

### 1.3 Diagnóstico de los servicios de protección contra inundaciones

A lo largo del río Chicama, no se dispone de servicios de protección contra inundaciones.

## 2. Medidas de reducción de riesgo implementadas

Para la reducción del riesgo de inundación se plantea la construcción de un dique enrocado de 660 m en la margen izquierda del río Chicama, progresiva km 60 + 000 hasta km 60 + 660, que proteja la infraestructura de riego, los caminos de acceso, así como las áreas de cultivo en Santiago de Cao.

El proyecto es, en sí mismo, una medida de reducción de riesgo<sup>26</sup> orientado a disminuir la probabilidad de que los fuertes caudales del río o su desborde destruyan la infraestructura de riesgo o inunden las tierras agrícolas.

El dique enrocado de 660 m será construido con materiales de la zona y complementado con trabajos de descolmatación de cauces y de forestación a cargo de los beneficiarios. Estos trabajos complementarios son fundamentales para la reducción efectiva del riesgo.

### 3. Análisis beneficio-costo social del proyecto

#### 3.1 Estimación de los costos de inversión, operación y mantenimiento

En los siguientes cuadros se presentan los costos del proyecto, que vienen a ser los costos de las medidas de reducción de riesgo.

*Cuadro A-03*

#### **Costo de inversión del proyecto (En Nuevos Soles - precios privados)**

Costos directos	260 870	87 %
Costos indirectos	39 130	13 %
<b>Total</b>	<b>300 000</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Publicación 5.

Para estimar la inversión a precios sociales se ha clasificado los costos a precios de mercado según los recursos que demandará de la economía, y se aplicó los factores de corrección establecidos en el Anexo SNIP 10 de la Directiva General.

*Cuadro A-04*

#### **Costo de inversión del proyecto (En Nuevos Soles)**

<b>Rubros</b>	<b>A precios privados</b>	<b>Factor de corrección</b>	<b>A precios sociales</b>
Total	300 000		252 816
Combustible	97 212	0,66	64 160

Rubros	A precios privados	Factor de corrección	A precios sociales
Transable	54 086	1,02	55 167
No transable	52 198	0,84	44 235
MO calificada	80 239	1,00	80 239
MO no calificada	15 816	0,57	9 015
Impuestos	450	0,00	0

Fuente: Publicación 5.

*Cuadro A-05*

**Costos de operación y mantenimiento del PIP  
(En Nuevos Soles)**

Años	A precios privados	A precios sociales
Año 1	15 000	12 712
Año 2	15 000	12 712
Año 3	15 750	13 347
Año 4	15 750	13 347
Año 5	16 538	14 015
Año 6	16 538	14 015
Año 7	17 364	14 716
Año 8	17 364	14 716
Año 9	17 362	14 714
Año 10	17 362	14 714

Fuente: Publicación 5.

### 3.2 Estimación de beneficios sociales

Los beneficios de la implementación de las MRR se basan en la estimación del riesgo, es decir en el valor de los probables daños y pérdidas que se generarían si no se implementaran las medidas, en este caso en la situación “sin proyecto”.

Desde la perspectiva de la sociedad se considera como beneficios sociales la liberación de recursos (costos evitados de reconstrucción, de atención de la emergencia) y el excedente del productor (pérdidas evitadas de producción y de suelos agrícolas).

#### 3.2.1 Costo evitado de la reconstrucción

##### a) Costo evitado de la reconstrucción de la infraestructura de riego

Al tratarse de una zona agrícola, entre los beneficios de la medida de reducción de riesgo se encuentra la protección de la infraestructura hidráulica cercana al cauce del río Chicama. Se trata específicamente de proteger la toma Cartavio y los canales de derivación Chiclín y Cartavio, incluyendo las obras de arte que los conforman (un medidor y compuertas), que en el caso de fuertes caudales e inundaciones se verían destruidos, como se observó en el análisis de vulnerabilidad de las unidades productoras de bienes y servicios de la zona. El costo evitado de reconstrucción ha sido estimado considerando los costos de reconstrucción de cada uno de los diferentes elementos y se muestran en el siguiente cuadro.

*Cuadro A-06*

#### **Costo evitado de reconstrucción de la infraestructura de riego (En Nuevos Soles)**

Infraestructura hidráulica que sería destruida	Costo total de reconstrucción	
	A precios privados	A precios sociales
Dos tomas	25 000	21 186
Obras de arte (5 compuertas, 1 medidor)	30 000	25 424
Dos canales de tierra	40 000	33 898
<b>Total</b>	<b>95 000</b>	<b>80 508</b>

Fuente: Publicación 5.

Para estimar los costos sociales que se evitarán se aplicó como factor de corrección el IGV, ya que los recursos que se emplearían en la reconstrucción son básicamente materiales no transables.

### 3.2.2 Costo evitado de la reconstrucción de la infraestructura vial

En el caso de la infraestructura vial, el proyecto protegerá 4 kilómetros de caminos utilizados para la articulación con otros centros poblados y paralelamente para la vigilancia de los canales Chiclín y Cartavio. Estos caminos se encuentran clasificados como caminos rurales (vías vecinales). Según estimaciones realizadas, el costo por km es de 5 mil Nuevos Soles, por lo que el proyecto evitará un gasto de 20 mil Nuevos Soles.

*Cuadro A-07*

#### **Costo evitado de reconstrucción de la infraestructura vial (En Nuevos Soles)**

Infraestructura vial que sería destruida	Costo total de reconstrucción	
	A precios privados	A precios sociales
Caminos rurales (4 km)	20 000	16 949
Total	20 000	16 949

Fuente: Publicación 5.

La estimación de los costos sociales se efectuó aplicando como factor de corrección el IGV, bajo el supuesto de que son bienes y servicios no transables.

### 3.2.3 Beneficios indirectos del proyecto por evitar inundaciones en zona agrícola de Santiago de Cao

Inundaciones derivadas de lluvias intensas como las que ocurrieron en el FEN 1997-98, afectarían las áreas cultivadas en Santiago de Cao, generando pérdidas en la producción y de tierras cultivables. La ejecución del proyecto evitaría dichas pérdidas.

**a) Pérdidas evitadas en la producción agrícola**

Los efectos sobre la producción agrícola han sido estimados considerando los cultivos principales (caña de azúcar y maíz amiláceo), bajo el supuesto de que la pérdida de la producción corresponde al 30 % de su valor neto<sup>27</sup>, porcentaje que se asume sobre la base de información histórica de eventos similares. Se utiliza como beneficio social el valor neto de la producción (VNP), en el marco del concepto del excedente del productor.

El valor neto de la producción se basa en la estimación del valor bruto de la producción de los cultivos caña de azúcar y maíz amiláceo (Cuadro A-07.1), sus costos de producción (Cuadro A-07.2). El 30 % del VNP es el valor de las pérdidas evitadas al productor.

*Cuadro A-07.1*

**Estimación del valor bruto de la producción agrícola por campaña (En Nuevos Soles - precios privados)**

Cultivos principales	Superficie con riesgo de inundación (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Volumen de producción (TM)	Precio (S/. Por kilo)	Valor bruto de producción
Caña de azúcar	87,20	120 000	10 464	0,16	1 674 240
Maíz amiláceo	29,94	8 000	240	0,75	179 640
<b>Total</b>	<b>117,14</b>				<b>1 853 880</b>

Fuente: Publicación 5.

27 El cálculo se ha realizado bajo el supuesto de que ya se incurrió en los costos de siembra y mantenimiento (ya se realizó el cultivo). Si se supusiera lo contrario se estaría en una situación de liberación de recursos.

*Cuadro A-07.2*

**Estimación del valor neto de la producción agrícola  
(En Nuevos Soles - precios privados)**

Cultivos principales	Costo de producción por ha (S/. por ha)	Costo de producción total	Valor neto de producción	Valor de los daños (30% del valor neto)
Caña de azúcar	10 000	872 000	802 240	240 672
Maíz amiláceo	3 000	89 820	89 820	26 946
Total		961 820	892 060	267 618

Fuente: Publicación 5.

Para estimar los beneficios sociales del PIP se ha considerado que dichos productos son bienes transables y que su menor producción puede generar importaciones y, por tanto, una disminución de divisas para el país. En consecuencia, el valor para la sociedad de esta producción se medirá a través del valor social de la divisa, para lo cual se ha empleado la metodología y factor que se encuentra en el Anexo SNIP 10 de la Directiva General del SNIP. En el siguiente cuadro se muestran las pérdidas evitadas para la sociedad.

*Cuadro A-08*

**Estimación del valor social de las pérdidas evitadas  
(En Nuevos Soles)**

Cultivos principales	Valor social de las pérdidas
Caña de azúcar	245 485
Maíz amiláceo	27 485
Total	272 970

b) **Pérdidas evitadas de terrenos agrícolas**

Para la estimación del valor de la pérdida de terrenos agrícolas se ha considerado el supuesto de que la superficie que se pierde corresponde al 10 % de la superficie bajo riesgo de inundación, que se valora por la producción que se dejaría de tener a perpetuidad, por ya no disponer de estos. En el siguiente cuadro se presenta las estimaciones realizadas.

*Cuadro A-09*

**Valor de la pérdida de terrenos agrícolas  
(En Nuevos Soles - precios privados)**

Superficie afectada (ha) <sup>1</sup>	Superficie perdida (%) <sup>2</sup>	Superficie perdida (ha)	Valor de la producción (S/. por ha) <sup>3</sup>	Valor neto de la producción total	Pérdida total valor a perpetuidad <sup>4</sup>
117,14	10 %	11,71	7 615,00	89 202	892 021

1/ Superficie afectada por inundación, flujo de lodo y piedras, interrupción prolongada del riego, etc.

2/ Estimaciones PERPEC.

3/ Valor neto de producción agrícola promedio por ha /año, más un 15 % adicional por cultivos de segunda campaña.

4/ Valor actual del valor neto de la producción, asumida como renta perpetua y descontada a la tasa social (10%).

Fuente: Publicación 5.

Para la estimación del valor social de las pérdidas de producción, por no disponerse ya de los terrenos agrícolas, se ha asumido que los productos son bienes transables y por tanto la sociedad perderá divisas. El valor social de las pérdidas de los terrenos agrícolas ascendería 909 862 Nuevos Soles.

### 3.2.4 Beneficios por costos evitados de atender la emergencia<sup>28</sup>

Para que se continúe brindando el servicio en condiciones mínimas se considera que sería necesaria la limpieza del canal que permita restablecer la circulación de agua. Para la estimación se ha considerado el requerimiento de una semana de trabajos, aproximadamente, tomando en cuenta los costos por hora tanto de la maquinaria como del combustible. En el siguiente cuadro se muestra las estimaciones.

*Cuadro A-10*

#### **Costo de atención de la emergencia (En Nuevos Soles - precios privados)**

Componente	Horas de trabajo para atención de la emergencia	Costo de maquinaria (S/. por hora)	Costo de combustible (S/. por hora)	Costo total de atención de la emergencia
Limpieza canal riego	50	209	120	16 450
Total				16 450

Fuente: Publicación 5 .

Para la estimación de los costos sociales evitados se ha aplicado, a los precios de mercado, los factores de corrección de bienes transables (divisa) a los costos de maquinaria (1,02) y del factor de corrección específico a los costos de combustible (0,66). El valor social de los costos evitados en la atención de la emergencia asciende a 14 619 Nuevos Soles.

28 Si bien los costos de reconstrucción corresponden a las medidas destinadas a restablecer los servicios a los usuarios del sistema de riego, las obras de reconstrucción pueden demorar, mientras que los servicios no deben interrumpirse hasta que se lleven a cabo dichas obras. En tales casos es necesario incurrir en costos para atender la situación de emergencia de manera provisional hasta que sea posible realizar las actividades de reconstrucción.

## 4. Estimación de los indicadores de rentabilidad social

### a) Planteamiento de escenarios

De acuerdo con las recomendaciones de consultores, si el análisis de los peligros no ha permitido establecer con un nivel de certidumbre aceptable cuándo puede ocurrir el evento, puede asumirse que este podría impactar a la mitad del período de evaluación del PIP, el último año o cualquier año del horizonte de evaluación, tal como se puede apreciar en los gráficos siguientes.

Gráfico A-1

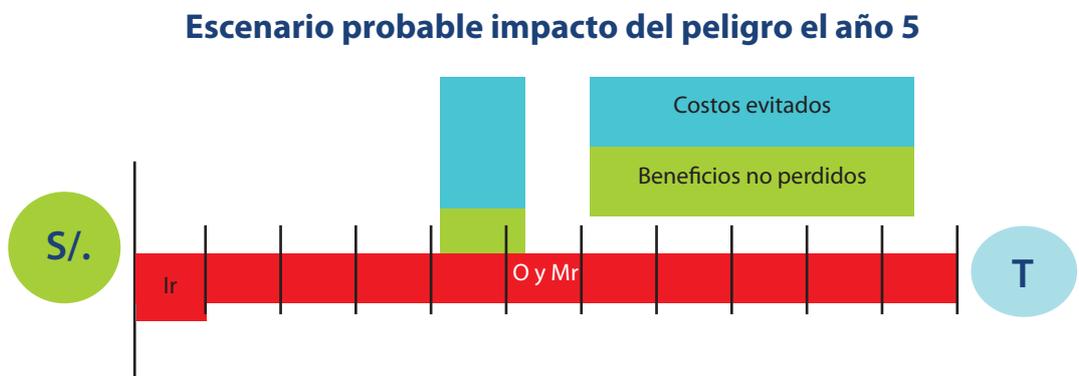


Gráfico A-2

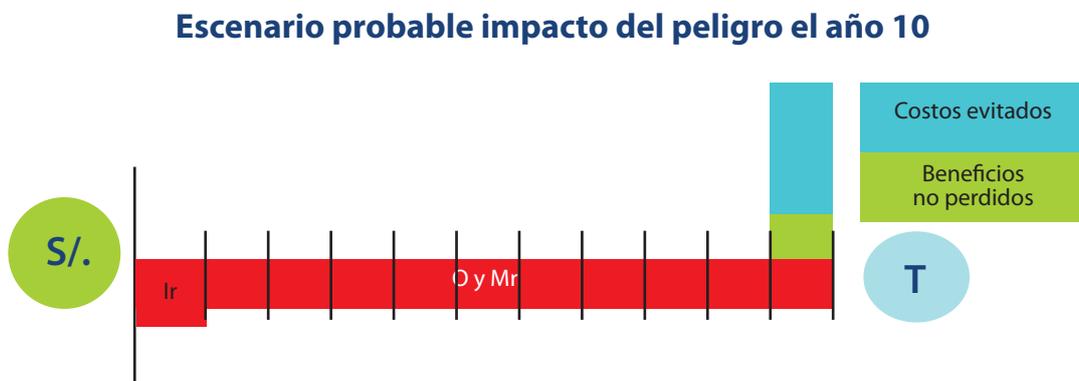
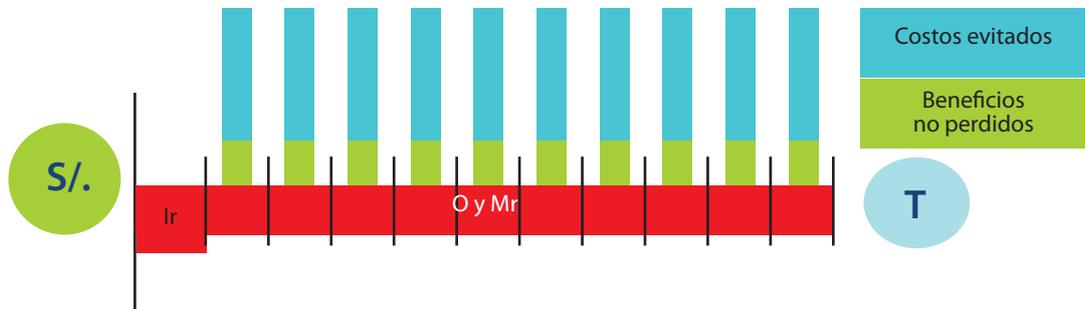


Gráfico A-3

**Escenario probable impacto del peligro entre el año 1 al 10**



En este caso, se ha considerado como variables de incertidumbre las probabilidades de ocurrencia del evento lluvias intensas - inundación y de éxito de las medidas de reducción de riesgo. Como escenarios se asumen los recomendados y, sobre la base de la información de expertos, que señalan un posible FEN con las características del 1997-98 entre el año 2012 al 2017, se ha planteado la probabilidad de que ocurra entre el primer al quinto año del horizonte de evaluación.

Sobre la base de las consideraciones expuestas se plantearon seis escenarios de análisis.

Cuadro A-11

**Combinación de probabilidades de ocurrencia del evento y de éxito de las MRR**

Escenarios	Probabilidad de ocurrencia del evento	Probabilidad de éxito de las MRR	Momento de ocurrencia del evento
Escenario 1	100 %	100 %	Año 5
Escenario 2	20 % (c/año)	100 %	Año 1 - 5
Escenario 3	100 %	80 %	Año 5
Escenario 4	20 % (c/año)	80 %	Año 1 - 5

Escenarios	Probabilidad de ocurrencia del evento	Probabilidad de éxito de las MRR	Momento de ocurrencia del evento
Escenario 5	100 %	100 %	Año 10
Escenario 6	100 %	80 %	Año 10

b) Los flujos de beneficios y costos sociales

Sobre la base de las estimaciones de los costos de inversión a precios sociales (numeral 3.1) y los beneficios sociales (numeral 3.2), se elaboraron los flujos para la evaluación, los mismos que se muestran en el siguiente cuadro.

*Cuadro A-12*

**Flujos de beneficios y costos sociales Escenario 1**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de la medida de reducción de riesgo	252 816										
Costo de operación y mantenimiento		12 712	12 712	13 347	13 347	14 015	14 015	14 716	14 716	14 714	14 714
Total de costos	252 816	12 712	12 712	13 347	13 347	14 015	14 015	14 716	14 716	14 714	14 714
Costo evitado de reconstrucción de la infraestructura hidráulica						80 508					
Costo evitado de la reconstrucción de la infraestructura vial						16 949					

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo evitado de atención de emergencia						14 619					
Costo evitado de daños a la producción agrícola						272 970					
Costo evitado de pérdida de terrenos agrícolas						909 862					
Total de beneficios						1 294 909					
Flujo neto social						1 280 894					

En el escenario 1 se atribuye al PIP el 100 % de los beneficios en el año 5 del período de operación y mantenimiento (S/. 1 294 909). En el escenario 3 es el 80 % de los beneficios estimados S/. 1 035 927 (S/. 1 294 909 x 0,8).

En el escenario 2 se atribuye al PIP beneficios anuales del 20 % de los beneficios totales estimados (S/. 1 294 909) entre el año 1 y 5, los que ascienden a S/. 258 982, dado que se espera un evento en el horizonte de evaluación que puede ocurrir cualquiera de los 5 primeros años. En el escenario 4 es similar la situación, pero esta vez se atribuye el 80 % del beneficio anual estimado en el escenario 2, lo que equivale a S/. 207 185.

En los escenarios 5 y 6 se atribuye al PIP beneficios del 100 % u 80 % en el último año del horizonte de evaluación.

**c) La estimación de los indicadores de rentabilidad social**

A continuación se presenta los indicadores de rentabilidad social en los 6 escenarios de evaluación.

*Cuadro A-13*

**Indicadores de evaluación social del proyecto**

Indicador	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6
Valor actual costos (S/.)	336 965	336 965	336 965	336 965	336 965	336 965
Valor actual beneficios (S/.)	730 942	892 495	584 754	713 996	453 858	363 086
Tasa social de descuento (S/.)	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
VANS (S/.)	467 071	644 779	306 264	448 430	162 278	62 429
TIRS	35,0 %	93,6 %	28,5 %	71,3 %	15 %	12 %
Ratio beneficio-costo	2,2	2,6	1,7	2,1	1,3	1,1

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que el PIP es socialmente rentable aún en el escenario 6, que es el más pesimista.