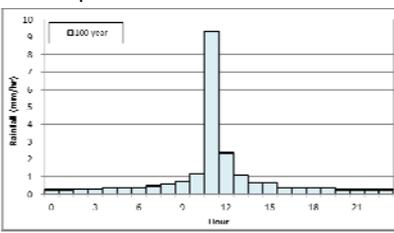
● Río Biabo

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación de 2 días: 198.4 mm



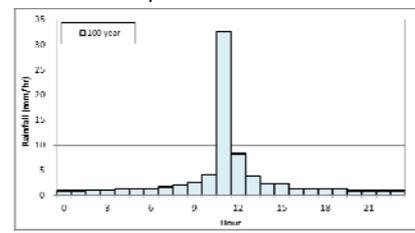
● Río Locumba

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación diaria: 21.8 mm



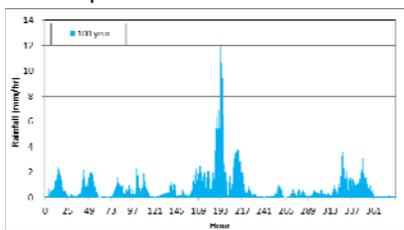
● Río Chancay-Lambayeque

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación diaria: 76.1 mm



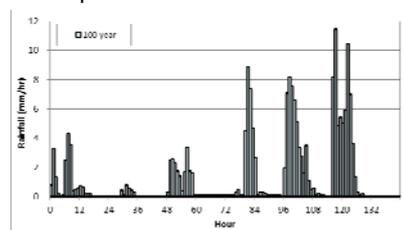
● Río Huallaga

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación de 16 días: 344.4 mm



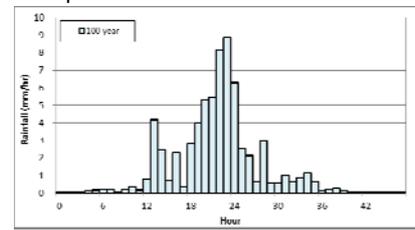
● Río Huallaga

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación de 6 días: 189.7 mm



● Río Ramis

Escala de probabilidad: 100 años
Precipitación de 2 días: 74.8 mm



1-9. Análisis de la Inundación-Escorrentía (Capítulo 6 y 7)

7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía

Tabla 7.3.2 Tasa Máxima Estimada de Flujo por Probabilidad de Ocurrencia en Locaciones Representativas

No.	Nombre del Río	Localidad representativo	Tasa de Flujo Máximo (m ³ /s)						Valores Referenciados a ser comparados (m ³ /s)
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	
1	Biabo	Nuevo Lima	220	800	1,300	1,900	2,200	2,500	
2	Locumba	Locumba	90	200	230	260	350	420	
3	Chancay-Lambayeque	Pucala	600	900	1,000	1,200	1,300	1,400	
4	Huallaga	Yurimaguas	8,000	10,000	11,000	12,000	12,500	13,500	
5	Nanay	Pampachica	800	950	1,000	1,100	1,150	1,200	
6	Ramis	Taraco	650	800	850	900	950	1,000	
7	Rimac	Chosica	128	225	225	327	470	487	425 ^{*1} 100años
8	Chira	Ardilla							1,900
	Piura	Sanchez Cerro	425	1,250	1,900	2,730	3,140	3,300	3,800
9	Urubamba	Quillabamba	180	180	520	965	1,260	1,730	—
10	Ica	Achirana	40	130	165	360	410	600	561 ^{*2} 100años
11	Mantaro	Concepcion	200	350	375	423	500	525	—

1-9. Análisis de la Inundación-Escorrentía (Capítulo 6 y 7)

7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía

Tabla 7.2 Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (1/4)

Nombre de Rio	Resultado del Análisis de Inundación- Escorrentía
Biabo	<ul style="list-style-type: none"> • Inundación ocurre frecuentemente en los tributarios. • Para el canal principal, la inundación ocurre en secciones curvas y cerca de las secciones bajas localizadas en la confluencia con el Rio Huallaga. • Numero de Población en la totalidad de la Cuenca es baja y la mayoría de hogares están localizadas en el área de aguas abajo de la cuenca. Se espera la protección puntual inteligente de estas áreas residenciales así como otros lugares económicamente importantes.
Locumba	<ul style="list-style-type: none"> • El agua de inundación esta confinada a la orilla del rio debido a las escarpadas condiciones topográficas y la extensión del área inundable es pequeña. • Numero de Población en la totalidad de la Cuenca es baja y la mayoría de hogares está localizado aguas abajo Se espera la protección puntual inteligente de estas áreas residenciales así como otros lugares de económicamente importantes
Chancay-Lambayeque	<ul style="list-style-type: none"> • En la parte alta de la Cuenca, el agua de la inundación esta limitada a la orilla el rio debido a las empinadas condiciones topográficas y el tamaño del área inundable es pequeño. Contrariamente, en la parte baja de la cuenca, hay zonas planas en donde el agua de la inundación se esparce fácilmente. • De acuerdo al resultado de los análisis, algunas áreas pobladas se inundan. Por lo tanto, para estas zonas se esperan medidas de protección como ser la construcción de diques.

25

1-9. Análisis de la Inundación-Escorrentía (Capítulo 6 y 7)

7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía

Tabla 7.2 Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía (2/4)

Nombre de Rio	Resultado del Análisis de Inundación- Escorrentía
Huallaga	<ul style="list-style-type: none"> • El área con mayor riesgo de inundación es la parte central de la Cuenca y alrededor del rio Mayo. • Se esperan medidas de protección como ser la construcción de diques para el área poblada localizada en una zona de riesgo máximo de inundación. También, otras importantes infraestructuras de manufactura y transporte deberían de ser protegidas.
Nanay	<ul style="list-style-type: none"> • Inundación del rio Nanay es causada básicamente por el remanso de las aguas del rio Amazonas. • Para la construcción de diques, se espera un alto costo de construcción. Por lo tanto, se espera la protección puntual inteligente del área poblada en los alrededores de la ciudad de Iquitos así como otros lugares de importancia económica.
Ramis	<ul style="list-style-type: none"> • En la parte alta de la Cuenca, el agua de la inundación esta limitada a la orilla del rio debido a las empinadas condiciones topográficas y el tamaño del área inundable es pequeño. En la parte media de la Cuenca, existen áreas planas con población donde la inundación se esparce fácilmente. En la parte baja de la cuenca el riesgo de inundación no es alto. • Se espera la protección puntual inteligente del área poblada de la ciudad así como otros lugares de importancia económica.

26

1-9. Análisis de la Inundación-Esorrentía (Capítulo 6 y 7)

7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

Tabla 7.2 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía (3/4)

Nombre de Rio	Resultado del Análisis de Inundación- Esorrentía
Rimac	<ul style="list-style-type: none">· La inundación esta limitada a la orilla del rio debido a lo pronunciado de las condiciones topográficas.· Aunque la extensión del área inundable es pequeña, hay algunas vías principales y la vía férrea, importantes para el transporte de alimentos y otros bienes, que podrían ser afectados. Se espera la protección puntual inteligente de estos lugares económicamente muy importantes.
Chira	<ul style="list-style-type: none">· La inundación es notable en la parte media y baja dela Cuenca.· En el área poblada del distrito de Sullana y su parte baja, la inundación se esparce en las áreas planas contiguas al canal principal.· Se esperan medidas de protección para algunas de las áreas pobladas mencionadas.
Piura	<ul style="list-style-type: none">· En la parte Alta de la Cuenca, la inundación es confiando a los lados del rio debido a lo inclinado delas condiciones topográficas y que el área inundable sea pequeña. Contrariamente, en la parte baja dela Cuenca hay zonas planas donde la inundación fácilmente puede esparcirse.· Se esperan medidas de protección en algunas de las áreas pobladas.

27

1-9. Análisis de la Inundación-Esorrentía (Capítulo 6 y 7)

7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

Tabla 7.2 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía (4/4)

Nombre de Rio	Resultado del Análisis de Inundación- Esorrentía
Urubamba	<ul style="list-style-type: none">· La inundación esta limitada a la orilla del rio debido a lo inclinado de las condiciones topográficas.· Se esperan medidas de protección para algunas de las áreas pobladas.
Ica	<ul style="list-style-type: none">· En la parte media y baja de la Cuenca, el rango de la inundacion es pequeño y limitado a lo largo del rio.· Se esperan medidas de protección en algunos centros poblados así como para Ica.· No solo hay áreas residenciales sino que también hay zonas agrícolas a lo largo del rio.· Se espera la construcción de diques extensos, ya que el riesgo de dispersión del agua de inundación es relativamente grande.
Mantaro	<ul style="list-style-type: none">· La inundación es notable en la parte media de la cuenca y en le tributario Cunas. En la parte baja de la cuenca, el agua de inundación esta limitada a la orilla del rio y el área de inundación es pequeña.· Se esperan las medidas de protección en algunas áreas pobladas de la parte media de la cuenca inclusive dentro del distrito de Huancayo.

28

1-9. Análisis de la Inundación-Esorrentía (Capítulo 6 y 7)

7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

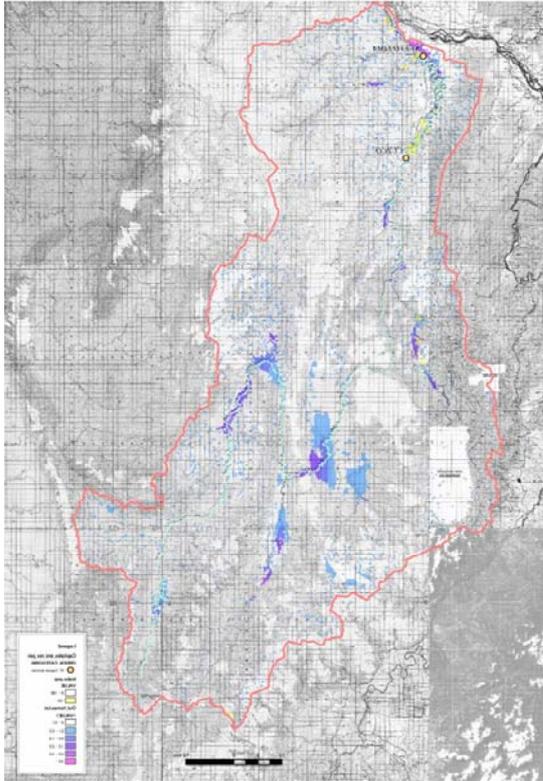


Figura Rio Biabo Inundación con período de retorno de 100 año

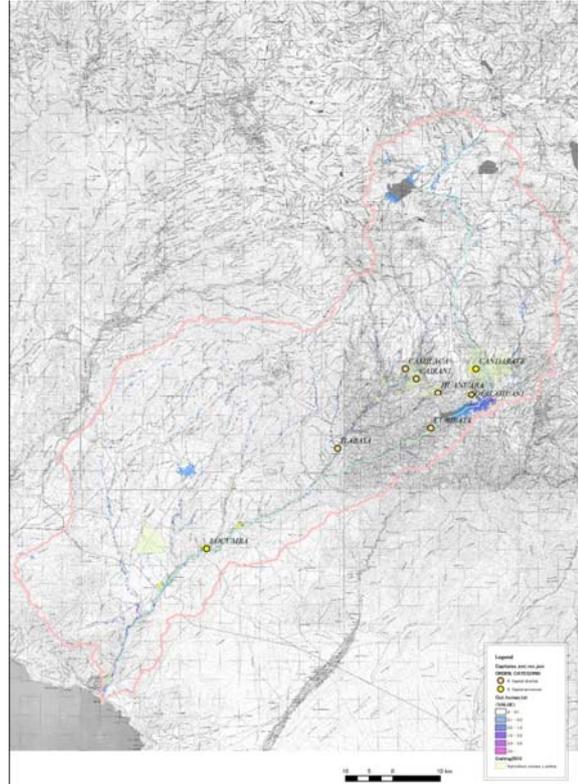


Figura Rio Locumba Inundación con período de retorno de 100 año

1-9. Análisis de la Inundación-Esorrentía (Capítulo 6 y 7)

7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Esorrentía

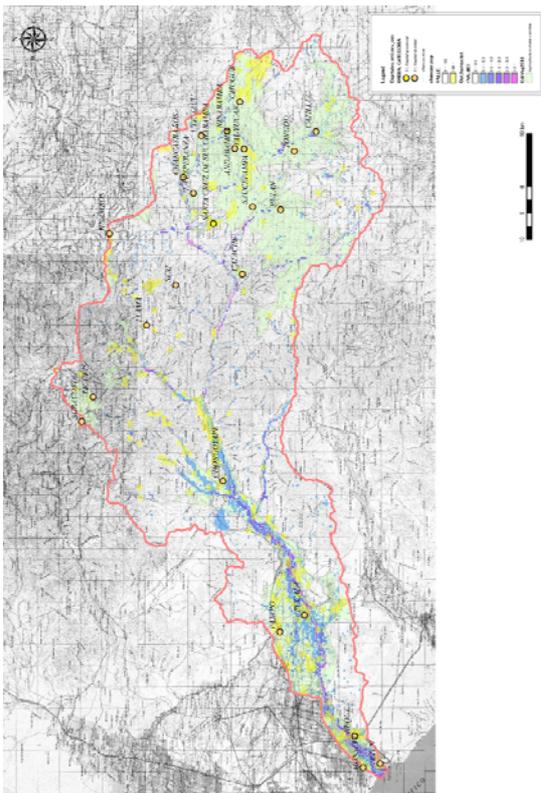


Figura Rio Chancay-Lambayeque Inundación con período de retorno de 100 año

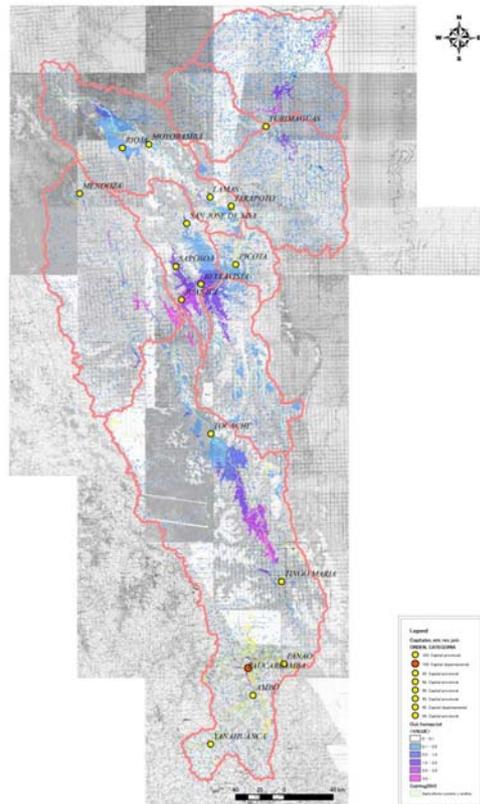


Figura Rio Huallaga Inundación con período de retorno de 100 año

1-9. Análisis de la Inundación-Escorrentía (Capítulo 6 y 7)

7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía

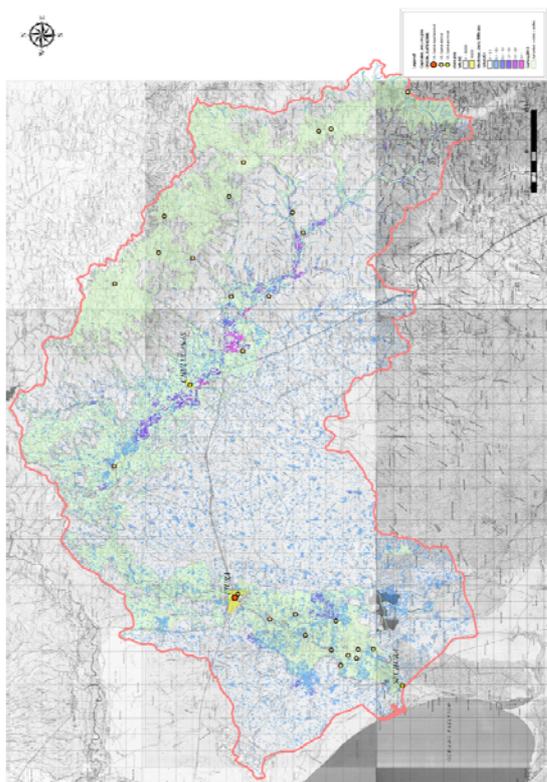


Figura Río Piura Inundación con período de retorno de 100 año

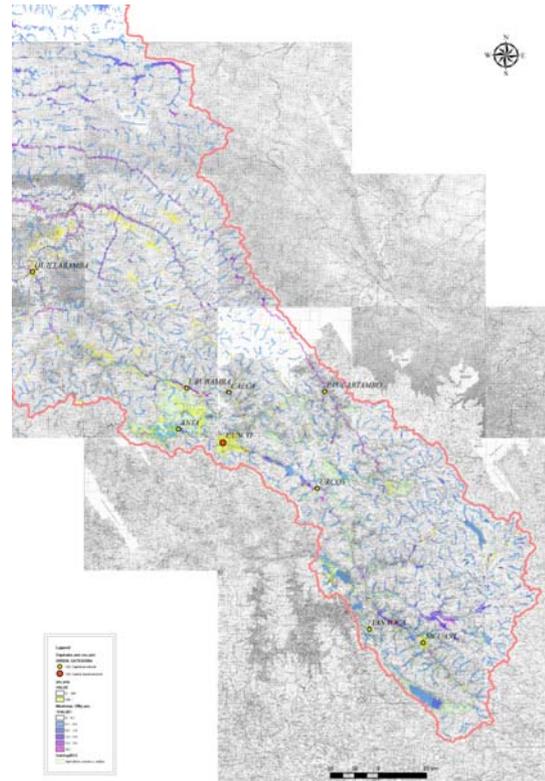


Figura Río Urubamba Inundación con período de retorno de 100 año

1-9. Análisis de la Inundación-Escorrentía (Capítulo 6 y 7)

7.3 Resultados del Análisis de Inundación- Escorrentía

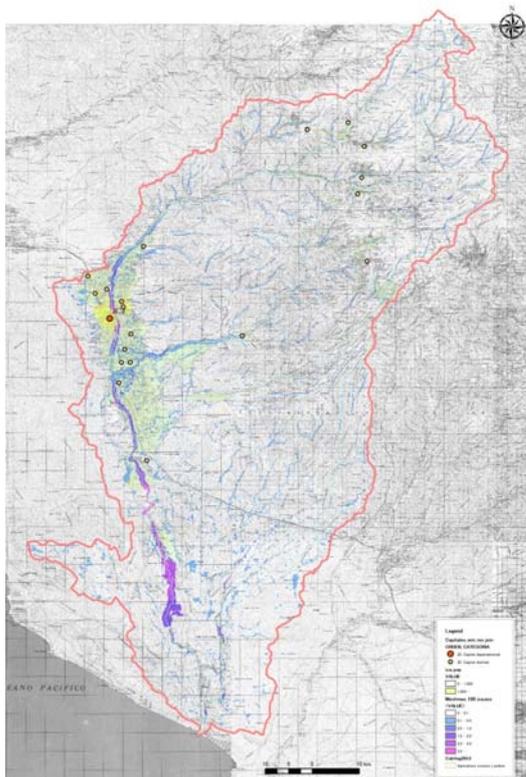


Figura Río Ica Inundación con período de retorno de 100 año

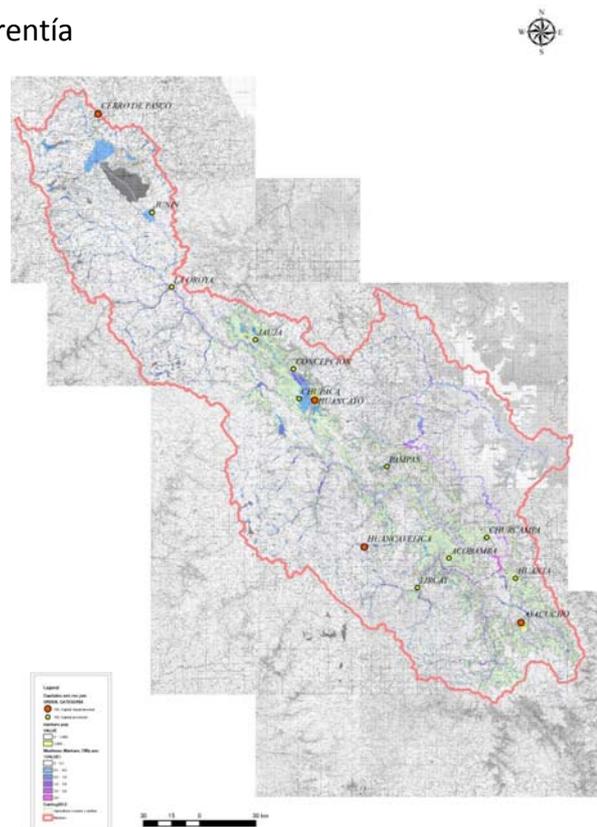


Figura Río Mantaro Inundación con período de retorno de 100 año

Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

Capítulo 9 Formulación del Borrador de las Medidas de Mitigación de Inundaciones para Cuencas prioritarias/Modelo

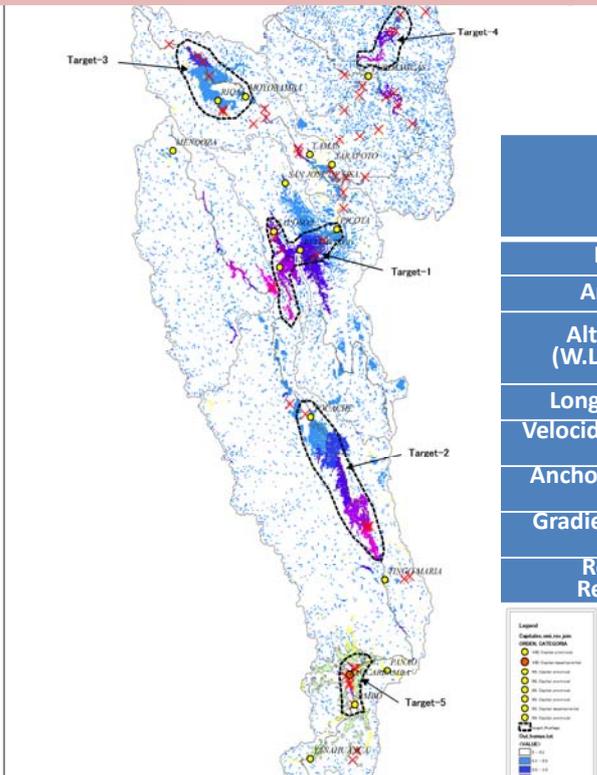


Tabla 9.3.41 Rio Hullaga Objetivo-1 (Aguas Arriba: Juanjui hacia Aguas abajo: Picota)

Descripción	Probabilidad de Inundación (Periodo de Retorno)		
	25-años	50-años	100-años
Descarga(m ³ /s)	6,300	6,500	6,800
Ancho del Rio (m)	380→380 (±0)		
Altura del Dique (m) (W.L exceso+ distancia)	2.1 (0.6+1.5)	2.2 (0.7+1.5)	2.3 (0.8+1.5)
Longitud del Dique(km)	89.0	91.0	93.0
Velocidad Promedio de Flujo (m/s)	0.98	1.01	1.04
Ancho de Corona de Dique (m)	6	6	6
Gradiente de Pendiente de Dique (V:H)	1:3.0	1:3.0	1:3.0
Req. Diámetro de Revestimiento (m)	0.3	0.3	0.3

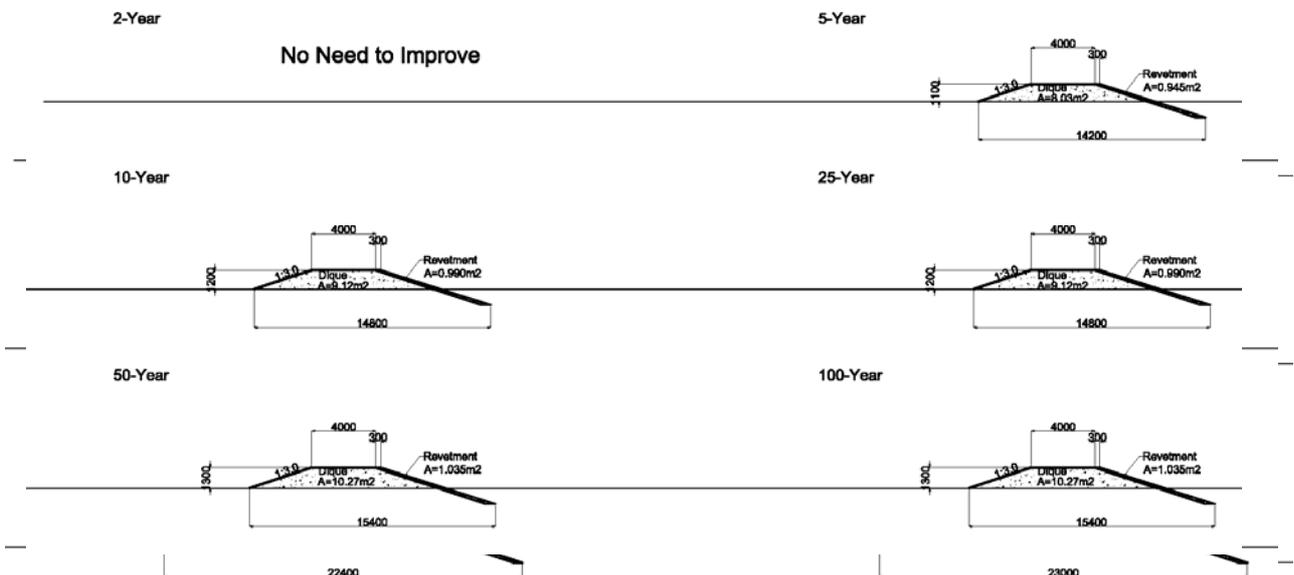


Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación para Cuencas de Ríos Prioritarios basados en Estimaciones de Costos y Daños

Capítulo 9 Formulación del Borrador de las Medidas de Mitigación de Inundaciones para Cuencas Prioritarias/Modelo

Huallaga : Alternative-1

Huallaga: Target-3



Condiciones para la Estimación:

- **Factor de Intercambio de Costo Financiero a Costo Social: 0.85**
- **Costos de Adquisición de Tierra y Relocación de viviendas : 6% del Costo de Construcción (Basado en estudios previos del JICA)**
- **Los Beneficios son costos evitados para la Mitigación de daños a la agricultura, a las viviendas, a las Infraestructuras y las personas debido a la inundación y para el Control de la Erosión en cada Punto Critico**

Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación

Tabla 13.1.22 Resumen de Proyecto de Control de Inundación para Ríos Piura-Chira

Ítem	Índex	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	21,698 km ²					
	Población	1,449 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado (S/. Millon)	1.1	2.6	8.5	19.6	36.9	50.0
Proyecto de Control de Inundación	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	13.56	49.59	90.72	165.87	248.98	601.52
	Beneficio Fijo Anual(S/. Millon)	2.4	3.0	3.5	4.4	5.0	5.4

Tabla 13.1.23 Resumen de Proyecto de Control de Inundación del Río Rimac

Ítem	Índex	Escala de la Inundacion (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	3,504 km ²					
	Población	5,579 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado (S/. Millon)	0.5	0.7	0.7	0.7	1.0	1.0
Proyecto de Control de Inundación	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	0.74	1.83	1.98	2.20	2.62	3.07
	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	2.44	2.99	3.54	4.38	4.95	5.38

Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación

Tabla 13.1.24 Resumen de Proyecto de Control de Inundación para el Río Ica

Ítem	Índex	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	7,341 km ²					
	Población	354 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado (S/. Millon)	0	0	42	106	118	170
Proyecto de Control de Inundación	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	0	0	1	18	39	137
	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	0	0	10	14	16	18

Tabla 13.1.25 Resumen de Proyecto de Control de Inundación para el Río Mantaro

Ítem	Índex	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	34,547 km ²					
	Población	1,681 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado (S/. Millon)	6	14	16	16	16	17
Proyecto de Control de Inundación	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	36	71	72	77	91	119
	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	2	5	6	7	7	8

39

Evaluación Económica de los Proyectos de Control de Inundación

Tabla 13.1.25 Resumen de Proyecto de Control de Inundación para el Río Huallaga

Ítem	Índex	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	55,109 km ²					
	Población	1,036 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado (S/. Millon)	234	449	537	680	780	864
Proyecto de Control de Inundación	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	325	506	625	771	835	906
	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	70	172	222	258	273	281

Tabla 13.1.27 Resumen de Proyecto de Control de Inundación para el Río Urubamba

Ítem	Índex	Escala de la Inundación (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
General	Area de Cuenca	59,071 km ²					
	Población	961,000 mil Personas					
Daño x Inundación	Costo Daño Estimado (S/. Millon)	21.6	27.5	144.2	270.8	320.9	421.2
Proyecto de Control de Inundación	Costo Asumido del Proyecto (S/. Millon)	3.6	3.6	86.0	266.4	398.7	484.1
	Beneficio Fijo Anual (S/. Millon)	6.5	13.8	22.4	34.9	40.8	44.5

40

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

1. **Costos** de Proyecto para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Condiciones para la estimación:

- **Tramos Objetivos: Cursos Principales del Río en las 159 Cuencas de Río**
- **Desastre Objetivo: Inundaciones (Excepto por Huayco en Quebradas)**
- **Como? (Metodología-1)**
 - ◆ **Categorización en 10 Tipos (11 Ríos como Modelo)**
 - ◆ **Simulación de Inundaciones por RRI para 10 Tipos (11 Ríos)**
 - ◆ **Selección de secciones Objetivo a ser protegidas en cada uno de los Ríos Modelo**
 - ◆ **Consideraciones sobre la Altura y Dimensiones del Dique**
 - ◆ **Costo Estimado para cada Río Modelo**
- **Como? (Metodología-2)**
 - ◆ **Extrapolación a otros Ríos de Cada Tipo**
 - **por Ratio de Área de Cuenca de cada Río (Parametro-1)**
 - **por Ratio de la Longitud de Tramo Principal de cada Río (Parametro-2)**
 - **por Ratio de Población en cada Río (Parametro-3)**
 - **por Ratio de número de Puntos Críticos en cada Río (Parametro-4)**

41

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

2. **Beneficios** de Proyecto para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Condiciones para la Estimación:

- **Tramos Objetivo: Cursos Principales del Río en las 159 Cuencas**
- **Desastre Objetivo: Inundaciones (Excepto por Huayco en Quebradas)**
- **Como? (Metodología-1)**
 - ◆ **Categorización en 10 Tipos (11 Ríos como Modelo)**
 - ◆ **Simulación de Inundaciones por RRI para 10 Tipos (11 Ríos)**
 - ◆ **Selección de secciones Objetivo a ser protegidas en cada uno de los Ríos Modelo**
 - ◆ **Estimación de Daños**
 - **A. Daños Agrícolas y Daños de Viviendas**
 - **B. Daños a Infraestructura (Porcentaje de "A")**
 - **C. Daños a Personas Afectadas**
 - ◆ **Estimado para el Beneficio Anual Promedio de Proyecto de Control de Inundación**
 - ◆ **Consideración de Puntos Críticos como de Control de Erosión**
- **Como? (Metodología-2)**
 - ◆ **Extrapolación a otros Ríos en cada Tipo**
 - **por Ratio de Área de Cuenca de cada Río (Parametro-1)**
 - **por Ratio de la Longitud de Tramo Principal de cada Río (Parametro-2)**
 - **por Ratio de Población en cada Río (Parametro-3)**
 - **por Ratio de número de Puntos Críticos en cada Río (Parametro-4)**

42

3. Evaluación Económica Projectados para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (Por Individual River Basin)

Condiciones para la Estimación:

● Costo del Proyecto

- ◆ Basado en la estimación del río Modelo, Costos del Proyecto para Ríos Individuales fueron estimados a través de la extensión del área de la cuenca.
- ◆ Costos de adquisición de Tierras y relocalización de: 6% del costo de construcción.

● Beneficios del Proyecto

- ◆ Basada en la estimación de Río Modelo, Beneficios del Proyecto para Ríos Individuales fueron estimados por el Ratio de numero de pobladores.
- ◆ Basado en el número de “Puntos Criticos” en cada Río, Beneficio para el Control de Erosión fueron considerados.

● Factor de Intercambio de Costo Financiero a Costo Social: 0.85

Índices de Evaluación	Formula	Característica del Índice
Valor Actual Neto Social (VANS)	$VANS = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> ● Comparación entre Valor Neto/Precio entre Benéfico del Proyecto ● Computando Valor dependiendo de la Tasa de descuento Social
Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	$\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+R)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+R)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> ● Comparación de eficiencia entre costo (porcentaje) per unidad de inversión
Cost-Benefit Ratio (B/C)	$B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}}$	<ul style="list-style-type: none"> ● Comparación con la tasa de Descuento Social ● Valor computado dependiendo de la tasa de descuento social
Donde: Bi: Benéfico en años(i) Ci: Costo en años (i) r: Tasas de Descuento social n: El numero de años para la evaluación R: Tasa Interna		

43

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

1. Costos para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Tabla 13.1.1 Costo Total Asumido para Proyectos de Control de Inundación en las 159 Cuencas

Hipótesis Basada en la Estimación para Cuenca de Río Modelo	Escala de Proyecto de Control de Inundación (Periodo de Retorno) Unidad: S/. Millones					
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Extrapolación por Ratio de Área de Cuenca	938.2	1,874.9	2,683.6	4,234.6	5,865.3	8,583.5

2. Beneficios para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Tabla 13.1.2 Beneficio Total Asumido para Proyectos de Control de Inundación en las 159 Cuencas (Beneficio: Cantidad Anual Esperada de Mitigación a Daños)

Hipótesis Basada en la estimación para Cuenca de Río Modelo	Escala de Proyecto de Control de Inundación (Periodo de Retorno) Unidad: S/. Millones					
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Extrapolación por Ratio de Población	165.2	416.2	568.9	688.2	739.6	770.6

3. Evaluación Económica para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Tabla Evaluación Económica de Proyectos de Control de Inundación en los Principales Ríos del Perú

Hipótesis por Extrapolación	Índice	Escala de Proyecto de Control de Inundación (Periodo de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Costo de Proyecto	Beneficio	30%	33%	32%	27%	23%	20%
	Área de Cuenca	1,749M	2,445M	3,342M	3,094M	2,414M	1,833M

44

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. Evaluación Económica Proyectada para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

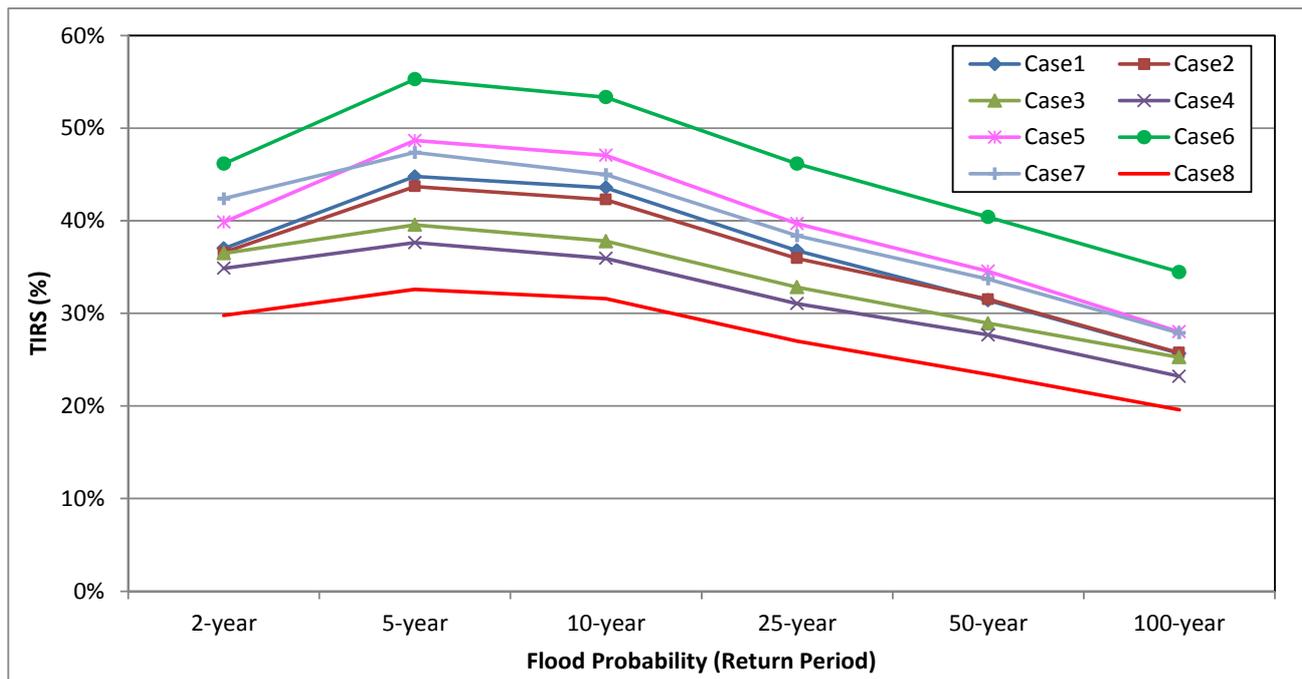


Figura 11.3.5 TIRSs para Proyectos de Control de Inundación en las 159 Cuencas

45

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. Evaluación Económica Proyectada para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú

Tabla 13.1.5 Resumen de Costos de Proyectos de Control de Inundaciones por Tipo (Parámetro: Área de Cuenca)

Tipo	Cuenca Modelo (No. de Cuencas de Ríos)	Escala de la Inundación (Período de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
1	Biabo (57)	0	21.9	95.8	393.0	1,043.3	1,644.1
2	Locumba (30)	0	0	31.4	39.9	62.4	98.4
3	Chancay-Lambayeque (7)	25.9	299.5	500.9	741.7	814.7	1,022.7
4	Piura & Chira (3)	12.1	44.3	81.0	148.1	222.3	537.1
5	Rimac & Ica (24)	12.8	18.8	25.4	218.8	460.3	1,538.8
6	Mantaro (9)	104.5	205.1	208.2	222.2	263.4	341.9
7	Huallaga (8)	539.0	839.9	1,037.7	1,279.6	1,385.7	1,502.3
8	Nanay (7)	190.7	257.7	295.4	378.3	476.6	517.2
9	Urubamba (4)	6.9	6.9	166.0	514.4	769.6	934.6
10	Ramis (6)	46.4	180.9	242.0	298.8	366.8	446.3
Total (159)		938.2	1,874.9	2,683.6	4,234.6	5,865.3	8,583.5

Nota: No incluye Costo para "Control de Erosión"

46

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

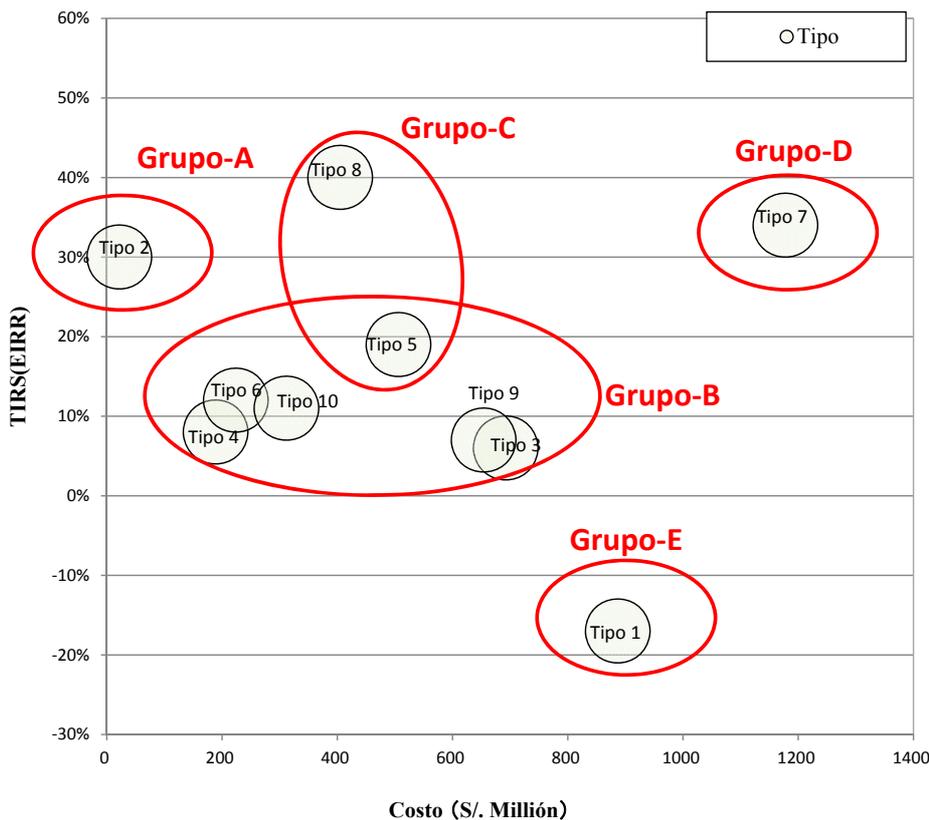
3. Evaluación Económica Projectada para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (Por Tipo)

Tipo	Index	Escala de la Inundación (Período de Retorno)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
1	TIRS	51%	27%	10%	-4%	-17%	-
	VANS	61M	58M	-2M	-269M	-720M	-
2	TIRS	51%	51%	44%	39%	30%	21%
	VANS	146M	146M	141M	135M	121M	91M
3	TIRS	35%	11%	8%	6%	6%	3%
	VANS	138M	29M	-52M	-158M	-163M	-290M
4	TIRS	39%	25%	18%	12%	8%	1%
	VANS	143M	116M	85M	26M	-33M	-304M
5	TIRS	46%	51%	54%	28%	19%	5%
	VANS	614M	683M	728M	596M	406M	-321M
6	TIRS	17%	13%	14%	15%	12%	9%
	VANS	75M	43M	71M	78M	47M	-23M
7	TIRS	24%	35%	37%	35%	34%	32%
	VANS	507M	1,284M	1,551M	1,634M	1,692M	1,591M
8	TIRS	25%	44%	51%	47%	40%	39%
	VANS	191M	595M	828M	969M	915M	935M
9	TIRS	78%	131%	26%	11%	7%	5%
	VANS	174M	269M	223M	38M	-117M	-209M
10	TIRS	28%	16%	15%	14%	11%	9%
	VANS	101M	90M	93M	81M	33M	-28M
Total (159)	TIRS	30%	33%	32%	27%	23%	20%
	VANS	1749M	2445M	3342M	3094M	2414M	1833M

47

Demanda de Proyectos de Control de Inundación para todo el Perú

3. Evaluación Económica Projectada para los Proyectos de Control de Inundación en todo el Perú (Por Tipo)

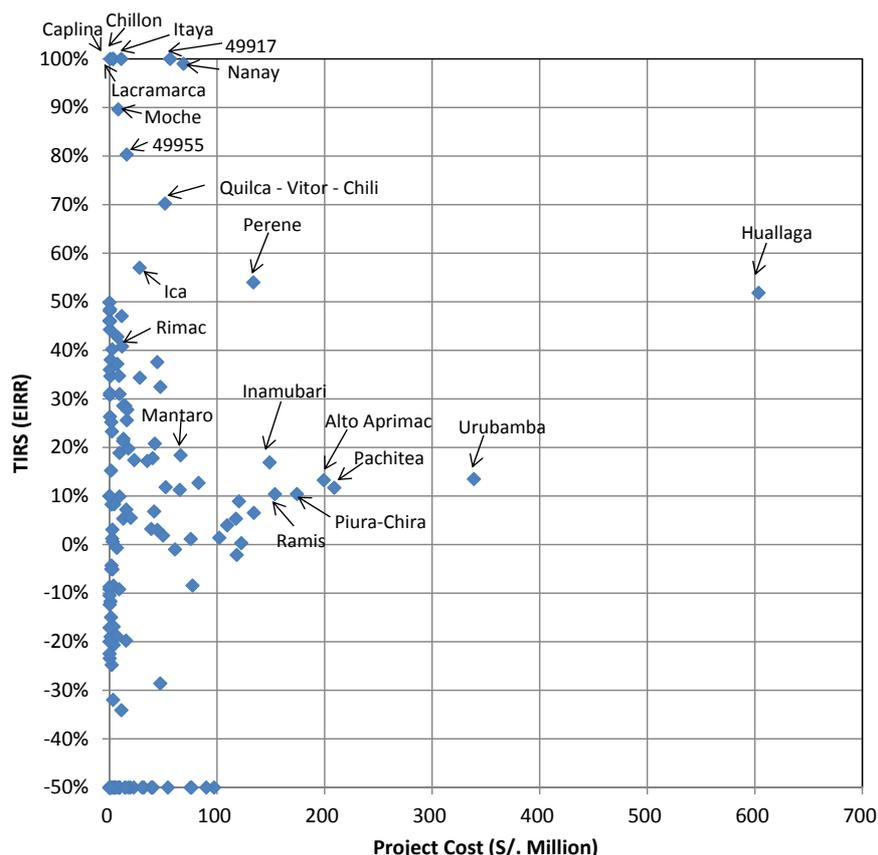


Relaciones entre TIRS (EIRR) y costo de Proyecto @ Período de Retorno de 50 años

48

Evaluación de Proyectos de Control de Inundación por cada Río

Ranking por TIRS (Escala de Proyecto: Período de Retorno 50 años)



49

Evaluación de Proyectos de Control de Inundación por cada Río

Ranking por VANS (10%) Escala de Proyecto: Período de Retorno 50 años):

Rango	Río	TIRE	VAN	Personas	Viviendas	Carretera (km)	Cultivo (ha)
2	Itaya	Mas que	124	2.189	571	0	0
4	Chillon	Mas que	8	3.274	93	273	3
7	Moche	90%	101	1.109	149	15	0
9	Q - V - C	70%	309	5.292	1.077	55	92
10	Ica	57%	116	100.488	21.794	1	0
11	Perene	54%	383	307	77	33	5
12	Huallaga	52%	1035	16.843	4.153	0	20
13	I.C.M M de D	50%	5	25	5	0	0
14	Lurin	48%	1	15	3	18	0
16	Casma	47%	44	15.926	3.845	162	307
18	Huarmey	46%	15	330	87	12	14
20	Fortaleza	44%	29	358	118	11	0
22	C - Huaral	41%	47	2.100	109	255	10
23	Rímac	40%	35	26.151	3.517	334	59
25	Santa	38%	103	9.478	2.058	3.784	760
26	Nepeña	37%	28	921	154	1	0
27	I.C.MA M de D	36%	2	640	128	0	0
28	Mala	35%	30	350	70	1	0
29	Zarumilla	35%	3	2.744	404	9	522
34	Huamansaña	31%	1	313	74	0	0
35	Chincha	29%	29	1.308	262	0	0
36	Tumbes	29%	32	17.013	3.648	88	280
37	Huaura	28%	23	565	82	262	65
39	Pisco	26%	30	9.528	2.178	170	102

50

Evaluación de Proyectos de Control de Inundación por cada Río

Ranking por VANS (10%) Escala de Proyecto: Período de Retorno 50 años):

Rango	Río	TIR	VAN	Personas	Viviendas	Carretera (km)	Cultivo (ha)
41	Lmos	23%	3	3.325	665	0	0
42	Ilo – Mquegua	22%	11	32	16	0	0
44	Grande	21%	47	38.924	9.430	4	0
45	Pativilca	20%	13	1.001	235	96	159
46	Acari	19%	9	94	20	3	10
47	Mantaro	18%	40	13.064	2.417	495	496
48	Chaman	18%	17	441	199	13	10
49	Cañete	17%	14	33.832	279	292	1.445
51	Inambari	17%	50	19	7	0	0
53	Urubamba	13%	47	245	48	2	50
55	Aguayta	13%	11	31	6	1	0
56	Zaña	12%	6	2.810	1.262	0	0
57	Pachitea	12%	15	5.492	1.098	5	134
58	Camana	11%	5	6.841	1.673	284	200
59	Piura + Chira	10%	5	189.078	37.414	27	231

51

Evaluación de Proyectos de Control de Inundación por cada Río

Ranking por VANS (10%) Escala de Proyecto: Período de Retorno 50 años):

Item	Número de personas afectadas	Número de viviendas afectadas	Carretera afectada (km)	Carretera afectada (km)
① Total de daños reportados entre el 30 de enero y el 20 de marzo (62 cuencas con alto valor económico según el presente Estudio)	512.496	99.425	6.706	4.973
② Total de daños reportados entre el 30 de enero y 20 de marzo (Otras cuencas)	77.011	15.487	270	2.249
③ Total de daños reportados entre el 30 de enero y 20 de marzo (Todas las cuencas) (=①+②)	589.507	114.912	6.976	7.222
① / ③ (%)	86,9 %	86,5%	96,1%	68,9%

52

Hallazgos del Estudio de Campo



La Libertad

Huaico del 15 de Marzo del 2017.

Fuente: COE/
ALA
53

Hallazgos del Estudio de Campo

1. Resumen de daños en las Cuatro Regiones

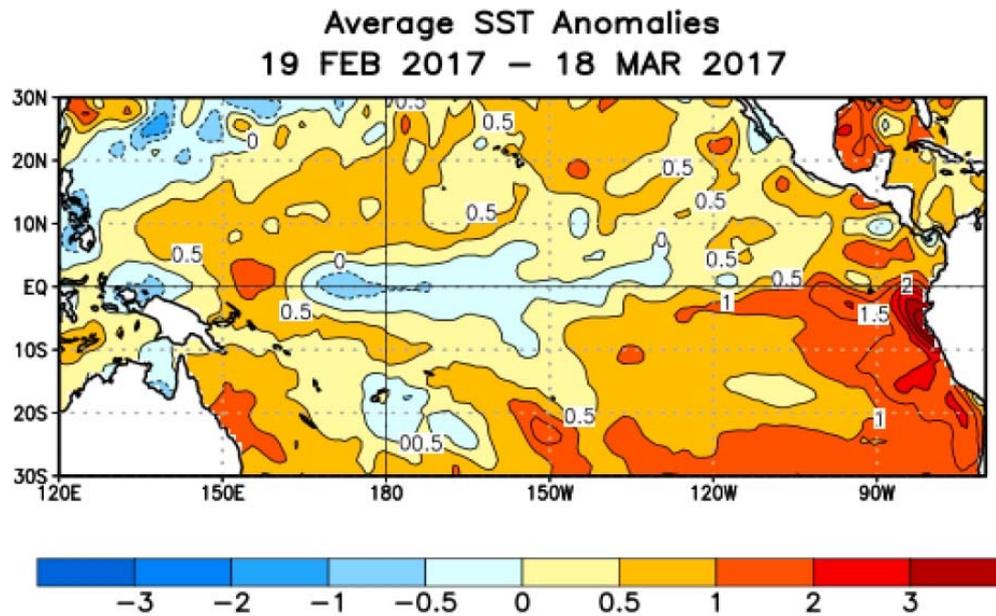
Region	Pobl.	Viv.	Notas
Tumbes	38,021	11,547	
Piura	443,869	90,172	Approx. S/. 1.3 mil Milliones
Lambayeque	207,834	43,611	
La Libertad	257,153	71,986	

2. Factores Causas de Desastres por Sedimentación e Inundación

- Clima: Generación de “El Niño Costero”
 - ◆ Cantidad de Precipitaciones Histórica durante Febrero y Marzo
- Condición Social: No la suficiente coordinación entre GRD y el desarrollo de la ciudad
- Condición del Control de Sedimentos y el Control de Inundaciones:
 - ◆ Capacidad pequeña del canal del río para conducir el volumen de agua de inundación 2017
 - ◆ Sistema de Diques Imperfecto (Con espacios entre diques)
 - ◆ Erosión a lo largo del canal del río (en particular en secciones meándrica)
 - ◆ Tremenda cantidad de sedimentos del área montañosa
 - ◆ Pobre sistema de drenaje urbano

Hallazgos del Estudio de Campo

Clima: Generacion de “El Niño Costero”



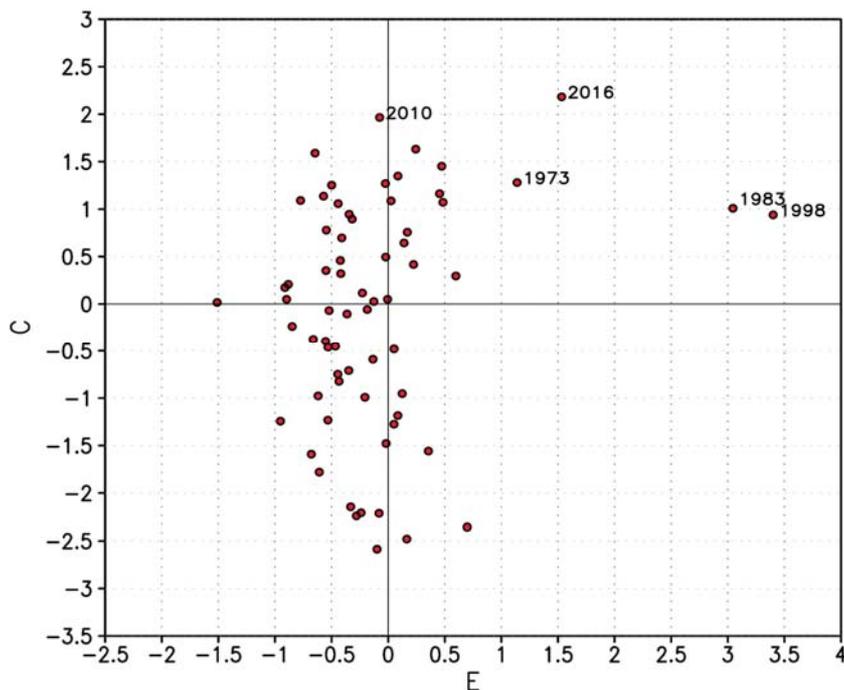
Fuente:

Las temperaturas de la superficie del océano han estado mas elevadas que de costumbre durante el ultimo mes a lo largo del oceano pacifico. Este inusual calentamiento ha sido notorio principalmente cerca de la costa del Perú, en donde se registraron temperaturas con hasta 3° C (5.4° F) de diferencia con el promedio. Crédito de la Imagen: NOAA/NWS Climate Prediction Center. (<https://www.wunderground.com/blog/JeffMasters/weird-coastal-el-nino-clobbers-peru-80-killed-14-billion-in-damage>)

55

Hallazgos del Estudio de Campo

Clima: Generacion de “El Niño Costero”



Fuente:

Cada El Niño puede ser rankeado en factor al lugar de ubicación del área de calentamiento de la superficie del océano, si es que esta enfocada principalmente en área del pacifico central ecuatorial (índice C) o pacifico este ecuatorial (Índice E). De los tre El ninos mas fuertes desde 1950, los eventos de 1982,1983 el de 1997-1998, fueron eventos dominados por calentamientos del tipo de indice E, mientras que el evento del 2015-16 fue un evento de calentamiento del tipo C (<https://www.wunderground.com/blog/JeffMasters/weird-coastal-el-nino-clobbers-peru-80-killed-14-billion-in-damage>)

56

Hallazgos del Estudio de Campo

Cantidad de Lluvia durante Enero Febrero y Marzo

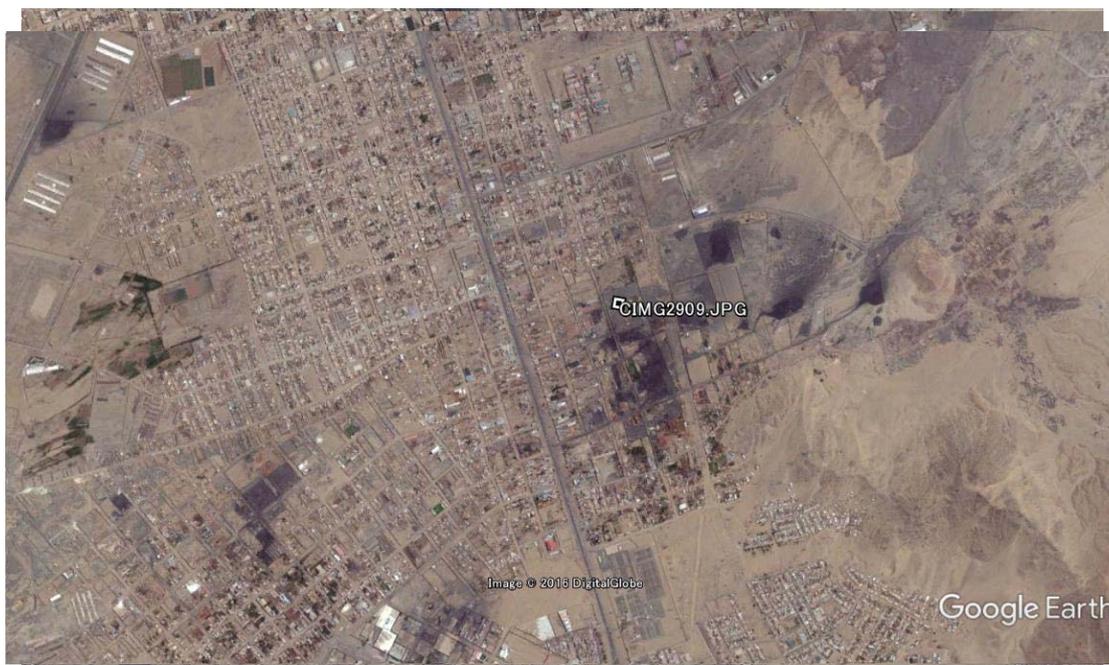
Estacion	Maximos Historicos.			2 ^{do} Maximo Historico.			Lluvias 2017		
	Ene	Feb.	Mar.	ene.	Feb.	Mar.	Ene.	Feb.	Mar.
Tumbes									
Prayal	'87: 90.0	'98: 219.0	'02: 103.7	'98: 80.6	'06: 131.6	'08: 91.5	67.7	21.1	53.1
Puerto Pizarro	'17: 192.8	'83: 139.0	'83: 166.0	'98: 97.1	'98: 131.1	'99: 129.2	192.8	48.6	77.4
Matapalo	'98: 129.4	'98: 276.4	'98: 119.7	'07: 97.3	'95: 138.6	'15: 113.9	70.6	111.6	80.6
Piura									
Morropon	'83: 152.7	'17: 150.5	'81: 170.9	'09: 95.4	'07: 113.5	'12: 120.0	78.0	150.5	116.0
Lancones	'98: 146.6	'98: 139.8	'16: 200.0	'73: 80.0	'08: 110.5	'13: 151.4	21.8	63.8	140.0
San Pedro	'83: 168.0	'83: 166.5	'17: 159.5	'98: 130.0	'08: 109.5	'98: 142.3	75.3	155.3	159.5
Malacasi	'98: 122.0	'17: 134.2	'98: 251.2	'17: 72.3	'00: 95.8	'17: 143.1	72.3	134.2	143.1

Fuente: SENAMHI

57

Hallazgos del Estudio de Campo

Condición Social: Insuficiente coordinación entre la GRD y el desarrollo de la ciudad



Fuente: Google Earth

58

Hallazgos del Estudio de Campo

Condición del Control de Inundación el Control de Sedimentación:

Region	Rio / Quebrada	Factores/Causas de Desastres por Sedimentación Inundación
Tumbes		
	Rio Tumbes	Espacios vacios en el sistema de diques Remanso del rio tumbes afecta el drenaje de la ciudad Erosión
Piura		
	Rio Chira	Erosion Sedimentos e Inundaciones desde las quebradas pequenas
	Rio Piura	3,400m ³ /s esta por encima de la capacidad del canal del rio (1,700~2,000m ³ /s) Erosión Sedimentación del cauce aguas abajo
Lambayeque		
	Chancay-Lambayeque	Tucume pobre drenaje en la ciudad Baja capacidad de flujo aguas abajo
	Rio La Leche	700~800m ³ /s por encima de la capacidad del canal existente (Aprox. 400m ³ /s) en Illimo (23 Caseríos fueron aislados.)
	Rio Olmos	Erosión Sedimentación
	Rio Motupe	Erosión

59

Hallazgos del Estudio de Campo

Condición del Control de Inundación el Control de Sedimentación:

Region	River / Quebrada	Factores/Causas de Desastres por Sedimentación Inundación
La Libertad		
	3 Quebradas in Trujillo	No mantenimiento para alinear el cauce en Qd. Leon, Qd. San Idelfonso, Qd. San Carlos
	Rio Chicama	Erosión Baja capacidad de Flujo (Bridge/Culvert) pasando debajo de la carretera panamericana
	Otros Qubradas	Baja capacidad de Flujo pasando debajo de la carretera panamericana
	Qd. Cuculicote	Descarga de Flujo mas allá de la capacidad existente del canal de la Qd. Con una tremenda sedimentación por el área montañosa
	Rio Viru	Sub estructura del puente vulnerable al flujo de inundación (TBC) Erosión

60

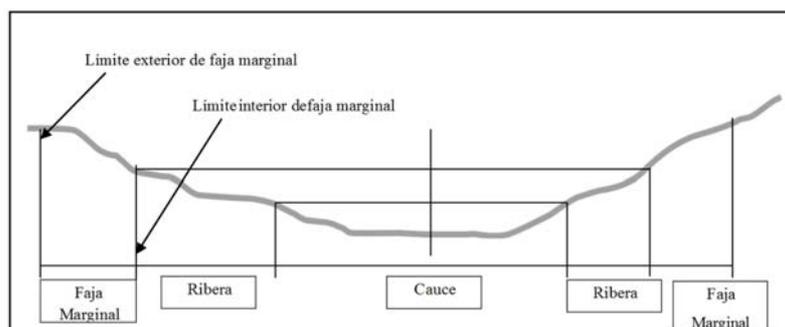
Recomendaciones (Mirando al futuro)

Categoría	Recomendaciones
Formulación de un Plan de Control de Inundaciones	1. Sistematización de los planes y proyectos de control de inundaciones elaborados hasta la fecha, y de la información sobre daños
	2. Necesidad de una Urgente Formulación de un Plan de Control de Inundaciones Adecuado para Proyectos de Alto Potencial
	3. Incorporación del plan de control de deslizamientos y de manejo de sedimentos en el plan de control de inundaciones
	4. Necesidad de creación de métodos para la estimación de Beneficios Indirectos de Proyectos de Control de Inundación

61

Recomendaciones (Mirando al futuro)

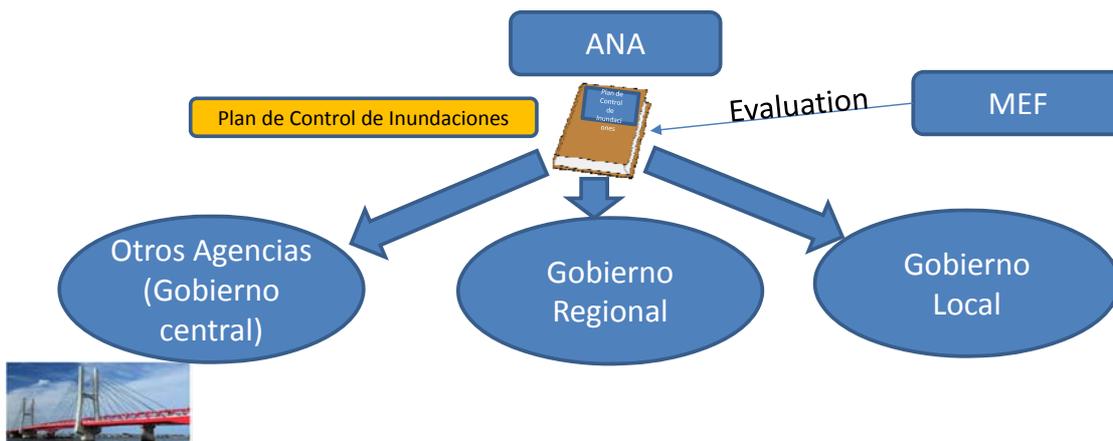
Categoría	Recomendaciones
Manejo Apropiado de un Río	5. Necesidad de Fortalecimiento de la Regulación del Desarrollo en zonas de Planicies Inundables y Riveras de Ríos
	6. Necesidad de Conservación de zonas pantanosas y zonas bajas en la cuenca del río como extensiones para aliviar el exceso de volumen de descarga de Inundación
	7. Conducción de las Obras Apropriadadas de Mantenimiento de Río
	8. Monitoreo del impacto del cambio climático sobre la gestión de las cuencas



62

Recomendaciones (Mirando al futuro)

Categoría	Recomendaciones
Creación de un Sistema Implementación Apropriado para Proyectos de Control de Inundaciones	9. Establecimiento de un Sistema Básico de Implementación
	10. Aumento del presupuesto para ejecutar los proyectos de control de inundaciones
	11. Necesidad del Desarrollo de Capacidades de los Gobiernos Locales, Regionales, AAA y A LA
	12. La Pronta Preparación de los Lineamientos Apropriados para la Implementación de Proyectos de Control de Inundaciones bajo el Nuevo SNIP



63

Recomendaciones (Mirando al futuro)

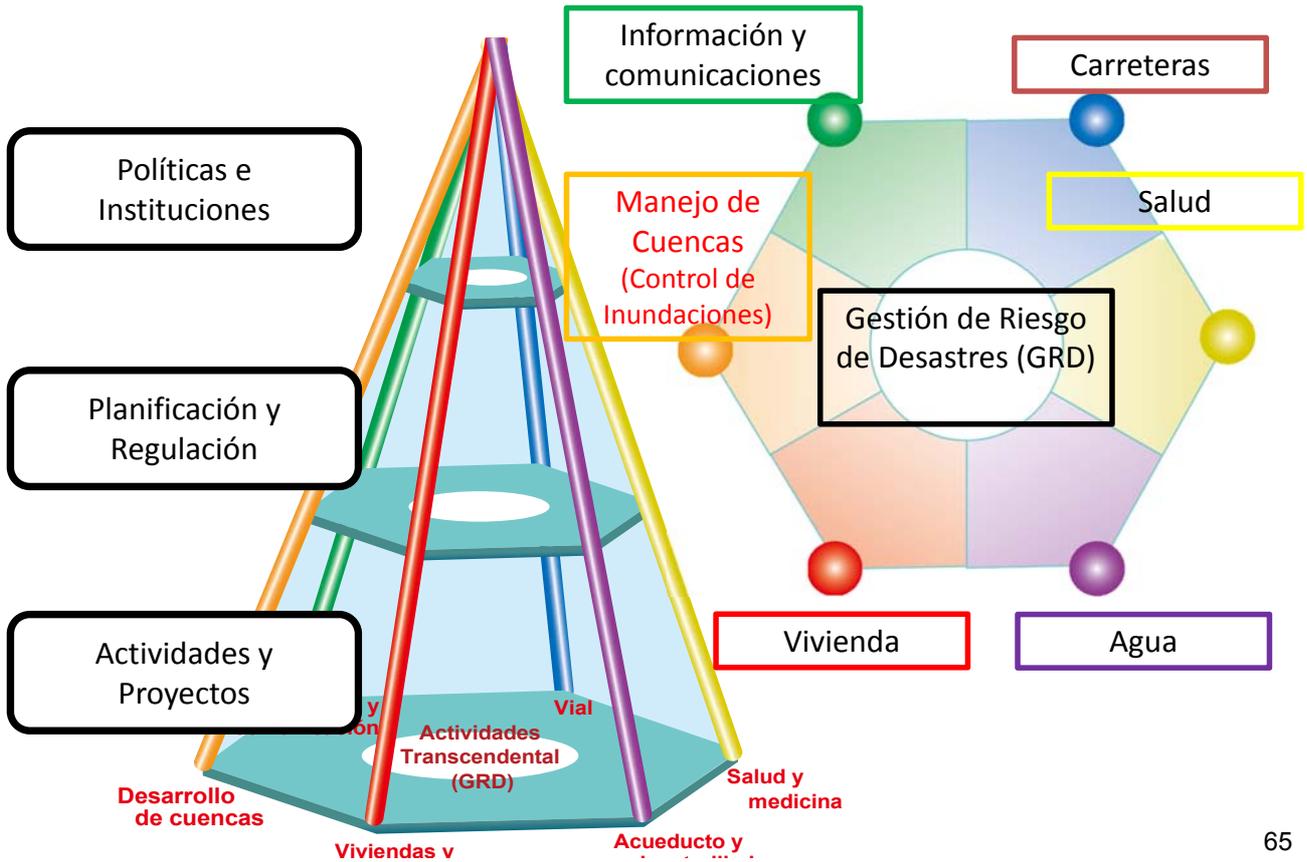
Categoría	Recomendaciones
Cuestiones Técnicas sobre la Formación de un Plan de Control de Inundaciones	13. Mejora de la recolección de Data
	14. Mejora del modelo de Análisis de Inundación (Adquisición de Técnicas de Análisis de acuerdo a las características de Inundación propia de la Cuenca)
	15. Aprendizaje del modelo de Análisis de Inundación (Utilización de Data Satelital para Superar la Insuficiencia de Data)
	16. Modelo de Análisis de Sedimentos (Adquisición de Técnicas para el Análisis Cuantitativo de Sedimentos)

Categoría	Recomendaciones
Otros	17. Refuerzo de la información histórica de los desastres ocurridos
	18. Implementación de la metodología de sensibilización sobre los riesgos de desastres
	19. Introducción de un Sistema de Alerta y Pronóstico de Inundaciones
	20. Datos a ser Ingresados en el SNIRH

64

Sugerencias para resolver los cuellos de botella

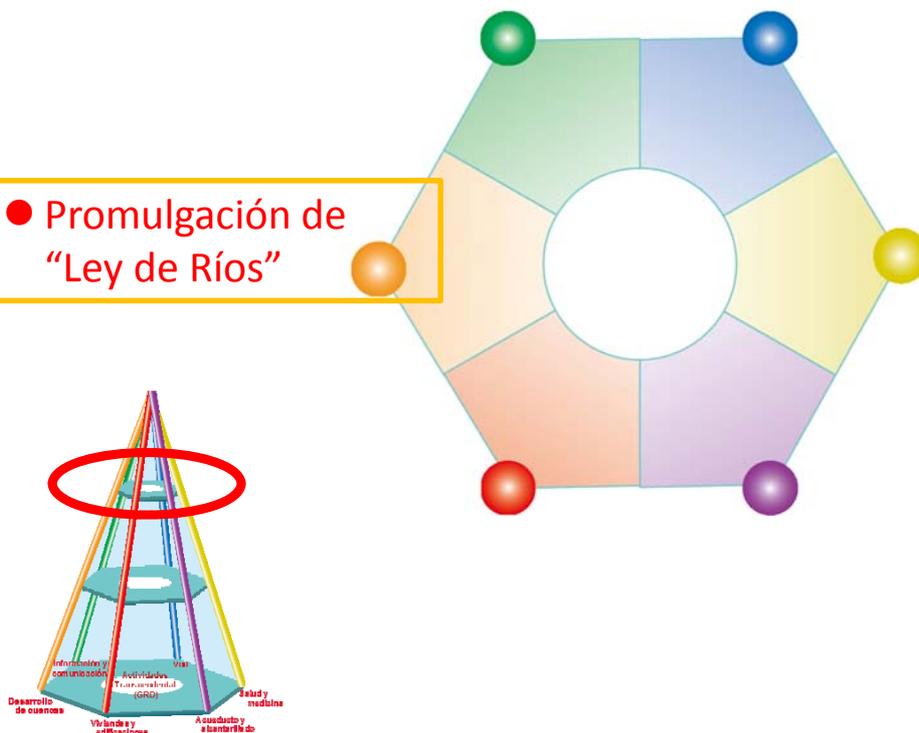
4.2 Acciones propuestas / recomendadas



65

Sugerencias para resolver los cuellos de botella

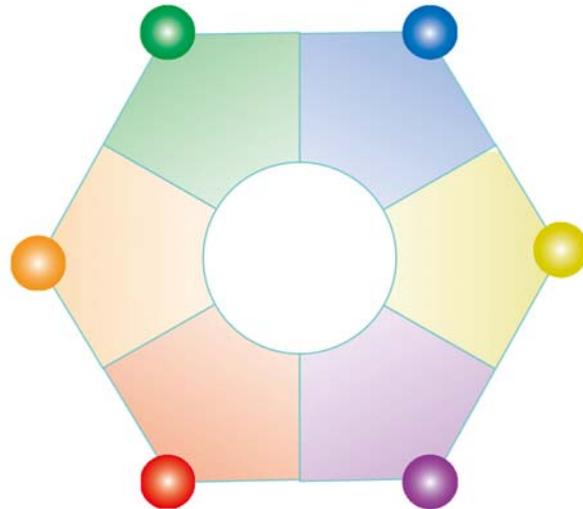
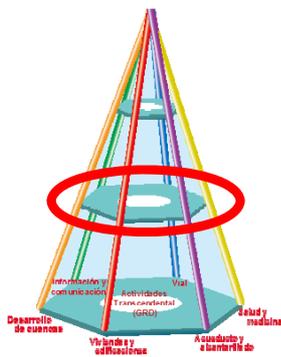
Enfoque Político e Institucional



66

Sugerencias para resolver los cuellos de botella

Planes y regulaciones

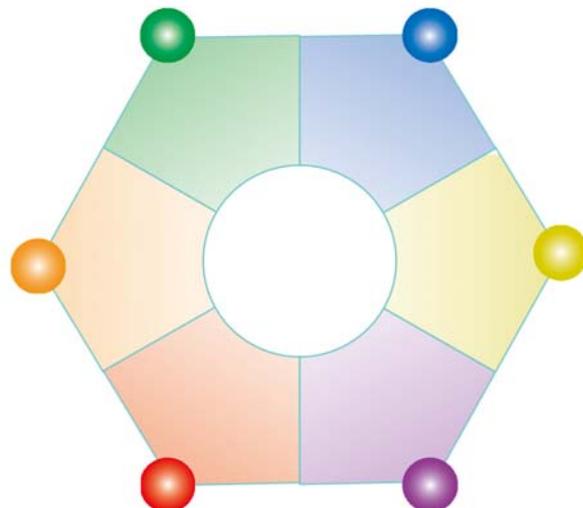
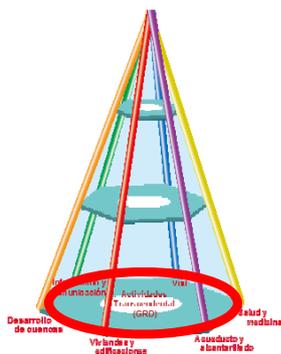


- Programa Nacional de políticas para la Prevención y Mitigación de Inundaciones y desastres por Inundación
- Guías y Lineamientos para la Planificación, Diseño, Implementación y mantenimiento de cuencas (Control de Inundación y Sedimentación)
- Actualización de lineamientos para evaluación de proyectos
- Plan de Mejora de la Observación Meteorológica Nacional
- Plan nacional de Alerta Temprana

67

Sugerencias para resolver los cuellos de botella

Proyectos y Acciones



- Plan Maestro para la Mitigación de desastres por Inundación y Sedimentación
- Proyectos de control de Inundaciones y sedimentación en cuencas seleccionadas
- Sistemas de Alerta Temprana
- Proyectos de Mejoramiento de las Observaciones Meteorológicas e Hidrológicas

68

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION

Recomendaciones Aspectos Técnicos Sobre el Control de Inundaciones

Material suplementario

Mayo. 11, 2017

Equipo de Estudio del JICA

Tabla de Contenido

Punto-1: Diseño de Revestimiento

Punto-2: Alineación del canal del río para mitigar los efectos de la erosión

Punto-3: Sección Transversal del Canal de Río

Punto-4: Sistema de drenaje Apropriado para la Ciudad

Punto-5: Conocimientos Técnicos para el Control de Sedimentación

Punto-6: Sedimentación en Presas / Reservorios

Punto-1: Diseño de Revestimiento

Normas Técnicas para Proyectos de Prevención de Inundaciones (Borrador)

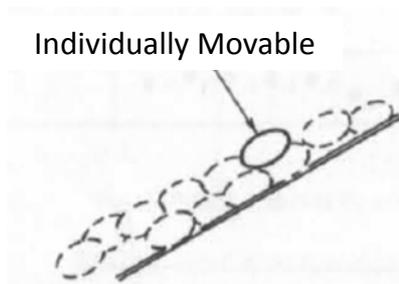
5. Conceptos básicos del diseño de estructuras de río para el control y mitigación del riesgo de inundaciones

5.1 Dique/ Revestimiento

5.1.2 Diseño de Revestimiento

(3) Diseño del Revestimiento

Tipo-4: Diseño de revestimiento de Instalación Compuesta (combinación débil) contra Desmoronamiento



Para el caso en que la integridad entre las piezas del revestimiento no es muy fuerte, este tipo de revestimiento ha sido diseñado bajo la siguiente fórmula. Esta fórmula está basada en investigación hecha por la *US Army Corp of Engineers*. Las bases de la siguiente fórmula se confirman desde la relación de expresiones entre la velocidad del agua del río y el peso de las piedras naturales en el lecho del río. También se toma como base el hecho de que la fuerza de tracción del flujo del río no exceda el límite del movimiento de las piedras naturales del lecho.

Punto-1: Diseño de Revestimiento

$$D_m = \frac{1}{E_1^2 \cdot 2g \left[\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right]} V_0^2 K \quad (\text{Unit: m})$$

$$K = \frac{1}{\cos \theta \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \theta}{\tan^2 \phi}}}$$

Donde

D_m : Diámetro Promedio de las rocas a ser utilizadas como Revestimiento (m)

V_0 : Velocidad representativa del agua del Río (m/s)

ρ_s : Densidad de la roca ($\text{kgf} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$ o kg/m^3)

ρ_w : Densidad del Agua ($\text{kgf} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$ o kg/m^3)

E_1 : Coeficiente basado en data experimental expresando la intensidad de turbulencia del flujo

Usualmente $E_1=1.2$

En caso de que la Intensidad de turbulencia sea grande, $E_1 = 0.86$

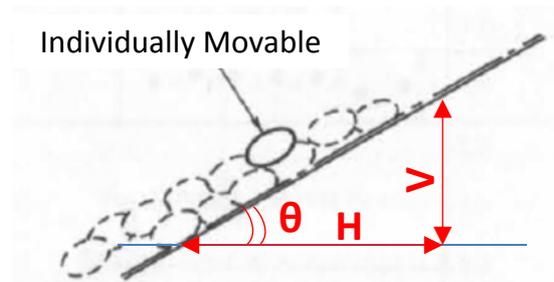
g : Aceleración de la gravedad (m/s^2)

K : Coeficiente de la gradiente de la pendiente donde se instalaran las rocas

θ : Gradiente de la pendiente (° o Rad)

ϕ : Angulo de reposo de las Rocas en el agua (° o Rad)

(en caso de rocas naturales 38° , Grava: 41°)



Punto-1: Diseño de Revestimiento

Ejemplos de Cálculo

Item	V:H 1:3.0	V:H 1:2.0	V:H 1:1.5	V:H 1:1.3
Gradiente de la pendiente	18.435°	26.565°	33.690°	37.568°
K: Coeficiente	1.165	1.455	2.305	7.205
Velocidad de diseño V1	3.0m/s			
Diámetro requerido Dm (m)	0.324m	0.405m	0.641m	2.005m

Donde:

ρ_s : 2.65 (t kg/m³) ρ_w : 1.00 (t kg/m³) E1: 1.00 g: 9.81 (m/s²) ϕ : 38°

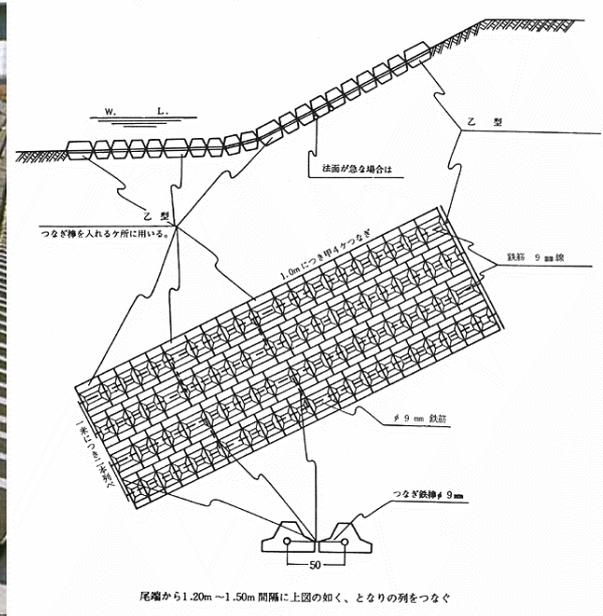


Punto-1: Diseño de Revestimiento

Otros temas relacionados a los revestimientos



Punto-1: Diseño de Revestimiento Recomendación



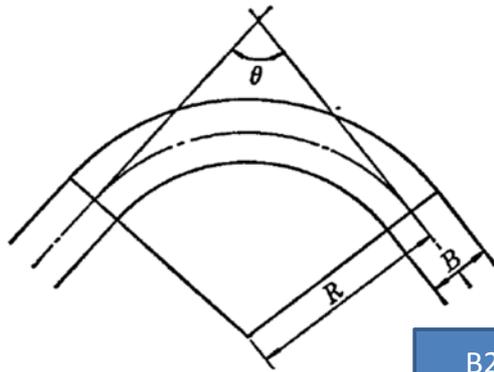
Fuente: Kyowa Concrete Industry Co.,Ltd
<http://www.kyowa-concrete.co.jp>

Punto-2: Alineación del canal del rio para mitigar los efectos de la erosión



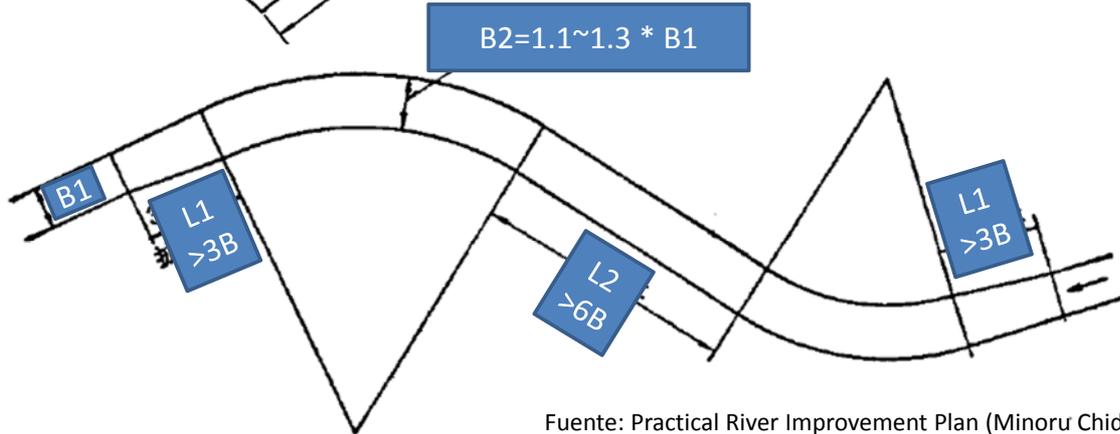
Punto-2: Alineación del canal del río para mitigar los efectos de la erosión

Recomendación



Recomendación $R/B = 10 \sim 20$
Mínimo Requerido $R/B > 5$

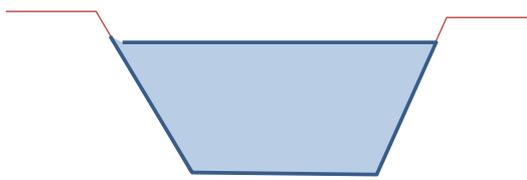
Mínimo Grado de Curvatura Requerido $\theta > 60$ grados



Fuente: Practical River Improvement Plan (Minoru Chida), Japan 1971

Punto-3: Sección Transversal del Canal de Río

Problema con la Forma Simple



Durante Inundación

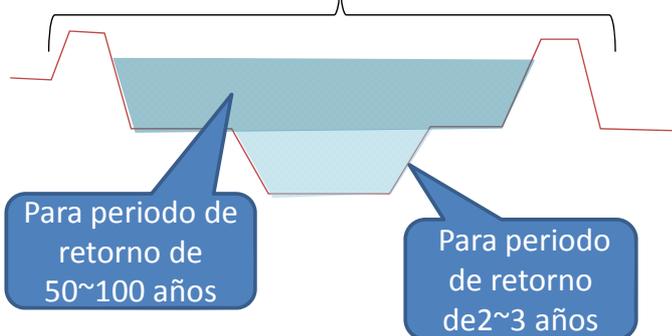


Velocidad del Agua:
Muy Lenta

Normalmente

Recomendación con la Forma compuesta

Faja Marginal



Para periodo de retorno de
50~100 años

Para periodo de retorno
de 2~3 años



Velocidad del Agua:
Media

Normalmente



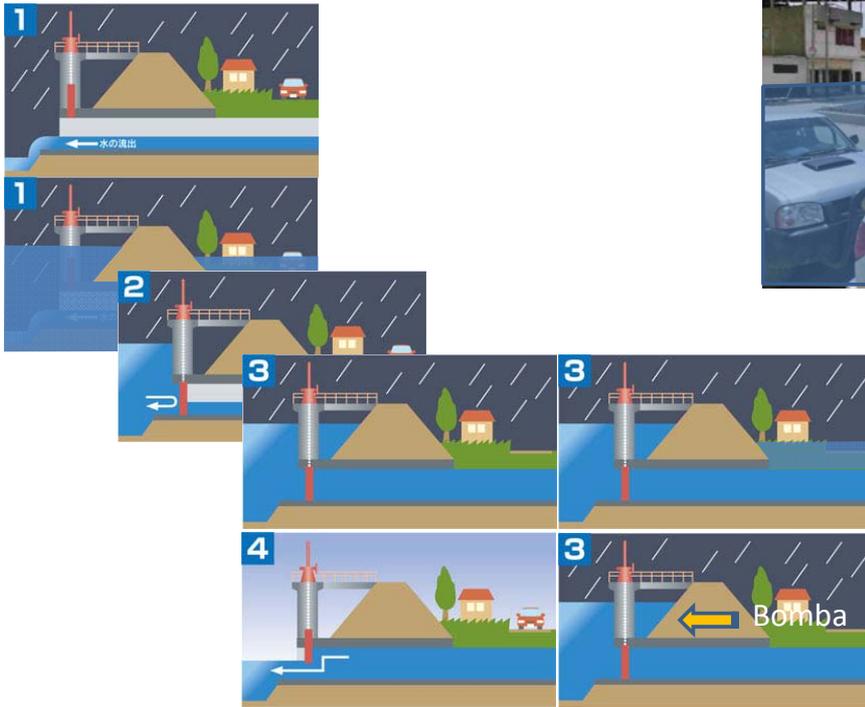
Erosión

Velocidad del Agua:
Media

Erosión

Punto-4: Sistema de drenaje Apropiado para la Ciudad.

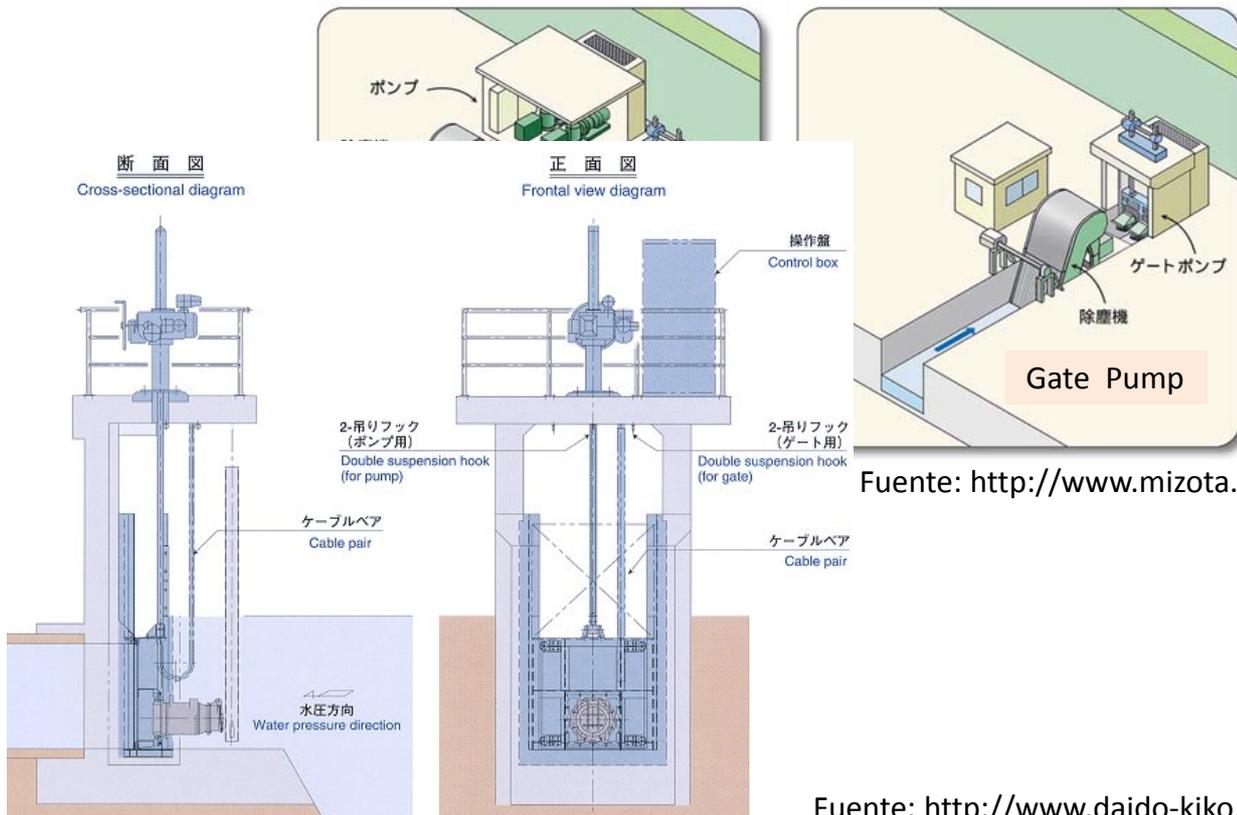
Problemas con los Sistemas de drenajes en la Ciudad



Fuente Original: MLIT, Japan

Punto-4: Sistema de drenaje Apropiado para la Ciudad.

Recomendación



Fuente: <http://www.mizota.co.jp>

Fuente: <http://www.daido-kiko.co.jp>

Punto-5: Conocimientos Técnicos para el Control de Sedimentación

Recomendación

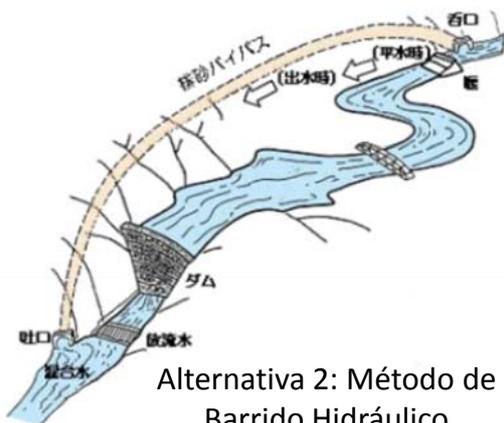


Fuente Original: MLIT, Japan (<http://www.hrr.mlit.go.jp/jintsu/outline/gaiyou/sisetu.html>)

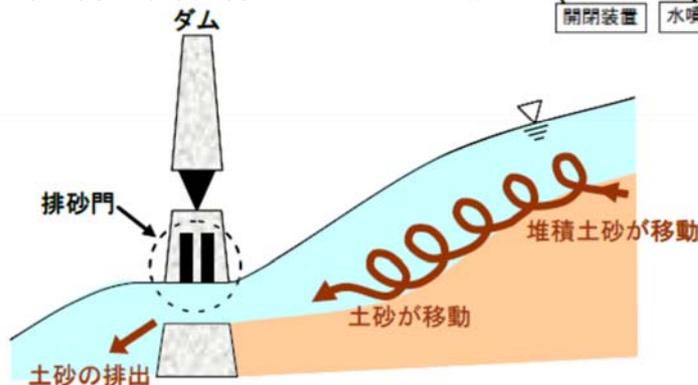
Punto-6: Sedimentación en Presas / Reservorios

Recomendación

Alternativa1: Derivación



Alternativa 2: Método de Barrido Hidráulico



Alternativa3: método de succión

