

(3) Comparación entre las alternativas de bocatoma y estación de bombeo

Se realizó el análisis comparativo de la toma de agua mediante una bocatoma y la estación de bombeo para el sistema de riego con aguas del río.

Cuadro de comparación de las alternativas de riego

	Bocatoma	Bombeo
Concepto de las instalaciones	Consiste en instalar una bocatoma en la Had. La Cueva y conducir el agua de riego aguas abajo desde la cota 29m a través de un canal de conducción.	Consiste en instalar una estación de bombas en Monte Galán y conducir el agua de riego aguas abajo desde la cota 42m a través de un embalse.
Area de distribución de agua y área de riego	Area de distrib. de agua: 9.000ha (de las cuales, tierras de PyM productores: 6.500ha) Area regable: 3.500ha (verano) :4.300ha(invierno)	Area de distrib. de agua: 17.000ha (de las cuales, tierras de PyM productores: 11.000ha) Area regable: 3.000ha (verano)
Toma de agua	Q=3,5 m ³ /seg (Incluyendo Q=0,5 m ³ /seg concesionado)	Q=3,0 m ³ /seg
Plan de infraestructuras	Bocatoma: 1 global Canal de conducción: 13 km C. principales: 42 km C. secundarios: 17 km	Estación de bombas: 1 global (1,5 m ³ /seg *3 bombas) Elevación total: 30m Embalse: 1 C. principales: 55 km C. secundarios: 25 km
Costo de construcción Costo de operación y mantenimiento	US\$ 28.000.000 US\$293.000/año	US\$ 17.000.000 US\$334.000/año

Economía (con riego con aguas subterráneas)		
B/C12%	1,03	1,28
B/C6%	1,94	2,20
FIRR	12,32%	14,98%
Relación con el Río Tempisque	- Todas las concesiones serán transferidas a SENARA de MINAE, y hacia el futuro SENARA manejará la totalidad del agua del río, incluyendo el caudal de mantenimiento.	- SENARA solicitará a MINAE la concesión de 3,0 m ³ /seg.
Zona de distribución de agua	- Dado que sólo se puede regar a partir de la cota 29m hacia más abajo, es necesario tomar en cuenta el riego con aguas subterráneas de las 5.500 ha de los pequeños y medianos productores que quedan fuera del área de distribución de agua por la bocatoma.	- La mayoría de los pequeños y medianos productores están ubicadas dentro del área de distribución de la estación de bombas.
Zona de riego	- Se puede regar el arroz en invierno (aproximadamente 800ha) mediante gravedad.	- Para el riego suplementario en invierno, se requiere operar las bombas.
Características de las instalaciones	- Dado que el canal de conducción es muy largo y profundo, se debe excavar gran volumen de tierra (aproximadamente 150m ³ /m) - El área de distribución de agua es limitada.	- Se requiere instalar las líneas de alto voltaje (600kw*3 unidades) - El área de distribución de agua es mayor.
Operación y mantenimiento de las instalaciones	- La operación de la bocatoma es relativamente sencilla puesto que sólo hay que manejar la compuerta. - El costo de operación es bajo.	- Se requiere el personal especializado que permanezca en la estación para operar y mantener las bombas. - El costo de operación es elevado.
Renovación de las instalaciones	- Por ser una estructura de hormigón, la vida útil es de 40 a 50 años.	- Se requiere renovar las bombas cada 15 años (US\$ 1 millón)
Manejo de parcelas y fincas	- Se lograría elevar los ingresos de las fincas y parcelas con las técnicas de manejo actuales.	- Debido al costo de agua, se requiere mejorar las técnicas de manejo de parcelas y fincas para incrementar los ingresos.
Impacto ambiental	- Va a ser fácil asegurar el caudal de mantenimiento. - Si el canal de conducción fuera cerrado, no habrán grandes impactos ambientales.	- El entorno se mantiene casi sin alterar, salvo la inundación por el embalse (de 20 a 30ha).

Si bien es cierto que el costo que recae sobre la economía de los usuarios es mayor en la alternativa de bombeo, por el grado de complejidad de las obras, monto de inversiones iniciales, etc. se considera que esta alternativa es más factible, y por lo tanto, se adoptó ésta para el proyecto.

(4) Plan de instalaciones a corto plazo

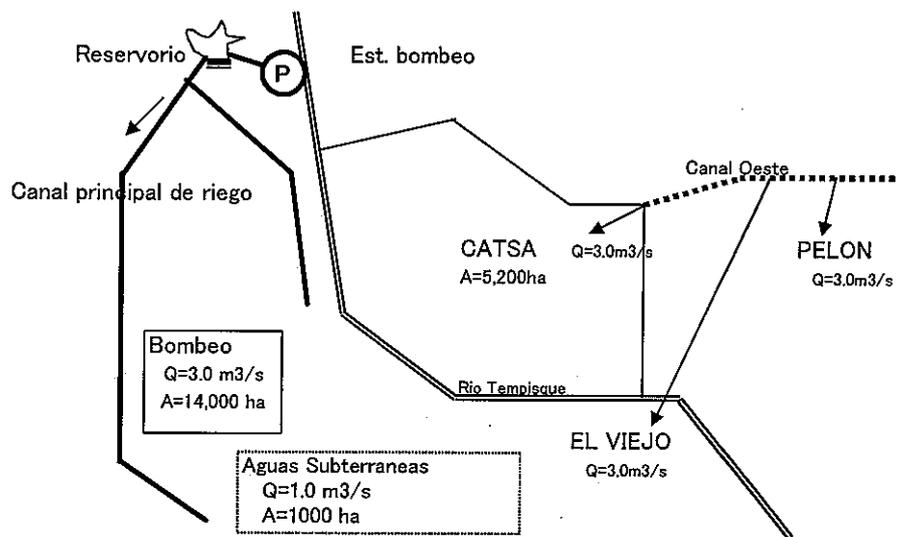
Para el plan del sistema de riego a corto plazo se conciben el sistema de riego por bombeo y el de aguas subterráneas. A continuación se resume sobre otras instalaciones, aunque todavía no se ha completado el análisis.

a. Sistema de bombeo

La Estación de Bombeo será localizada en la margen derecha del Río Tempisque, a la altura de Monte Galán, aguas arriba del Area del Estudio. Se bombearán 3,0m³/s de agua que será concesionada por MINAE. Adicionalmente, se propone construir un reservorio de regulación con una capacidad aproximada de 1.200.000 m³ cerrando la Qda. La Palma que fluye en la cercanía de la Estación. Desde

este reservorio se construirán los canales principales siguiendo las líneas topográficas, para distribuir el agua a unas 14.000ha del Área del Proyecto. A continuación se esquematiza este concepto.

[Sistema de bombeo]



1. Instalaciones de toma de agua

Las fuentes de agua estarán constituidas por la Estación de Bombeo para tomar el agua del río, y el reservorio que servirá para regular el caudal de riego.

Ubicación de la Estación de Bombeo

Por las razones que se exponen a continuación, se determinó ubicar la Estación de Bombeo en la margen derecha del río, a la altura de Monte Galán.

- El cauce y la hidrología del Río Tempisque son estables;
- el suelo de la cimentación es poco profundo, lo cual facilita el tratamiento de la cimentación;
- hay un camino de acceso cercano, y no existen viviendas, lo cual hace que sea fácil determinar el período de ejecución de obras;
- se puede construir un reservorio de regulación cercano, posibilitando distribuir las instalaciones de manera racional.

Perfil de la estación de bombeo

A continuación se presentan las principales características de la Estación de Bombeo.

Item	Características	Notas	
Sitio de proyecto	Margen derecha del Río Tempisque, a la altura de Monte Galán		
Area de cuenca	920 km ²		
Estación de Bombeo	Volumen de toma	3,0 m ³ /s	
	Elevación total	H=30 m	
	Tipo de bomba	Centrífuga ϕ 800mm (3 unidades)	Operación turnando las tres unidades
	Capacidad del motor	600kw * 3 unidades	Operación turnando las tres unidades
	Casa de bomba	Armazón de hierro 400 m ²	
	Operación	Combinación de operación por unidades y por horas	

Dos bombas estarán operándose simultáneamente, y la regulación del volumen de agua se hará mediante operación de unidades o por horas. En la temporada pico, las bombas estarán trabajando las 24 horas, por lo que habrá otra bomba de reserva, para dejar descansar una unidad.

Normalmente, se operarán las bombas en las horas nocturnas para ahorrar el costo de energía, con el sistema de control que activará o desactivará la unidad según el nivel de agua en el reservorio de regulación.

Reservorio de regulación

Se instalará el reservorio de regulación aprovechando la Qda. La Palma que está cerca de la boca de descarga de las bombas. Este reservorio tendrán las siguientes características.

Item	Características	Notas
Sitio de proyecto	Qda. La Palma, cerca de Monte Galán	
Area de cuenca	16,4 km ²	
Reservorio	Area de aguas máximas	50 ha
	Capacidad de almacenaje	1.500.000 m ³
	Nivel de agua almacenada	WL 42,00 m
Presa	Elevación de presa	EL 44,0 m
	Altura de presa	H = 15,0m (Max)
	Longitud de presa	L = 300 m
Caudal de inundaciones de diseño	40 m ³ /s	

2. Construcción de canales principales

Las propiedades pequeñas y medianas objeto del Proyecto se encuentran en forma dispersa en la margen derecha del área con una pendiente moderada hacia el río Las Palmas que atraviesa la parte central del área. Por lo tanto, el canal principal necesitará un canal que pase en las partes montañosas del oeste del área (canal principal contiguo al cerro) y otro que baje a lo largo del río Tempisque (canal principal contiguo al río).

Cultivos	Corto plazo		
	Al inicio (ha)	Canal contiguo al cerro	Canal contiguo al río
Pasto	1.264	987	277
Caña de azúcar	714	345	369
Riego incompleto	432	209	223
Arroz (invierno)	2.660	1.859	801
Total	5.070	3.400	1.670
Cultivos	Corto plazo		
	Después de 10 años (ha)	Canal contiguo al cerro	Canal contiguo al río
Pasto	0	0	0
Caña de azúcar	2.018	1.323	695
Riego incompleto	582	382	200
Arroz (invierno)	2.660	1.859	801
Total	5.260	3.564	1.696

A continuación se muestra la superficie beneficiaria en el plan de corto plazo. El caudal disponible para el desarrollo será de 2m³/s en el canal principal contiguo al cerro y de 1m³/s en el canal contiguo al río. Los datos básicos son los siguientes.

Fuente de agua	Canal principal contiguo al cerro		Canal principal contiguo al río	
	Long.(km)	Caudal (m ³ /s)	Long.(km)	Caudal (m ³ /s)
Bombeo	37,7	2,0	19,6	1,0

Canales secundarios

Dentro del área a beneficiar de pequeñas y medianas propiedades, para los bloques de riego que tienen más de 200 hectáreas se instalarán los canales secundarios derivados de los canales principales. La red de distribución está prevista con 7 rutas de la longitud total de unos 25 kilómetros con el caudal aproximado de 0,5 a 1,0 m³/s.

Obras de drenaje

Para responder a la necesidad de drenaje que se origina por el riego, en el plan de drenaje, se propone la construcción de canales secundarios de drenaje que confluyan con el río Las Palmas, de acuerdo a las condiciones topográficas, debido a que el río Las Palmas desempeña la función de canal principal de drenaje en la margen derecha del río Tempisque.

La estructura de los canales de drenaje será de tierra con la profundidad de 1,0 a 2,0 metros. En este caso, se construirán 6 canales de drenaje con la longitud total de 13 kilómetros.

Métodos de riego en las parcelas

Los cultivos objeto de riego son caña de azúcar, pasto, etc. Para la caña de azúcar, se adoptará el método de riego "con tuberías perforadas" aprovechando la pendiente topográfica, con el fin de elevar la eficiencia de riego. Este método consiste en instalar en los surcos las tuberías de PVC perforados con un determinado intervalo. Las tuberías serán trasladadas de tal manera que se pueda regar con un intervalo de diez a quince días.

a. Riego con aguas subterráneas

1. Lineamiento del desarrollo de las aguas subterráneas

Los lineamientos concretos del desarrollo de las aguas subterráneas son los siguientes.

- Seleccionar las zonas con alto potencial de aguas subterráneas por sus condiciones hidrogeológicas, y que existen dentro o cerca de la zona experiencias de haber tomado estos recursos hídricos.
- Enfocar el desarrollo a los acuíferos con alto potencial.
- El volumen de toma de los pozos serán determinados con base en los resultados de la prueba de bombeo en los pozos existentes cercanos, el constante hidrológico, etc., atribuyendo particular importancia a los datos de los pozos actualmente explotados.
- Con el fin de interferencia mutua, debe mantenerse una distancia suficiente entre un pozo y otro, con base en los resultados de la prueba de bombeo.
- La perforación se hará, básicamente, dentro del Área del Proyecto. Sin embargo, si por su hidrogeología el potencial del acuífero es bajo, se buscará la viabilidad técnica y económica de conducir el agua desde una zona cercana bajo condiciones favorables.

2. Área sujeta al riego

La margen derecha del Río Tempisque que corresponde al Area del Proyecto está constituida por faldas de los cerros formadas por sedimentos de talud, abanico aluvial formada por los tributarios, y aluvión formada por el Río Tempisque. También se distribuyen esporádicamente pequeñas lomas o depresiones pantanosas.

Los bloques de riego con aguas subterráneas serán seleccionados tomando en cuenta estas condiciones topográficas, estatigrafía local, potencial de los acuíferos, distribución de los pozos existentes, etc.

Se proponen dos zonas de riego (50 bloques) con aguas subterráneas seleccionados con base en las condiciones hidrogeológicas mencionadas, así como en el plan de riego enfocado a los pequeños y medianos productores, cuya área suma un total de 1.000ha.

Zona	Potencial aprovechable	Vol. de bombeo propuesto	Bloques	Área de riego (ha)
Zapandí Norte (norte)	35,7 millones de m ³ /año	0,57 m ³ /s	28	560
Zapandí Sur (sur)	26,7 millones de m ³ /año	0,43 m ³ /s	22	440
Total	62,4 millones de m ³ /año	1,00 m ³ /s	50	1.000

Para el plan de riego con aguas subterráneas, se propone desarrollar 50 bloques cada año (A = 100ha), para sumar en total 50 bloques en diez años (A=1.000ha).

3. Plan de instalaciones

El volumen de bombeo por cada bloque variará entre 5 y 30 lit./s dependiendo de las zonas, según las condiciones de bombeo de los pozos existentes. En el presente Proyecto se diseñarán las instalaciones para un volumen medio de bombeo de 20 lit./s.

[Dimensión de las instalaciones (por bloque)]

Instalaciones	Parámetros	Valores
Pozos	Volumen de bombeo	Entre 10 y 30 lit/s (Promedio 20 lit/s)
	Diámetro del pozo	Entre 8" y 10"
	Profundidad	Entre 30 y 60 m
Instalaciones de bombeo	Bombas	Sumergibles Entre 3" y 4"
	Accesorios	Filtro
Tubos de conducción	PVC	PVC entre $\phi 100$ y $\phi 50$ mm

4. Métodos de riego en las parcelas

Se regarán las hortalizas, melón, etc. que son cultivos de la época seca cuando hay poca lluvia. Se adoptará el riego por goteo que es un método de alta eficiencia. Hay en la zona experiencias de trabajar con este sistema, principalmente por los grandes productores, en la producción de melón y caña de azúcar.

K.3.4.4 Plan de mediano y largo plazo

La demanda de agua, el área, etc. que se exponen a continuación están actualmente revisados y pueden presentar cierto grado de error. Por lo tanto, estos datos serán verificados y definidos en la etapa del estudio en Japón.

(1) Productos objeto del riego a mediano y largo plazo

A mediano y largo plazo se estudiará el área de unas 20.500 ha que actualmente no tiene riego. En el plan de uso de la tierra y en el plan de manejo de fincas, se propone reducir unas 4.500ha de pasto y 1.000ha de caña de azúcar, que serán reconvertidas en cultivo de melón (1.800ha), caña de azúcar, mango (1.300ha) y hortalizas (1.850ha). En el siguiente cuadro se indica la superficie que se analizará en el plan de riego y drenaje de mediano y largo plazo.

Area beneficiaria a mediano y largo plazo

Cultivos	Corto plazo		Mediano y largo plazo		
	Inmediatamente después de la terminación de obras (actual)	10 años después de la terminación de obras	25 años después de terminación de obras de corto plazo	Variación (Vs. actual)	Variación (Vs. después de 10 años)
Pasto	10.635	6.635	6.195	-4.440	-440
Caña de azúcar	5.150	7.700	4.155	-995	-3.545
Arroz	4.180	4.180	4.180	0	0
Melón	0	300	1.800	1.800	1.500
Mango	230	530	1.530	1.300	1.000
Hortalizas	0	650	1.695	1.695	1.045
Otros	280	280	280	0	0
Total	20.195	19.995	19.555	-200	-440

En caso de regar toda la superficie propuesta para después de 25 años (mediano y largo plazo), se requerirá un caudal aproximado de 27 m³/s en hora pico de la época seca, el cual no podría ser satisfecho aunque se construyeran las dos presas de La Cueva y de Piedras.

Requerimiento de agua (m³/s)

Cultivos	(ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Caña de azúcar	4.155	3,33	6,48	6,98	7,46	1,66	0,92	3,08	2,18	0,03	0,03	1,49	4,19
Arroz	4.180	5,73	6,56	7,42	5,30	0,00	0,00	2,10	1,63	0,02	0,02	0,00	2,31
Pastos	6.195	4,87	6,60	8,11	8,42	0,39	0,00	2,77	1,39	0,00	0,00	0,67	4,50
Maíz	280	0,18	0,21	0,25	0,39	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,36
Frijol	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Melón-Sandía	2.700	3,12	1,98	1,91	2,03	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,45	2,91
Hortalizas	950	0,61	0,70	0,67	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,66
Frutales	1.530	1,55	1,85	1,84	1,65	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,13	1,30
Total	19.990	19,38	24,38	27,19	26,44	2,14	0,92	8,72	5,21	0,05	0,04	3,18	16,22

En cuanto a la construcción de las presas, debido a que existen varios temas a estudiar para su ejecución y el costo es muy elevado, se considera difícil su construcción. En el presente Informe, se analizaron como fuentes de agua la Presa de Piedras (6.5m³/s), la Presa de La Cueva (6 m³/s), nueva concesión de agua (3 m³/s) y aguas subterráneas (1m³/s), suponiendo la posibilidad de construcción de ambas presas a mediano y largo plazo.

Fuentes de agua		Caudal de fuente (m ³ /s)	Notas
Presa de Piedras	Río Piedras	6,5	
Presa de La Cueva	Río Tempisque	6	
Derechos nuevos	Río Tempisque	3	
Aguas subterráneas	aguas subterráneas	1	
Total		16,5	

Las presas La Cueva y Piedras requieren de una inversión que va de 70 a 80 millones de dólares, y de aproximadamente 7 años para la construcción de obras. Además, se considera difícil financieramente construir simultáneamente las dos presas. La Presa de La Cueva, por su ubicación, regará principalmente la margen derecha del Río Tempisque, mientras que la Presa Piedras la margen izquierda. Debido a la predominancia de las áreas sin riego de los pequeños y medianos productores en la margen derecha, se considera que la Presa de La Cueva es más prioritaria que Piedras. Por lo tanto, en este análisis, se ha supuesto que se inicia la construcción de la Presa de La Cueva al Año 11 de haber terminado la construcción de las principales obras contempladas para el corto plazo, y al Año 15 cuando la parte gruesa de las obras haya concluido, se iniciará la construcción de la Presa Piedras. Las obras de la Presa La Cueva estaría terminando en el Año 17, y las de Piedras, en el Año 21. A continuación se presenta una estimación del área de siembra de cada cultivo, suponiendo que se hayan cumplido las metas de uso de las tierras propuestas para el año horizonte a corto plazo (diez años después) y en el año horizonte a mediano y largo plazo (25 años después).

Evolución del área sujeta al plan de mediano y largo plazo (ha)

Años después de la terminación de obras de corto plazo	Plan de corto plazo		Obras de Presa de La Cueva		Inmediatamente después de la terminación de Presa Piedras	Año horizonte Mediano y largo plazo
	Al inicio (Actual)	Año horizonte	Inmediatamente antes	Inmediatamente después		
	Año 1	Año 10	Año 17	Año 18		
Pasto	10.635	6.635	6.430	6.400	6.283	6.195
Caña de azúcar	5.150	7.700	6.046	5.809	4.864	4.155
Arroz (inundado)	4.180	4.180	4.180	4.180	4.180	4.180
Melón	0	300	1.000	1.100	1.500	1.800
Mango	230	530	997	1.063	1.330	1.530
Hortalizas	0	650	1.138	1.207	1.486	1.695
Otros	280	280	280	280	280	280
Total	20.475	20.275	20.070	20.040	19.923	19.835

Se supone que hasta que se termine de construir la Presa de La Cueva, el Área del Proyecto será regado por el bombeo y las aguas subterráneas, y posteriormente, estas fuentes serán sustituidas por la Presa. La margen izquierda que será regada por la Presa Piedras, habrá un sobrante de caudal puesto que las áreas sin riego son pocas. Se ha supuesto que este sobrante podrá ser utilizado en la margen derecha, mediante el proceso de renovación de las concesiones. Adicionalmente, también se ha supuesto los proyectos de mini-riego concluirán en corto plazo. Con base a esta hipótesis, se ha elaborado la estrategia de definición del área de riego según rubros de la siguiente manera.

Cultivos	Razones
Pasto	Se estima que el cultivo de pasto bajo riego va a ser dos ó tres veces mejor que el cultivo sin riego. Sin embargo, cuando el caudal es limitado, el pasto tendrá menor prioridad. En cuanto a la margen izquierda, se propone regar las áreas actualmente sin riego, pero en la margen derecha, se dará mayor prioridad a otros cultivos.
Caña de azúcar	Mediante el riego aumentará la producción de caña de azúcar en un 80%. El riego de caña de azúcar tiene un alto efecto económico, además que este cultivo tiene un mercado estable. Por lo tanto, se propone regar mayor área posible. Al mismo tiempo, se estudiará la posibilidad de aplicar el riego incompleto, que consiste en dejar de regar en marzo y abril
Arroz	Se propone beneficiar todo el área actual sin riego con el riego suplementario en invierno. En la margen derecha, el riego será destinado principalmente a los pequeños y medianos productores, puesto que va a ser limitado el caudal disponible. En la margen izquierda, se puede regar la totalidad del área.
Melón	Para la producción del melón es indispensable el riego. Se propone regar la totalidad del área considerando su alta rentabilidad. Se ha supuesto que el área de melón va a incrementar en la margen derecha, con los pequeños y medianos productores que hayan logrado mejorar el manejo de sus fincas.
Mango	En el cultivo de mango, se notan los efectos del riego, pero tales efectos no son siempre necesarios. Además el aumento de los ingresos con los efectos del riego no podría ser grande. Por estas razones no se regará.
Hortalizas	El riego es necesario en invierno, y también para fomentar el proceso de diversificación. Por lo tanto se regará todo el área de producción de hortalizas. También en este rubro, se ha considerado que el área de producción aumentará principalmente en la margen derecha.
Otros	Además de los cultivos anteriores, el maíz y frijoles se cultivan para su propio consumo. Ellos se encuentran cerca de cerros y en lugares relativamente altos, lo cual dificulta el riego por gravedad. Por esta razón no se regará.

Con base a estos lineamientos, se ha definido el área regable de la siguiente manera, conforme a la variación temporal del área sembrada.

Area regable (ha)						
	Corto plazo	Obras de Presa de La Cueva		Presa Piedras		Plan de mediano y largo plazo
Años después de terminación de obras de corto plazo	Año horizonte	Inmediatamente antes de terminación	Inmediatamente después de terminación	Inmediatamente antes de terminación	Inmediatamente después de terminación	Año horizonte
	Año 10	Año 17	Año 18	Año 21	Año 22	Año 25
Fuente de agua	Bombeo + aguas subterráneas		La Cueva	La Cueva + Piedras		
Pasto	0	0	0	0	1.360	1.360
Caña de azúcar	2.018	1.379	3.498	3.255	4.490	4.275
Caña de azúcar (riego incompleto)	582	561	975	980	1.770	1.720
Arroz (invierno)	2.666	2.666	2.660	2.660	4.180	4.180
Arroz (verano)	0	0	1.330	1.330	2.850	2.850
Melón	300	1.000	1.100	1.400	1.500	1.800
Mango	0	0	0	0	0	0
Hortalizas	650	1.138	1.207	1.416	1.486	1.695
Otros	0	0	0	0	0	0
Total	6.216	6.744	10.770	11.042	16.306	16.550

Para la construcción de las presas, es necesario agotar el estudio necesario sobre la viabilidad, potencial, el impacto ambiental, etc. además de superar la factibilidad económica en este momento. En el presente Estudio, se plantea el plan de mediano y largo plazo suponiendo que dichos aspectos hayan sido superados.

(2) Análisis del caudal de diseño

El caudal concesionado en la margen izquierda suma un total de 4,5 m³/s (actualmente 7,5 m³/s). Si a este caudal se agregan otros 4,5m³/s del Canal Oeste y 6,5m³/s de la Presa Piedras, el caudal disponible sumaría un total de 15,5m³/s. El caudal de diseño será analizado tomando en cuenta esta posibilidad.

Margen izquierda (relacionada con la Presa de Piedras) :

Area del análisis (ha)

Margen izquierda	Area de riego adicional
Todo el área	3.180
Pasto	1.360
Caña de Azúcar	300
Arroz	1.520

Requerimiento de agua (m³/s)

Plan de uso de agua: Presa Piedras (m ³ /s)													
Cultivos	(ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Caña de azúcar	300	0,24	0,47	0,50	0,54	0,12	0,07	0,22	0,16	0,00	0,00	0,11	0,30
Arroz	1.520	2,08	2,38	2,70	1,93	0,00	0,00	0,76	0,59	0,01	0,01	0,00	0,84
Pasto	1.360	1,07	1,45	1,78	1,85	0,09	0,00	0,61	0,31	0,00	0,00	0,15	0,99
Total	3.180	3,39	4,30	4,98	4,32	0,21	0,07	1,59	1,06	0,01	0,01	0,25	2,13

Aún cuando se riegue a la totalidad del área sin riego de la margen izquierda, la demanda es alrededor de $5\text{m}^3/\text{s}$, y se considera que el sobrante de $1.5\text{m}^3/\text{s}$ podría aprovecharse en la margen derecha aprovechando el proceso de renovación de concesiones.

El caudal de diseño sería el siguiente:

Caudal de la Presa de Piedras: $6,5\text{m}^3/\text{s}$

Caudal del Canal Oeste: $15+6,5=21,5\text{m}^3/\text{s}$

Margen derecha (relacionada con la Presa de La Cueva) :

En el caso de utilizar la Presa La Cueva como fuente de agua, el caudal disponible incluirá: $6\text{m}^3/\text{s}$ de la Presa de La Cueva, $3\text{m}^3/\text{s}$ de la nueva concesión, $1\text{m}^3/\text{s}$ de aguas subterráneas y $1,5\text{m}^3/\text{s}$ de trasvase de Piedras, sumando un total de $11,5\text{m}^3/\text{s}$.

Area del análisis (ha)

Cultivos	18 años después de la construcción de presas	Año horizonte Año 25
Pasto	5.040	4.835
Caña de azúcar	5.509	3.855
Arroz	2.660	2.660
Melón	1.100	1.800
Hortalizas	1.207	1.695
Total	15.517	14.845

Con $11,5\text{m}^3/\text{s}$ del mes de marzo se puede regar las siguientes áreas:

Demanda de agua (m^3/s)

Plan de uso de agua: 18 años después de la construcción de la Presa de La Cueva (m^3/s)													
Cultivos	(ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Caña de azúcar	3.498	2,80	5,46	5,88	6,28	1,40	0,78	2,59	1,84	0,02	0,02	1,26	3,53
Caña de azúcar (incompleto)	975	0,39	0,76			0,20	0,11	0,36	0,26	0,00	0,00	0,17	0,49
Arroz	2.660	1,82	2,09	2,36	1,69	0,00	0,00	1,34	1,04	0,01	0,01	0,00	0,73
Pastos		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Melón-sandía	1.704	1,97	1,25	1,21	1,28	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,28	1,83
Hortalizas	604	0,39	0,44	0,43	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,42
Mango		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	9.440	7,37	10,00	9,87	10,00	1,59	0,88	4,62	3,13	0,04	0,04	1,89	7,01

Nota) El área de riego de arroz en verano es de 1.330ha. La demanda de agua total hasta que la Presa Piedras entre en operación, será de $10\text{m}^3/\text{s}$.

Plan de uso de agua: Año horizonte 25 – plan de mediano y largo plazo Presa La Cueva (m^3/s)													
Cultivos	(ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Caña de azúcar	4.093	3,28	6,39	6,88	7,34	1,64	0,91	3,03	2,15	0,03	0,03	1,47	4,13
Caña de azúcar (incompleto)	1.748	0,70	1,36			0,35	0,19	0,65	0,46	0,01	0,01	0,31	0,88
Arroz	2.660	1,82	2,09	2,36	1,69	0,00	0,00	1,34	1,04	0,01	0,01	0,00	0,73
Pasto		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Melón-Sandía	2.508	2,90	1,84	1,78	1,88	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,41	2,70
Hortalizas	708	0,45	0,52	0,50	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,50
Mango		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	11.716	9,15	12,20	11,52	11,80	1,99	1,10	5,50	3,65	0,05	0,04	2,41	8,94

Nota) El área de riego de arroz en verano es de 1.330ha. Si bien es cierto que habrá mayor demanda en febrero y abril, debido al caudal suministrado por Piedras, el mes más crítico vendría a ser marzo.

Alternativa con la Presa de La Cueva: Caudal de diseño 11,2m³/s(Presa: 6,0m³/s, nueva concesión: 3,0m³/s, sustitución de agua por la cuenca Piedras: máximo 2,2m³/s)

Para las aguas subterráneas, se seguirán adoptando los mismos lineamientos que el plan de corto plazo.

Perfil de estructuras para la fuente de agua

Las características principales del plan para la Presa de Piedras son las siguientes:

Item		Características	Notas
Sitio del plan		Sitio de Tamarindo, Río Piedras	
Area de cuenca		275 km ²	
Embalse	Area de embalse lleno	830 ha	
	Almacenamiento bruto	83.000 mil m ³	
	Nivel de almacenamiento	W.L 52,50 m	
Presa	Tipo	Presa de enrocado con núcleo	
	Altura de presa	35,00 m	
	Longitud de presa	750,00 m	
	Ancho de presa	10,00 m	
Pendiente		1:2,25 aguas arriba 1:2,0 aguas abajo	
Crecida de diseño		1.850 m ³ /s	Período de retorno de 100años

Además la Presa de Piedras tiene las siguientes características:

- Las zonas potenciales para la construcción de la Presa tienen una formación gruesa de sedimentos aluviales con el lecho de roca profundo.
- Estará ubicada cerca del Canal Oeste del plan de riego de Tempisque, lo cual facilitará la conducción de agua en dicho Canal.
- La zona prevista para el embalse es de tierra no fértil con cenizas volcánicas y rocas rodadas y actualmente se utiliza para la ganadería.
- Cerca de la zona prevista está ubicada la Reserva Biológica Lomas de Barbudal.
- La conducción del agua hacia el Área del Proyecto provocará el cambio de cuenca.
- Se necesitará el estudio de impactos ambientales en el Parque Nacional Palo Verde.

Las características principales del plan para la Presa La Cueva son las siguientes:

Item		Características	Notas
Sitio del plan		Río Tempisque Cerca de la Hacienda La Cueva	
Area de cuenca		633 km ²	
Embals	Area de embalse lleno	1.300 ha	
	Capacidad total	80.000.000m ³	
	Nivel de almacenamiento	WL. 73,6 m	
Presa	Tipo	Presa de enrocado con núcleo	
	Altura de presa	43,00 m	
	Longitud de presa	350,00 m	
	Ancho de presa	10,00 m	
	Pendiente		1:3,0 aguas arriba 1:2,5 aguas abajo
Crecida de diseño		1.900 m ³ /s	Período de retorno de 100años

La Presa de La Cueva presenta las siguientes ventajas.

- No implica el trasvasar el agua de una cuenca a otra.
- Se ubicará inmediatamente aguas arriba de la zona beneficiaria, y está cerca de los bloques de riego.
- Permite asegurar el caudal de mantenimiento.
- Es efectivo también en la recarga de los acuíferos.
- En el futuro, se puede regular las inundaciones dependiendo de cómo se opere el nivel de agua.

Canales principales

El concepto básico que se aplica a la margen derecha es igual que el del plan de corto plazo. En cuanto a la margen izquierda, se responderá a la necesidad mediante la prolongación del Canal Oeste. En las condiciones actuales, todo el área de la margen izquierda no podrá cubrirse por el agua del Canal Oeste debido a la elevación alta del nivel de agua en el extremo del Canal.

Actualmente el Canal Oeste de tipo abierto está siendo construido por la SENARA para la prolongación total de unos 35 kilómetros desde el río Piedras a la CATSA. El Canal aumentará una caudal de 7,5 a 15,0 m³/s con el ancho de agua de 7 a 10 metros y profundidad de 2,4 a 3,5 metros.

En caso de construirse la Presa de Piedras, el caudal de dicho Canal tendrá unos 6,5 m³/s más y el caudal de diseño será de 14,0 a 21,5 m³/s. Para responder a este aumento del caudal, se incrementará la altura del Canal en un metro aproximadamente.

Obras de canales secundarios

A los canales secundarios de la margen derecha, se aplicará el concepto del plan de corto plazo. En la margen izquierda, se responderá con la red de canales existente.

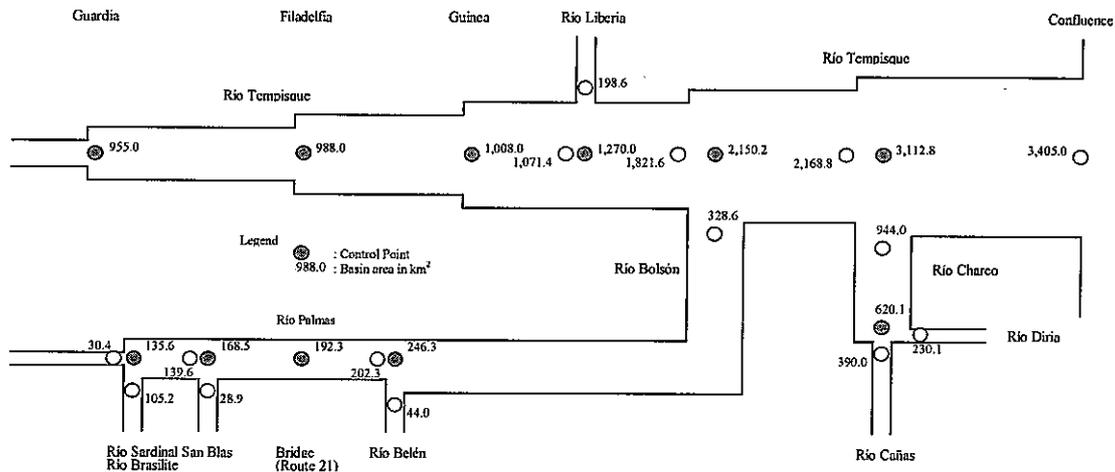
K.3.5 Plan de Prevención de Inundaciones

El objetivo del presente Plan es, a corto plazo, “lograr el desarrollo agrícola sostenible de los pequeños y medianos productores”, y a mediano y largo plazo es “hacer realidad la imagen futura de la agricultura de la región”. Por lo tanto, el objetivo a corto plazo del Plan de Control de Inundaciones se define principalmente la estabilización del manejo de fincas y protección de las tierras agrícolas mediante mitigación de los daños de inundaciones.

K.3.5.1 Condiciones del Plan de Prevención de Inundaciones

(1) Sitios de Referencia

Los sitios de referencia para diseñar las medidas de prevención de las inundaciones fueron identificados tomando en cuenta la concentración de la población y bienes dentro y alrededor del Área en Estudio, distribución geográfica de los daños ocurridos, secciones angostas del río y confluencia con los tributarios. Los sitios identificados son 11: seis en el Río Tempisque (Guardia, Filadelfia, La Guinea, confluencias con los ríos Liberia, Bolsón y Charco); cuatro en la cuenca de los ríos Las Palmas - Bolsón (confluencias con los ríos Sardinal - Brasilito, San Blás, Puente de la Ruta Nacional No. 21, y la confluencia con el Río Belén), y uno en la cuenca de los ríos Cañas - Charco (confluencia con el Río Diria). En el siguiente diagrama se muestra la ubicación y el área de las cuencas seleccionadas en el Estudio.



(2) Volumen Estándar de Inundaciones

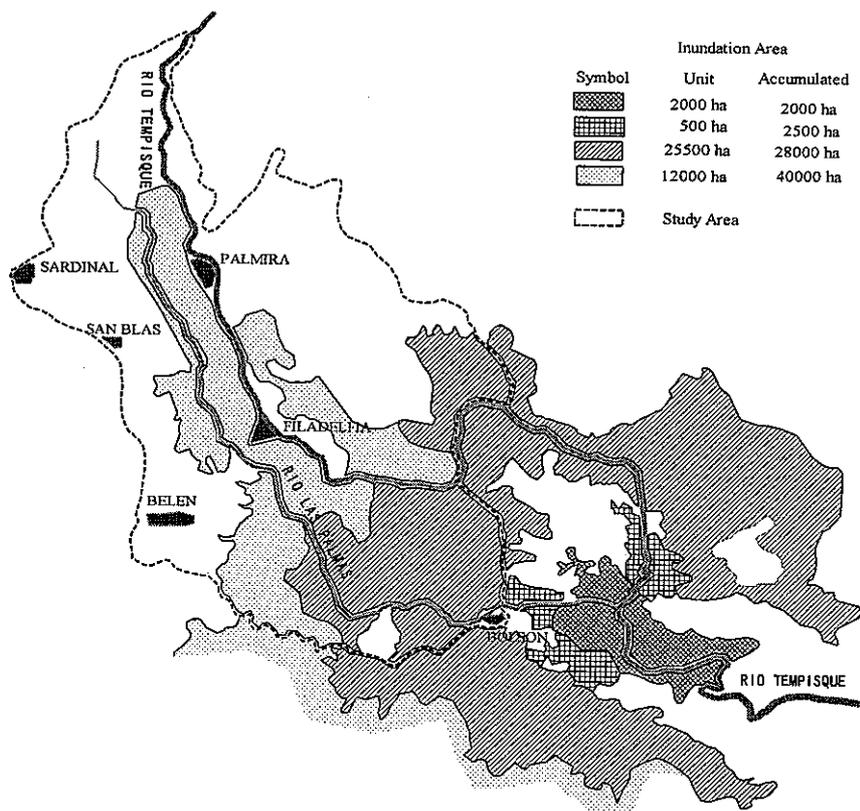
Se desarrolló un modelo de precipitación - descarga con el fin de determinar el volumen base de inundaciones en los sitios de referencia. Para los efectos se utilizó el modelo de tanques en serie que consiste en esquematizar en un modelo el mecanismo de escurrimiento de la cuenca combinando varios tanques tipo almacenaje. La precipitación base en cada sitio de referencia se definió mediante la precipitación calculada según proporción de área de las estaciones meteorológicas seleccionadas mediante el método Thiessen, y como la precipitación de base para el proyecto, se adoptó la precipitación de tres días continuos. Se adoptó el patrón de precipitación de diseño con un pico en el centro. Debido a la indisponibilidad de los datos de precipitación horaria en cada una de las estaciones meteorológicas, la intensidad horaria de lluvias fue calculada con base en la precipitación diaria. De la precipitación probable de tres días continuos y de la intensidad de lluvias, descritas anteriormente, se determinó la hietografía de cada año de probabilidad con aplicación de la fórmula Talbot.

El volumen máximo de inundaciones en cada sitio de referencia según los resultados del cálculo se resume en el siguiente cuadro. Los términos "aguas arriba" y "aguas abajo" de los tributarios que aparecen en el cuadro significan antes o después de la confluencia con el Río Tempisque, respectivamente.

Location	Basin No.	Basin Area (km ²)	Probable Year					Unit: m ³ /sec
			1/5	1/10	1/20	1/30	1/50	
Río Tempisque								
Guardia	1,2	955,0	921	1276	1730	1970	2347	
Filadelfia	3	988,0	950	1318	1786	2036	2437	
Guinea	4	1008,0	969	1344	1801	2077	2478	
Río Liberia	Upstream	5	1071,4	1023	1403	1913	2183	2609
	Downstream	6	198,6	179	250	338	381	450
Río Bolsón	Upstream	7	1270,0	1165	1599	2200	2492	2977
	Downstream	15	1821,6	1587	2170	2928	3348	3975
Río Charco	Upstream	16	328,6	300	438	596	685	823
	Downstream	19	2150,2	1861	2526	3439	3930	4679
Confluence	Upstream	20	2168,8	1877	2547	3469	3960	4719
	Downstream	19	944,0	838	1168	1624	1859	2234
Río Palmas-Bolsón								
Río Sardinal-Brasilite	Upstream	8	3112,8	2629	3564	4937	5597	6696
	Downstream	20	3405,0	2863	3822	5244	5934	7152
Río San Blas	Upstream	8	30,4	33	46	62	70	83
	Downstream	9	105,2	109	160	220	252	304
Bridge(R21)	Upstream	10	135,6	138	199	270	310	374
	Downstream	11	139,6	142	201	278	319	384
Río Belén	Upstream	11	28,9	33	47	64	73	87
	Downstream	12	168,5	168	243	334	381	458
Confluence	Upstream	12	192,3	187	273	375	431	514
	Downstream	13	202,3	196	285	390	447	535
Río Cañas-Charco	Upstream	14	44,0	51	74	103	117	144
	Downstream	15	246,3	241	344	475	548	656
Río Diria								
Río Diria	Upstream	17	328,6	300	438	596	685	823
	Downstream	18	390,0	396	578	814	945	1152
Confluence	Upstream	18	230,1	212	306	416	478	572
	Downstream	19	620,1	582	853	1187	1371	1668
Río Cañas-Charco								
Río Cañas-Charco	Upstream	17	390,0	396	578	814	945	1152
	Downstream	18	230,1	212	306	416	478	572
Confluence	Upstream	19	620,1	582	853	1187	1371	1668
	Downstream	19	944,0	838	1168	1624	1859	2234

(3) Elementos y áreas objeto de la prevención de inundaciones

Tal como se describió en el apartado de la situación actual del Area en Estudio, la mayoría de los daños de inundaciones estacionales es producida por el desbordamiento del agua del Río Tempisque por falta de capacidad de escurrimiento en el sector de La Guinea, la cual es drenado en dirección de los ríos Palmas y Bolsón, donde a su vez, presenta el desbordamiento por falta de capacidad en las localidades de Corralillo, Ortega y Bolsón. El área afectada constantemente por el estancamiento de agua representa aproximadamente 28.000ha (incluye las 3.000 ha aproximadamente del área influenciada por las mareas y unas 600ha del Parque Nacional Palo Verde), que son tierras con elevaciones menores a 10 m.s.n.m. Sin embargo, la cuenca de los ríos Palmas - Bolsón que discurren dentro del Área en Estudio, sólo tiene una extensión de 300km² y son angostos no tienen capacidad suficiente para poder recibir el agua desbordada del Tempisque. Esta situación hace que cuando lleguen inundaciones grandes, el agua del Río Tempisque se desborda también aguas arriba de Filadelfia, y los ríos Tempisque y Las Palmas forman una sola corriente.



Por lo tanto, el plan de prevención de inundaciones a ser propuesto dará mayor prioridad a la mitigación de los daños de las inundaciones en las áreas constantemente afectadas, y consistirá, básicamente, en tratar en el propio cauce de cada río las aguas de las inundaciones de hasta una determinada magnitud (volumen proyectado de las inundaciones). Adicionalmente, se propone diseñar un plan que garantice la seguridad de la vida humana, aún en las inundaciones que superen la magnitud proyectada. Los aspectos fundamentales del plan de prevención de las inundaciones son los siguientes:

- Mitigar el desbordamiento del agua de la margen derecha de la cuenca media del Río Tempisque;
- Facilitar el escurrimiento de las aguas de los ríos Palmas - Bolsón;
- Proteger los poblados de Filadelfia, La Guinea y Corralillo donde ocurren los grandes daños del estancamiento del agua;
- Asegurar las vías de comunicación de Ortega y Bolsón que, si bien es cierto que los daños son menores por ubicarse a determinadas elevaciones, suelen quedarse aislados al inundarse los caminos.

K.3.5.2 Análisis de las diferentes alternativas de prevención de inundaciones

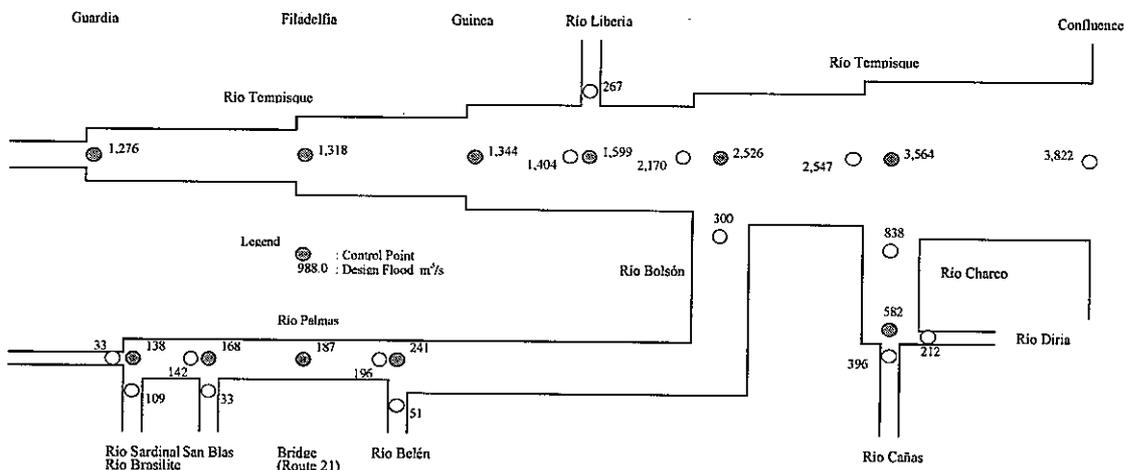
Tomando en cuenta los elementos y las áreas que deben protegerse contra las inundaciones, se conciben diferentes métodos de manejo viables en el marco del presente Plan. Estos son: mejoramiento de cauces, construcción de la presa de control hidrogeológico, diques perimetrales, y "válvula de escape". Para determinar la magnitud idónea de cada obra en el Area en Estudio, es necesario buscar la posibilidad de aprovechar la infraestructura de prevención de inundaciones existente, y basarse en la filosofía de convivir con las inundaciones, considerando los ríos como elementos naturales, y no tratar de encerrar las aguas en los cauces.

(1) **Alternativa de mejoramiento de los cauces actuales**

Para el componente mejoramiento de los cauces, el Plan contemplará manejar las inundaciones de los ríos en el propio cauce de cada río, dejando como tal los cauces actuales influenciados por las mareas, conservándolos como zonas inundables.

El tramo del Río Tempisque que se propone analizar, abarcará desde Guardia (extremo aguas arriba de la llanura aluvial) hasta el Canal de SENARA, por un largo de 40km, y se excluirá el tramo aguas abajo del Canal de SENARA vinculado con el Parque Nacional Palo Verde. El tramo desde Guardia hasta Palmira tiene actualmente una sección de $1.700\text{m}^3/\text{s}$ aproximadamente que corresponde al caudal con probabilidad de excedencia de 20 años. Mientras tanto, el caudal de la misma probabilidad de excedencia en la confluencia y Liberia, donde la sección es la más reducida dentro del tramo estudiado, se calcula en $1.800\text{m}^3/\text{s}$, lo que quiere decir que en este tramo se requiere de 6 veces la sección actual. Considerando estas condiciones, en este tramo el caudal de proyecto se define en el caudal base de 10 años de probabilidad de excedencia. El mejoramiento de la sección consistirá, básicamente, en mantener la pendiente del cauce y utilizar la sección actual como canal de temporada, y en crear la zona de inundación construyendo el dique que cubra la sección faltante. El dique será construido en la margen derecha que es más bajo que la margen izquierda, en un tramo de 13km, excluyendo el tramo que ya cuenta con un dique existente (de 14km). Aguas abajo de La Guinea se ampliará el río hacia la margen izquierda con el fin de asegurar la sección de escurrimiento de agua. En el río Las Palmas - Bolsón, por su parte, el cauce se hace más angosto en el tramo desde la confluencia con el Río Belén hasta la confluencia con el Río Tempisque, por lo que se contempla ampliar un tramo de 16,5km desde la confluencia con el Río Belén hasta Puerto Ballena (límite del área de influencia de las mareas) con el fin de mitigar el desbordamiento y estancamiento del agua en la cuenca media. Debido a que la mayor parte de las márgenes de los ríos está destinado a la agricultura extensiva, no se propone asegurar el cauce de las aguas mediante la construcción de los diques. Tampoco el Plan incluirá el "atajo" con el fin de proteger los bosques ribereños, determinando el volumen proyectado de inundaciones en cinco años de probabilidad de retorno.

En la siguiente figura se muestra el volumen proyectado de inundaciones para las obras de mejoramiento de los cauces. El caudal de los ríos Tempisque y Liberia se determina en 10 años de probabilidad de excedencia, mientras que en los demás ríos, en cinco años de probabilidad.



(2) Alternativa de construcción de presas

Para el plan de construcción de la presa en la cuenca del Río Tempisque, se analizó principalmente la posibilidad de ubicar en las cercanías de La Cueva, para asegurar el agua de riego. Los efectos de regulación de las inundaciones que tendrá dicha presa, identificados utilizando los resultados del análisis, son los siguientes:

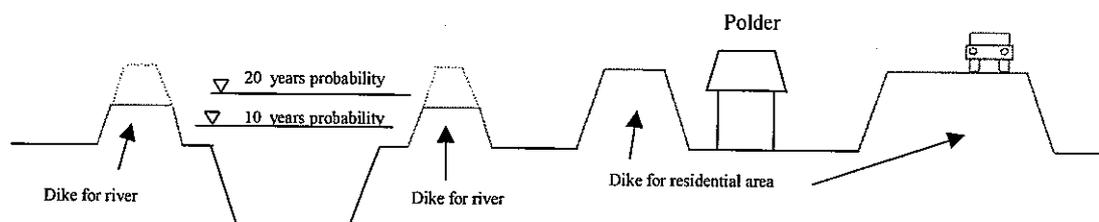
- La alternativa de regular las inundaciones sólo con la presa, no elimina el desbordamiento del río que se produce estacionalmente en La Guinea.
- En el caso de construir una presa y mejorar el cauce del río (aplicando una probabilidad de retorno de 10 años), como se describió anteriormente, el río podrá soportar las inundaciones con períodos de retorno de hasta 25 años, si la presa tuviese una capacidad de regulación de unos 80 MMC.

Para la alternativa de construir una presa, se debe hacer una comparación de la dimensión de la presa y de la sección a ser mejorada del río. Tomando en cuenta el lapso de tiempo entre la terminación de la construcción hasta la puesta en marcha de la presa, se debe considerar el efecto regulador de las inundaciones de la presa como una medida de seguridad adicional en el Area en Estudio, lo que no debe reducir la magnitud de las obras de mejoramiento del cauce del río.

(3) Alternativa de construcción de diques perimetrales

La construcción de diques perimetrales que circundan los poblados para proteger la vida humana, viviendas y otros bienes es una modalidad utilizada tradicionalmente en las tierras bajas propensas a sufrir constantes daños de las inundaciones. Esta medida es adecuada para aplicarse en el Area en Estudio donde las comunidades son pequeñas y dispersas, a fin de proteger los poblados. El Plan contemplará construir los diques perimetrales en tres comunidades: Filadelfia, La Guinea y Corralillo.

Al mismo tiempo, se propone elevar el terraplén de los principales caminos existentes para no aislar las comunidades durante las inundaciones. Las estructuras de los diques perimetrales y las obras de elevación de los caminos serán diseñadas para soportar la elevación del nivel de agua, con un caudal cuya probabilidad sea de 1/20 años para el Río Tempisque, protegiendo contra el desbordamiento. En el siguiente cuadro se presenta el alcance de las obras:



Obras	Sitios	Longitud (km)	Observaciones
Diques perimetrales	Filadelfia	14	1 instalación de evacuación
	La Guinea	8	1 instalación de evacuación
	Corralillo	9	1 instalación de evacuación
Total		31	3 conductos de evacuación
Elevación de caminos	Filadelfia-Belén	6	Un puentes
	Filadelfia-Corralillo	10	-
	Palo Blanco-Guinea	5	-
	Corralillo-El Viejo	4	Un puente
	Hac El Viejo-Bolsón	3,5	Un puente
Total		28,5	Tres puentes

(4) Alternativa de construcción de embalses

Al tomarse en cuenta los patrones actuales de uso del suelo, se considera adecuado no proyectar la construcción de los diques en el área influenciada por las mareas de la cuenca baja del Río Tempisque, ni en la cuenca baja de los ríos Bolsón - Charco, sino tolerar el desbordamiento de agua en ambas riberas durante las inundaciones. Se efectuaron los estudios para minimizar los daños mediante la construcción de pequeños reservorios de retardación de flujo en el área, pero se encontró que no existen infraestructuras con suficiente eficacia, por lo que en el Area del Estudio no se propone construir tampoco este tipo de Reservorios.

(5) Alternativa de construcción de la "Válvula de Escape"

Esta alternativa consiste en derivar parte del agua o desviarla hacia otras áreas, a fin de reducir el volumen de agua que se debe manejar en el cauce principal del Río Tempisque. Se conciben tres posibles rutas para aliviar las inundaciones en las cercanías de Filadelfia. Estas rutas son las siguientes:

- Descarga de parte del agua de las inundaciones desde Monte Galán hacia el Golfo de Papagayo (Océano Pacífico) mediante un túnel.
- Descarga de parte del agua de las inundaciones desde Palmira hacia el Río Liberia (con el debido mejoramiento del cauce del Río Liberia) mediante canal
- Descarga de parte del agua de las inundaciones desde Guardia hacia el Río Las Palmas (con el debido mejoramiento del Río Las Palmas) mediante canal

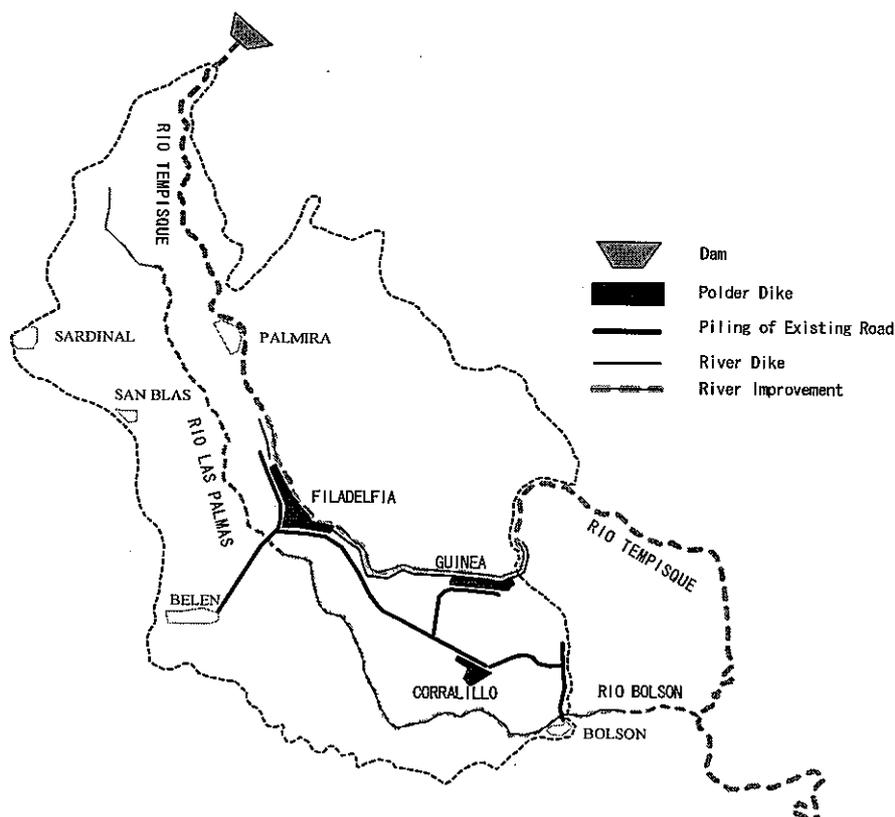
La construcción de la "válvula de escape" implica alterar la cuenca, además que las estructuras deben consistir en túnel, canal enterrado o canal amplio, esto al considerar las elevaciones del cauce del Río Tempisque, lo cual implica una alta inversión de capital para poder controlar las grandes inundaciones. Por lo tanto, se concluye que en este momento no es un plan realista al considerar sus costos y el grado de urgencia.

K.3.5.3 Plan Preliminar de Desarrollo

La prevención de las inundaciones en el Área en Estudio deberá hacerse en forma gradual y progresiva de acuerdo a su grado de urgencia, efectos, inversiones y beneficios.

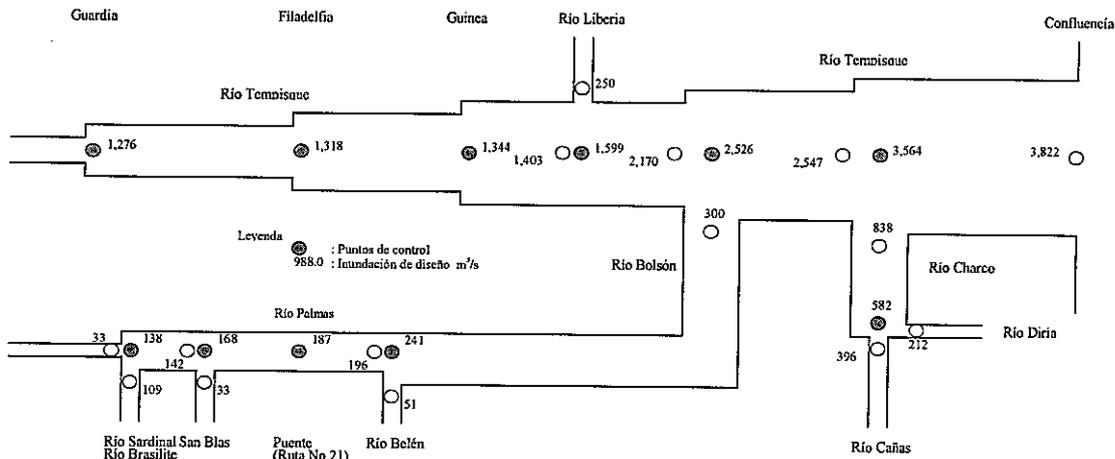
Para esta etapa, el Plan Preliminar de Desarrollo enfocado a la prevención de inundaciones, propone incluir el mejoramiento de cauces y elevación de caminos, a corto plazo, la construcción de los diques perimetrales y la construcción de una presa, a mediano y largo plazo.

Plazos	Proyectos	Descripción	Impacto
Corto plazo	Mejoramiento del cauce del Río Bolsón	Ampliar el cauce por un tramo de 16,5 km desde la confluencia con el río Belén hasta el Puerto Ballena (extremo superior del área de influencia de la marea), con un período de retorno de diseño de 5 años.	Reducir la superficie de las tierras afectadas por los daños de las inundaciones con período de retorno de cinco años, de 21.000 ha (6.000 ha en el Area en Estudio).
	Mejoramiento del cauce del río Tempisque	Construir diques en la margen derecha del río, y ampliación del cauce, desde Palmira hasta Guinea, por un largo de 13 km, para soportar inundaciones con período de retorno de 10 años.	Reducir la superficie afectada de las tierras agrícolas por los daños de las inundaciones con período de retorno de 10 años, de 40.000 ha (15.000 ha en el Area en Estudio) hasta 2.500 ha (0ha en el Area en Estudio).
	Elevación del terraplén de las carreteras	Elevar el terraplén de las carreteras en los tramos entre Filadelfia - Belén (6km), Filadelfia - Corralillo (10km), Palo Blanco - Guinea (5km), Corralillo - El Viejo (4km), y El Viejo - Bolsón (3,5km). La altura de diseño será para soportar las inundaciones con período de retorno de 20 años.	Proteger las carreteras por un tramo de 28,5km de las inundaciones con período de retorno de 20 años, para poder asegurar la comunicación en estos eventos naturales.
Mediano y largo plazo	Construcción de los diques perimetrales	Construir los diques perimetrales en Filadelfia (11km), Guinea (8km) y Corralillo (6km), y una esclusa para el drenaje. Los diques perimetrales tendrán una altura de diseño para soportar las inundaciones con período de retorno de 20 años.	Proteger los poblados de los daños de las inundaciones con período de retorno de 20 años.
	O regulación de las inundaciones mediante una presa	Construir una presa con una capacidad de regulación de 60MMC aguas arriba del río Tempisque (dotar la presa para riego de una capacidad de regulación de las inundaciones)	Reducir la superficie afectada de las tierras agrícolas de los daños de las inundaciones con probabilidad de 20 años, de 24.944ha a 7.626ha, además de 600ha de poblados y 44km de carreteras.



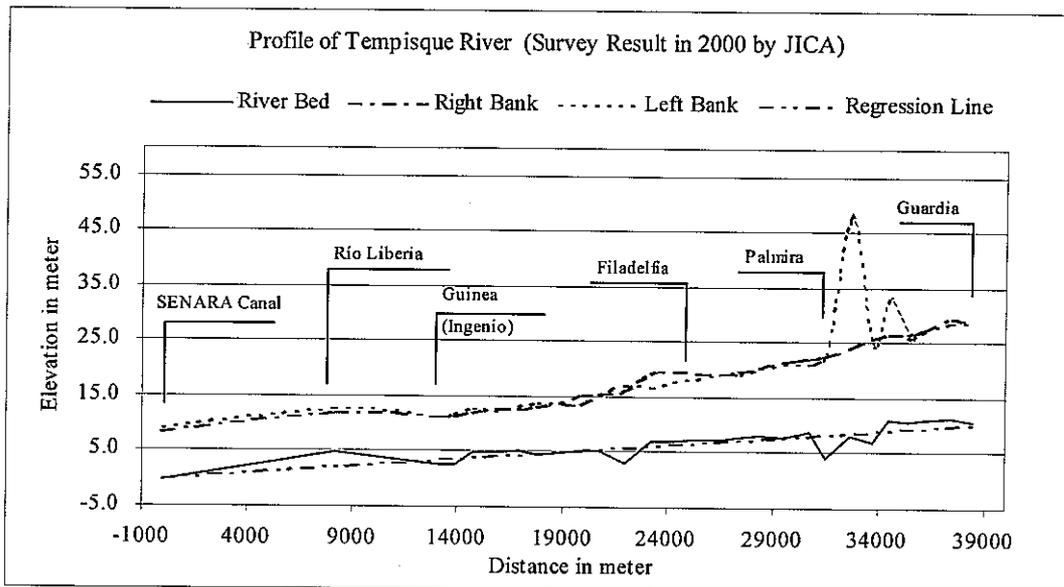
(1) Proyecto de mejoramiento de cauces (corto plazo)

En la siguiente figura se muestra el caudal de inundaciones de diseño en el proyecto de mejoramiento de cauces. Para los ríos Tempisque y Liberia se ha aplicado el caudal con probabilidad de excedencia de 10 años, y para los demás ríos, de 5 años.



a. Río Tempisque

El levantamiento del Río Tempisque, entre La Guinea (Ingenio) hasta Guardia fue realizado en la Fase I del estudio en Costa Rica. Con base en los resultados del levantamiento complementario del río, realizado en la segunda etapa, se esclareció el perfil del río entre el extremo inicial del Canal SENARA hasta Guardia, lo cual se ilustra en la siguiente figura.



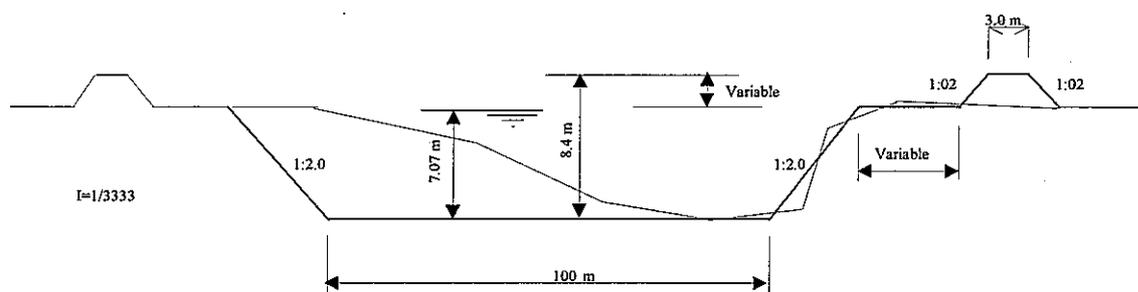
La curva aproximada basado en la altura actual del lecho del río, es de $y = 0,0003X + 3,1498$. Por lo tanto, la pendiente del lecho se calcula en $1/3333$.

El mejoramiento del cauce del Río Tempisque consistirá en dar al río, entre Guardia y el extremo

inicial del Canal de SENARA, una capacidad para drenar el caudal de inundaciones con 10 años de retorno. La capacidad máxima del río según el cálculo de flujo uniforme en cada punto, utilizando la pendiente de lecho indicado arriba y las secciones reales del río, es la que se muestra en el siguiente cuadro. "C.S.No." en este cuadro significa el número de sección del río; "R" y "L." significa la altura de los bordos derecho e izquierdo; "R.B." es la altura del lecho, y " $Q_{1/10}$ " es el caudal de inundaciones con retorno de 10 años.

Ubicación	C.S. No.	Elevación (m)			W.D. máx (m)	Area de flujo (m^2)	Velocidad (m/s)	Qmáx (m ³ /s)	Q _{1/10} (m ³ /s)
		R	L	R.B.					
Canal SENARA	37	8,30	9,53	-0,29	8,59	565	1,31	740	1599
Río Liberia	45	12,20	13,46	4,72	7,48	856	1,29	1059	1599
La Guinea	51	11,26	11,73	2,77	8,49	389	1,00	388	1344
Filadelfia	61	19,71	17,86	6,98	10,88	957	1,76	1686	1318
Palmira	68	23,18	22,54	18,31	18,31	1535	1,86	2861	1276
Guardia	75	28,31	28,71	17,79	17,79	1274	2,40	3178	1276

Entre Guardia y Filadelfia, el río tiene una capacidad de drenaje para un caudal de inundaciones de 10 años de retorno. Sin embargo, esta capacidad se reduce en Filadelfia, después del tramo propuesto para instalar el dique. Aguas abajo de La Guinea (Ingenio) será excluido del presente proyecto, puesto que ya está incluido en el plan de mejoramiento del cauce de SENARA (para responder a las inundaciones hasta 10 años de retorno). En este Estudio, se define para el tramo entre Filadelfia y La Guinea (Ingenio), (que tiene un largo de 9km), una sección para drenar el caudal de inundaciones con probabilidades de 10 años.



Las características hidráulicas de la sección anteriormente indicada, serán los siguientes.

$$A=812,4 \text{ m}^2$$

$$V=1,654 \text{ m/seg}$$

$$R_h=6,112 \text{ m}$$

$$Q=1.344 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Z=2,0$$

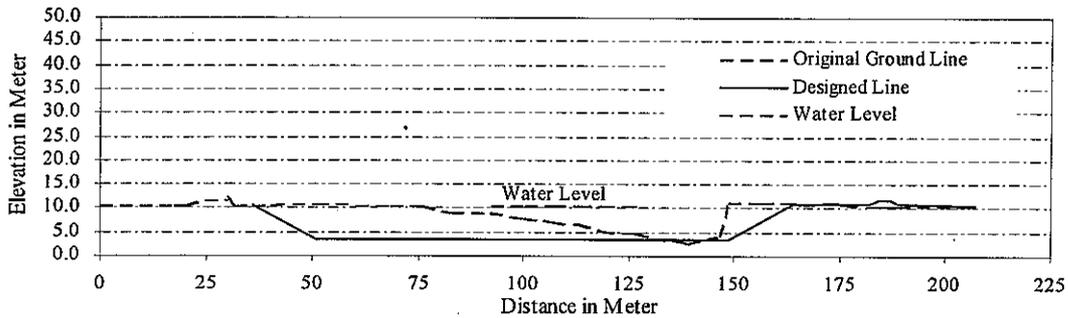
$$N=0,035$$

$$B=100,0 \text{ M}$$

$$S=3,0 \times 10^{-4}$$

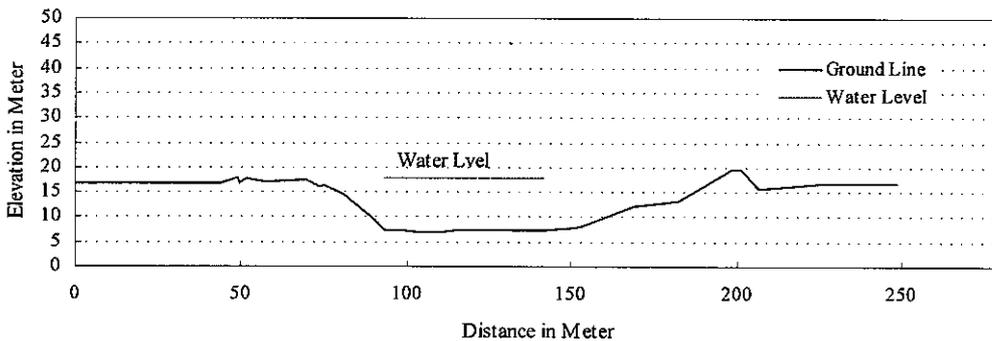
Se propone mantener el cauce de aguas baja hasta las orillas, y dejar el dique de la margen izquierda en estado actual. Si falta la altura de la margen derecha, incluyendo el bordo libre, se levantará el dique. El bordo libre del dique para inundaciones de 10 años de retorno se define entre 1,0 y 1,5m. A continuación se ilustra la sección transversal de La Guinea. El nivel de agua será diseñado para el caudal de inundaciones con 10 años de retorno.

Cross Section at Guinea



Con el fin de hacer una comparación de la sección de drenaje de inundaciones, a continuación se muestra la sección transversal del río a la altura de Filadelfia.

Cross Section at Filadelfia



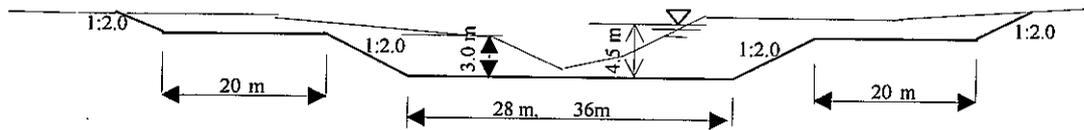
b. Río Palmas

Con el fin de mitigar el desbordamiento y el estancamiento de agua en la cuenca medida del Río Palmas – Bolsón, se propone abrir la sección en un tramo de 16,5km entre la confluencia con el Río Belén hasta el Puerto Ballena (extremo superior del área de influencia de la marea). Debido a que la mayoría de las tierras contiguas al cauce actual son utilizadas para la ganadería extensiva, no se propone levantar los diques para mantener el curso del río. Asimismo, con el fin de proteger los bosques ribereños, no se hará el “shortcut” del curso, y para el caudal de inundaciones de diseño se aplica el valor correspondiente a probabilidades de excedencia de 5 años.

Con base al mapa de zonificación de la cuenca, el caudal de inundaciones de diseño del Río Palmas entre la confluencia con el Río Belén y la confluencia con el Estero Caballos se define en $241 \text{ m}^3/\text{seg}$, y el del Río Palmas – Bolsón, entre la confluencia del Estero Caballos hasta el Puerto Ballena, en $300 \text{ m}^3/\text{seg}$. La pendiente de cauce se define en $1/2000$ con base en los resultados del levantamiento puntual realizado en el presente Estudio y el mapa topográfico de $1:10.000$ y de $1/2.000$.

Del caudal de diseño y de la pendiente del lecho, se define la sección de diseño para este Proyecto, en los ríos Palmas y Bolsón, de la siguiente manera.

Cuando el caudal de inundaciones de diseño es de $241 \text{ m}^3/\text{seg}$, el ancho de fondo del cauce de aguas bajas será de 28m, mientras que cuando se $300 \text{ m}^3/\text{seg}$, el ancho será de 36m. En el siguiente cuadro se muestran los datos hidrológicos de cada sección.



Descarga de diseño m ³ /s	Ancho base (B) m	Nivel de agua m	Área de flujo m ²	Velocidad m/s	Descarga calculada m ³ /s
241	28	4,5	206,3	1,194	246
300	36	4,5	242,3	1,248	302

c. Efectos

Aquí se calcula la variación del área inundada después mejorar el cauce de los ríos Río Tempisque y Palmas (incluyendo las obras que SENARA está realizando en el Río Tempisque después de La Guinea). El caudal de inundaciones probable será de 1/5 y de 1/10, y la sección fluvial en el modelo de análisis de inundaciones construido anteriormente, se definió en la sección de diseño arriba mencionada. Los resultados del cálculo son los siguientes.

Retarding Basin Block (RBB) No.	Lowest El. in RBB m	1/10						1/5					
		Without Project		With Project		Difference		Without Project		With Project		Difference	
		Max. W.L.	Max. Area	Max. W.L.	Max. Area	W.L.	Area	Max. W.L.	Max. Area	Max. W.L.	Max. Area	W.L.	Area
		E.L. m	ha	E.L. m	ha	m	ha	E.L. m	ha	E.L. m	ha	m	ha
101	21.5	23.3	32	23.3	32	0.0	0	23.1	23	23.1	23	0.0	0
201	18.0	19.6	150	19.6	150	0.0	0	19.5	137	19.5	137	0.0	0
301	8.0	13.4	352	13.4	352	0.0	0	12.9	180	12.9	180	0.0	0
401	5.0	9.8	2377	6.3	415	-3.5	-1962	9.6	2220	6.3	390	-3.3	-1830
501	5.0	9.8	1413	6.3	258	-3.5	-1155	9.6	1324	6.2	240	-3.4	-1084
601	4.0	9.8	3066	5.1	220	-4.7	-2846	9.6	3047	5.0	130	-4.6	-2917
701	6.0	9.8	759	6.4	50	-3.4	-709	9.6	703	6.3	45	-3.3	-658
801	2.0	9.8	8287	5.0	3894	-4.8	-4393	9.6	8053	5.0	3837	-4.6	-4216
901	5.0	7.5	751	5.8	236	-1.7	-515	7.3	686	5.3	97	-2.0	-589
1001	5.0	9.3	516	7.7	226	-1.6	-290	8.9	446	6.4	109	-2.5	-337
1101	2.0	9.7	5926	5.0	1793	-4.7	-4133	9.5	5754	4.9	1730	-4.6	-4024
Total			23629		7626		-16003		22573		6918		-15655

Con el Proyecto, el estancamiento de agua en el Area del Estudio se verá considerablemente aliviado. La mayor parte de las áreas inundadas después de la implementación del Proyecto, corresponde a la confluencia del Río Bolsón-Charco con el Río Tempisque y la margen opuesta de este punto, que son de por sí llanura de inundación por su topografía.

(2) Proyecto de elevación de rasante de los caminos principales (corto plazo)

Con el fin de prevenir que las comunidades se queden aisladas durante las inundaciones, se propone elevar la rasante de los caminos principales. La altura se define según el nivel de agua de las inundaciones con 1/20 años de retorno, según el calculo de inundaciones. El alcance del proyecto será el siguiente.

Sitio	Largo (km)	Notas
Filadelfia-Belén	6	1 puente
Filadelfia-Corralillo	10	-
Palo Blanco-Guinea	5	-
Corralillo-El Viejo	4	1 puente
Had. El Viejo-Bolsón	3,5	1 puente
Total	28,5	3 puentes

De acuerdo con los resultados del análisis de inundaciones, la altura de la rasante de diseño se define

en el nivel de agua estancada menos el bordo libre (entre 1,0-1,5m). Los resultados del cálculo son los siguientes.

Sitios	Largo (km)	N.A. en inundaciones (E.L. m)	Altura de diseño (E.L. m)
Filadelfia-Belén	6	14,1	15,1 - 15,6
Filadelfia-Corralillo	10	10,1	11,1 - 11,6
Palo Blanco-Guinea	5	10,1	11,1 - 11,6
Corralillo-El Viejo	4	10,1	11,1 - 11,6
Had Viejo-Bolsón	El 3,5	10,1	11,1 - 11,6

(3) Proyecto de construcción de los diques perimetrales (mediano y largo plazo)

Los poblados que van a ser rodeados por los diques perimetrales son tres: Filadelfia, La Guinea y Corralillo. Los diques contiguos al río tendrán una altura para el nivel de agua alcanzado en el cauce del Río Tempisque con una tormenta de 1/20 años, y las estructuras serán dimensionadas para que sean seguras aún cuando el agua del río se desborde. Para el caso de Corralillo que está más alejado del río, la altura será para el nivel del agua estancada con una tormenta de 1/20 años, de acuerdo con los resultados del análisis de inundaciones de la zona.

a Altura de los diques perimetrales

La altura de la corona de los diques de Filadelfia y La Guinea, contiguos al río, será para el nivel de agua alcanzado en el cauce del río con una tormenta de 1/20 años. Para los efectos de dar mayor seguridad, el nivel de agua fue calculado tomando en cuenta la altura de la parte más alta de ambas márgenes actuales del río.

Ubicación	C.S. No.	Elevación (m)			W.D. máx (m)	Area de flujo (m ²)	Velocidad (m/s)	Q _{máx} (m ³ /s)	Q _{1/20} (m ³ /s)
		R	L	R.B.					
Guinea	51	11,26	11,73	3,43	8,64	1052	1,71	1801	1801
Filadelfia	61	19,71	17,86	6,98	10,94	963	1,86	1786	1786

R: Bordo margen derecha; L: Bordo margen izquierda; RB: fondo de río

De acuerdo a estos resultados del cálculo, el nivel de inundaciones en La Guinea se define en $3,43 + 8,64 = \text{E.L.}12,07\text{m}$, y en Filadelfia $6,98 + 10,94 = \text{E.L.}17,92\text{ m}$. La altura de la corona de los diques propuestos se define agregando a estos valores el libre-bordo (entre 1,0m y 1.5m). Los resultados son los siguientes.

La Guinea $\text{E.L.}12,07\text{m} + 1,0\text{-}1,5\text{m} = \text{E.L.}13,07\text{ m-E.L.}13,57\text{ m}$
 Filadelfia $\text{E.L.}17,92\text{m} + 1,0\text{-}1,5\text{m} = \text{E.L.}18,92\text{ m-E.L.}19,42\text{ m}$

El nivel del suelo en La Guinea a la fecha es de E.L.11,0m aproximadamente, y se propone construir levantar aproximadamente 2,0m. Los diques perimetrales contiguos al río, también servirán como diques del río y camino principal.

La altura del dique existente en Filadelfia oscila entre E.L.20,0m y E.L.21,0m, y se propone utilizar el dique existente en el tramo donde ya se tiene instalado. La corona del dique contiguo al Río Palmas tendrán también triple funciones: dique fluvial, perimetral y camino principal.

El nivel de inundaciones de diseño a la altura de Corralillo se definió en el nivel de estancamiento de agua con tormentas de 1/20 años del Bloque de Reservorio 601, según los cálculos, es decir, E.L.10,1

m. Por lo tanto, la altura de la corona del dique será de E.L.10,10m +1,0-1,5m = E.L.11,10 m-E.L.11,6 m. Parte del dique perimetral de Corralillo también servirá de camino.

El alcance de las áreas que serán protegidas por los diques perimetrales será definido con la debida coordinación con CRE.

b. Drenaje del interior de los diques

El agua del interior de los diques perimetrales será drenada mediante gravedad y por bombeo. El volumen máximo de drenaje para determinar la dimensión de las infraestructuras, se define en el caudal de inundaciones con probabilidades de 1/20 años en el Area del Estudio, según el cálculo de inundaciones. A continuación se indican el caudal específico máximo de las inundaciones probables según los cálculos.

La Guinea	1,316 m ³ /s/km ²
Filadelfia	1,927 m ³ /s/km ²
Corralillo	1,740 m ³ /s/km ²

K.3.6 Plan de Conservación Ambiental

K.3.6.1 Necesidad del Plan

Si bien es cierto que los problemas ambientales concernientes a la naturaleza en este momento no están reportados en el Area en Estudio, hay algunos puntos en perspectiva que podrían convertirse en grandes problemas en el futuro. Por ejemplo, la demanda de agua del Río Tempisque es mayor al caudal en la época seca, y el caudal en la cuenca baja se agota en la época seca una vez cada dos años por un período de un mes. Estos son aspectos preocupantes acerca del impacto no sólo en Palo Verde ubicado en la cuenca baja, sino también para el medio social en la cuenca media del Río Tempisque. Por otro lado, también existen otros problemas latentes, como por ejemplo, el uso excesivo de los agroquímicos y el tratamiento de las partículas finas generadas en las áreas urbanas, aunque no se disponen de informaciones detalladas. Estos problemas deberían ser solventados en los próximos años, no sólo desde el punto de vista de la protección de la flora y fauna.

El tema de la conservación ambiental no debe limitarse sólo en el Area en Estudio, sino que incumbe a la cuenca hidrográfica entera del Río Tempisque y de sus tributarios, incluyendo el río Palmas, y es muy importante tomar conciencia sobre el manejo integral de la cuenca. Las acciones de protección ambiental no sólo deben sujetarse al punto de vista técnico, sino que deben basarse en el punto de vista sociocultural debido a que los causantes del deterioro natural son los hombres. Por esta razón, es importante conocer la situación actual del medio ambiente y tener la voluntad de proteger la naturaleza que es el escenario de vida de cada uno de los habitantes.

K.3.6.2 Estudio del plan preliminar

(1) Sensibilización en la importancia del manejo de la cuenca

Los usuarios de agua en el Area en Estudio todavía no han llegado a tomar suficiente conciencia sobre la importancia de conservar las áreas de recarga de los acuíferos en la cuenca alta, ni de proteger la valiosa riqueza natural en la cuenca baja. Para conservar y mantener el entorno natural de la cuenca, se requiere fortalecer la conciencia y lograr el consenso entre las diferentes entidades, incluyendo las instituciones públicas, y de cada uno de los habitantes. La intensificación de la educación ambiental es una alternativa para lograr este objetivo, la cual consistirá en lo siguiente.

Una fuerte organización es necesaria para implementar el programa de educación ambiental. Para los efectos, es importante coordinar con el MINAE para que apoye a las instituciones y entidades existentes en los esfuerzos por intensificar sus acciones, a la par de dotarles de privilegios necesarios (control de pesca ilegal y otras acciones destructoras del medio ambiente, etc.). La provisión de informaciones y la asistencia a las actividades de OET (ONG que asienta la base de actividades en el Parque Nacional Palo

Verde) y a las organizaciones comunitarias son sumamente necesarias. Las acciones concretas para el apoyo a la comunidad en este tema incluyen las siguientes:

- Realizar las encuestas para apoyar la toma de conciencia de la situación actual y la sensibilización de los habitantes (incorporando preguntas de inducción estratégica).
- Organizar talleres y otros eventos para realizar discusiones en grupo reuniendo a los actores de diferentes niveles (comunidad, instituciones administrativas, empresas, ONGs, etc.)
- Presentar cuadro dantesco a través de preparación y distribución de panfletos, organización de simposios y reuniones según regiones y organizaciones.
- Colocar un mural informativo en las riberas del río, municipalidades, salas comunitarias, etc.
- Levantar campañas ambientalistas a través de TV, radio y boletines (sensibilización y educación)
- Incorporar la educación ambiental en el currículum escolar para que los niños conozcan cuál es la situación actual y discutan sobre los problemas y futuros desafíos. Por ejemplo, realizar cursos teóricos y prácticos en las escuelas primarias visitando ríos (excursiones) y otros lugares formando pequeños grupos.
- Realizar la educación ambiental a través de la limpieza de los ríos y canales con participación directa de los habitantes locales.
- Limpieza de los ríos y canales y manejo de los residuos municipales y aguas cloacales con participación de los habitantes locales
- Creación de un sistema de concesión de certificados a los participantes y ejecutores de simposios, talleres, y otros eventos y medidas, y de un sistema de apoyo físico y económico.
- Sensibilizar a la comunidad sobre la importancia del caudal de mantenimiento y de ahorro de agua

(2) Extensión de las técnicas agrícolas eco-amigables

Los principales cultivos del Area en Estudio son tres: caña, arroz y melón, cuyas tierras de cultivo representan un 40%, 20% y 5% del total, respectivamente. A continuación se enumeran los agroquímicos que tienen fuerte incidencia sobre el medio ambiente, por su propiedad residual y toxicidad.

Ametrina (herbicida para la caña)
Diuron (herbicida para la caña)
Terbutrina (herbicida para la caña)
Metribuzin (herbicida para la caña)
Oxadiazon (herbicida para el arroz)
Pendimetalin (herbicida para el arroz)
Oxifluren (herbicida para el arroz)
Dimetoato (pesticida para el melón)

Por otro lado, existen otros agroquímicos que podrían incidir a la salud humana, los cuales son:

Carbofuran (pesticida para la caña y melón)
Diazinon (herbicida para la caña)
Clorpirifos (pesticida para la caña y arroz)
Paraquat (herbicida para la caña)

Se propone orientar a los productores a obedecer en la mayor posible a utilizar otros tipos de agroquímicos. (Una alternativa sería que MAG en Liberia proponga lineamientos básicos para la asistencia técnica, para que los extensionistas de ASA en Filadelfia los lleven a la práctica).

(3) Cumplimiento del caudal de mantenimiento del río

Todos los grupos y organizaciones reconocen la importancia del caudal de mantenimiento del río, y saben que este problema requiere ser resuelto en la mayor brevedad posible. Después de sostener una serie de conversaciones con los organismos y entidades relevantes, se propone definir el caudal de mantenimiento de la siguiente manera.

Caudal de mantenimiento del río:

Caudal necesario para mantener las funciones inherentes del río incluyendo el efecto de purificación, así como el efecto paisajístico, y para conservar la flora y fauna local.

En lo que concierne al caudal mínimo que debe asegurarse durante el estiaje, se propone definirlo en 1,5m³/seg aproximadamente (correspondiente al 5% del caudal medio del Río Tempisque) en el marco del presente Estudio, después de sostener una serie de conversaciones con los organismos relevantes, incluyendo el MINAE, OET, etc. sobre la realización de las encuestas dirigidas a los expertos en materia ambiental costarricenses.

Frente al caudal del río durante el estiaje de 9m³/seg, actualmente el caudal concesionado supera los 10m³/seg. En estas circunstancias, constituye un gran desafío identificar la forma cómo hacer cumplir el caudal de mantenimiento. Si bien es cierto que es necesario contar con instrumentos legales que lo regulen, la modificación de las leyes y reglamentos y la definición de las sanciones no serían suficiente como para dar cumplimiento al caudal propuesto, sino que además es necesario sensibilizar a cada uno de los habitantes de la cuenca en la importancia y necesidad de ahorrar el agua y lograr un consenso para dar cumplimiento al caudal de mantenimiento. En otras palabras, este es un tema que requeriría largos años de esfuerzos (de más de diez años) hasta lograr que la comunidad local tome conciencia sobre lo que es el manejo de la cuenca.

En el presente Estudio, como primer paso, se propone invertir esfuerzos en apelar a la comunidad la necesidad de ahorrar 5% de agua durante la época seca, como una parte integral del proceso de sensibilización. Esto se traduce en un incremento de 0,5m³/seg aproximadamente de caudal de mantenimiento. De lograr desarrollar nuevas fuentes de agua de riego en el marco del presente Estudio, se sumaría a este incremento, otro excedente de 5% que podría ser librado al río.

(4) Conservación de las aguas subterráneas

El Area en Estudio se caracteriza por los abundantes recursos hídricos subterráneos, y se estima que anualmente aproximadamente 50 millones de TM son recargados a los acuíferos. Sin embargo, para la sostenibilidad del desarrollo sostenible de las aguas subterráneas, sería necesario, como primer paso, llevar a cabo un estudio sistemático sobre las aguas subterráneas, el monitoreo del nivel de agua de los pozos existentes en el Area en Estudio, para conocer su comportamiento. Si aún así el nivel de agua fuese bajo, las medidas concretas deben ser elaboradas fundamentándose sobre dichos resultados.

(5) Ejecución del monitoreo

Es necesario llevar a cabo un plan de monitoreo con el fin de evaluar el impacto que el desarrollo trae sobre el medio ambiente, y tomar las medidas precisas en el caso de detectar algún efecto adverso. En la Fase I del estudio en Costa Rica se había analizado los siguientes parámetros de monitoreo con el fin de evaluar el impacto del desarrollo sobre el medio ambiente, y tomar las medidas adecuadas contra los posibles impactos negativos, con el fin de conservar el medio ambiente natural.

- a. Agua superficial (caudal del río, nivel de agua, volumen de sedimentación, volumen de toma de agua y calidad de agua)
- b. Aguas subterráneas (nivel de agua, volumen de explotación y calidad de agua. Cabe recordar que en el estudio de las aguas subterráneas se requiere conocer su comportamiento desde el punto de vista macroscópica, abarcando la cuenca y sus alrededores, puesto que las medidas no serían

efectivas controlando solamente los fenómenos locales o puntuales.)

- c. Aguas residuales (urbanas y efluentes de grandes plantas, volumen y calidad de agua)
- d. Flora y fauna (especies y variación de su población)
- e. Bosques (especies de árboles y variación superficial)
- f. Uso de las tierras (alteración de uso y área)
- g. Conciencia de la comunidad sobre el manejo de la cuenca (economía de agua y educación escolar)

En la Fase II del estudio en Costa Rica se seleccionaron los siguientes parámetros de monitoreo, después de haberse esclarecido el perfil del plan y las condiciones ambientales circundantes.

- Agua superficial (caudal del río y calidad de agua)
- Aguas subterráneas (nivel y calidad de agua en el Area del Estudio, PNPV y sus alrededores)
- Fauna (especies y población de la fauna bentónica y aves)

Los criterios de selección fueron los siguientes.

- a. En cuanto al agua superficial, la hidrología superficial del Area del Estudio está representada por el agua de los ríos Tempisque y Las Palmas, por lo que su calidad y caudal constituyen factores ambientales muy importantes. El nivel de agua es monitoreado por ICE, mientras que el volumen de toma de agua es controlado por MINAE. Mientras no se proyecta construir la presa, no habrá variación importante en cuanto al volumen de sedimentación. Por lo tanto, fueron seleccionados como parámetros de monitoreo el caudal y la calidad de los ríos.
- b. En cuanto a las aguas subterráneas, el factor más importante que debe ser monitoreado es el nivel freático que se relaciona directamente con el volumen de explotación de dichos recursos. En el Área del Estudio, PNPV y sus alrededores, se seleccionaron como parámetros de monitoreo el nivel freático y la calidad de agua, con el fin de evaluar el impacto del PRAT sobre la calidad de agua. La medición se hace a través de los pozos de observación de 3m de profundidad.
- c. El agua residual no ha sido tomado en cuenta, debido a que los efluentes urbanos y de las grandes industrias no van a alterar de manera importante al volumen y calidad de agua, al implementarse el proyecto propuesto, y porque se va a monitorear la calidad y el volumen de agua de las agua superficial como parámetros de monitoreo ambiental, entre otras razones.
- d. En cuanto a la flora y fauna, la variación ecológica podría manifestarse, principalmente en el ecosistema fluvial. Este es representado por los organismos bentónicos que se relacionan directa y permanentemente con el entorno del río. Dado que la alteración ambiental podría detectarse rápidamente mediante el monitoreo de las especies y variación poblacional de los organismos bentónicos, estas fueron seleccionadas como parámetros a monitorear.
- e.f En cuanto a la variación de la superficie boscosa y del uso de las tierras, el impacto ambiental se manifiesta en la población de aves. Por lo tanto, se ha decidido llevar a cabo la observación de las aves.
- g. Conciencia de la comunidad sobre el manejo de la cuenca (economía de agua y educación escolar)
El grado de la conciencia de la comunidad sobre el manejo de la cuenca, puede ser evaluado por el grado de cumplimiento del caudal ecológico, el estado de conservación de la biodiversidad, incluyendo las aves, a efectos de la cobertura de la educación ambiental. Se ha considerado que estos podrían ser sustituidos por el monitoreo del caudal fluvial y de fauna, por lo que no se han definidos los parámetros del monitoreo de la conciencia de la comunidad.

(6) Medidas legales

La conservación ambiental es un reto que no podría alcanzar sólo con regulaciones. Es más, los instrumentos legales vigentes son limitados para sustentar las acciones ambientalistas, y se considera

necesario revisarlos una vez más para modificar o ampliar, según sea necesario, para complementar las actividades de conservación ambiental. Sin embargo, sería demasiado riesgoso modificarlos tomando en cuenta solamente los intereses inmediatos, ignorando los fundamentos que sustentan la promulgación de las leyes vigentes. Por lo tanto, como el primer paso, se propone hacer una revisión de los mismos con base en los datos básicos suficientes, y logrando el consenso de la población afectada.

K.3.6.3 Plan Preliminar de Conservación Ambiental

(1) Mayor conciencia sobre el manejo de la cuenca

Meta: Mayor conciencia por parte de los habitantes locales en el manejo de la cuenca

Actividades a corto plazo:

1er y 2º año

- Realizar las encuestas para que los habitantes conozcan la situación real y para despertar la conciencia (incorporando preguntas de inducción estratégica)
- Presentar cuadro dantesco a través de preparación y distribución de panfletos, organización de simposios y reuniones según regiones y organizaciones
- Colocar un mural informativo en las riberas del río, municipalidades, salas comunitarias, etc.

De 3er a 5º año

- Incorporar la educación ambiental en el currículum escolar para que los niños conozcan cuál es la situación actual y discutan sobre los problemas y futuros desafíos. Por ejemplo, realizar cursos teóricos y prácticos en las escuelas primarias visitando ríos (excursiones) y otros lugares formando pequeños grupos.
- Realizar la educación ambiental a través de la limpieza de los ríos y canales con participación directa de los habitantes locales.
- Limpieza de los ríos y canales y manejo de los residuos municipales y aguas cloacales con participación de los habitantes locales.
- Organizar talleres y otros eventos para realizar discusiones en grupo reuniendo a los actores de diferentes niveles (comunidad, instituciones administrativas, empresas, ONGs, etc.)
- Orientación para la formación de grupos de acción ambientalista

De 5º a 10º año

- Creación de un sistema de concesión de certificados a los participantes y ejecutores de simposios, talleres, y otros eventos y medidas, y de un sistema de apoyo físico y económico.

Impactos esperados de las acciones de corto plazo

- Mayor conciencia sobre la importancia del caudal de mantenimiento y de ahorro de agua por parte de los habitantes locales.
- Se habrán creado más de cinco grupos de acción ambientalista en el Area en Estudio.