

camino. Las pendientes a lo largo de la ruta de la carretera son fuertes, y existe la posibilidad de que ocurran accidentes con equipo pesado y volquetes cargados. La erosión en esta carretera se prevé que sea alta debido a las fuertes pendientes.

2.5 Acciones recomendadas

2.5.1 Túnel de derivación Daule-Peripa - La Esperanza

En la entrada Conguillo, la infestación de la maleza acuática *Eichornia crassipes* puede ser enfrentada mediante dos estrategias que se complementan:

- 1- Estrategia a corto plazo: Aislamiento físico del área adyacente a la entrada, para evitar el ingreso masivo de plantas hacia el túnel una vez que entre en operación en el futuro inmediato, tal como se ilustra en el diseño de las obras de entrada del túnel Daule-Peripa - La Esperanza.
- 2- Estrategia a mediano plazo: Control mecánico e hidráulico y coordinar con las acciones que lleva al respecto CEDEGE para el control de la maleza acuática en el embalse Daule - Peripa, para:
 1. Evitar que sea un obstáculo para la navegación fluvial.
 2. Evitar hospederos de vectores de enfermedades.
 3. Disminuir los aportes de materia orgánica que pudiera aumentar los problemas de eutrofización.
 4. Evitar los excesos de evapotranspiración del agua de la presa.
 5. Disminuir los riesgos de deterioro físico de las obras de la presa

2.5.2 Estación de bombeo Severino

Para evitar el ruido excesivo y continuo generado por la estación de bombeo, es recomendable utilizar materiales aisladores del ruido en las paredes y techos del edificio de la estación de bombeo. Esto reducirá el ruido que perturbaría a los habitantes vecinos.

Para evitar posibles accidentes en las tuberías de succión de la estación de bombeo se recomienda aislar mediante cerramiento la entrada de la tubería de succión y colocar letreros de advertencia, para evitar que la gente practique natación en las cercanías, especialmente los niños.

2.5.3 Canal abierto Severino

Para evitar el acercamiento o instalación de animales y gente en los costados del canal, se recomienda el establecimiento de una zona protectora de 10 m a cada lado del canal, y cercada con malla de alambre galvanizado a lo largo de todo el canal. Se tendrá que disponer de puentes de acceso para permitir el tránsito libre de animales y personas desde un lado a otro del canal, en áreas cercanas a las vías de acceso, o donde el canal haya seccionado una propiedad agrícola.

En las áreas adyacentes a los grandes declives, se deberán diseñar barreras anti-erosión, para evitar la sedimentación del canal.

Para evitar la erosión de los taludes laterales se recomienda la construcción de banquetas similares a los que se construyen para las carreteras. Las recomendaciones para evitar deslizamientos en las carreteras de acceso deberían seguirse igualmente para el canal abierto.

2.5.4 Túnel de derivación La Esperanza-Poza Honda

Algunas de las medidas a considerar al ubicar los sitios de depósitos de escombros son las siguientes:

- Los sitios de escombros no deberían localizarse en las quebradas o esteros, para evitar la obstrucción de los mismos durante la estación de lluvias.
- Los sitios de escombros no deberán localizarse en áreas cubiertas por vegetación natural, ya que estas son escasas en la zona y sirven eventualmente como bancos naturales de semillas para reforestación.
- Los sitios de escombros deberán, en todo caso, propender a revalorizar la tierra y a mejorar el paisaje sirviendo de relleno de zanjas y de nivelación de sitios de construcción de viviendas.
- Los sitios de escombros no deberán interferir con el paisaje y deberían ser recubiertos con una capa de suelo de la actual vegetación para que rebrote durante la estación de lluvias.
- Los sitios de escombros deberán estar localizados lejos de los poblados y casas actuales, para evitar la alteración de la vida de la población con polvo y ruido ocasionado por el tráfico continuo de vehículos pesados.
- Los sitios de escombros deberían estar localizados lo más cercano posible del sitio de extracción, para reducir el uso de las carreteras de acceso y la posibilidad de accidentes.

- Los materiales a disponerse no deberían ser depositados en corrientes fluviales o junto a carreteras o carreteras de acceso.

2.5.5. Túnel de derivación Poza Honda-Mancha Grande

Se vuelve necesario la expropiación de un área de la cercana plantación de cacao para la instalación del portal de entrada en el embalse Poza Honda. La actual finca se halla entre la carretera de acceso y el sitio del portal, el acceso a éste requerirá también traspasar los linderos de finca.

2.5.6. Línea de transmisión Daule-Peripa - Severino

Para evitar el acceso de la gente hacia las torres de transmisión, se recomienda un área de protección de 5 m alrededor del perímetro de la torre, y cercar esta área mediante malla de alambre galvanizado. Se colocarán signos de advertencia del peligro de acercarse a dichas torres, en lugares visibles cercanos al sitio.

El trazado de la línea de transmisión debe evitar pasar a través del área de reserva ecológica declarada por CEDEGE

2.5.7. Carreteras de acceso

(1) Consideraciones generales

Las siguientes medidas y sugerencias son aplicables a todos los caminos a ser mejorados y/o nuevamente construidos con el proyecto.

Para evitar la erosión en las pendientes pronunciadas se hace necesario la implementación de mecanismos de control tales como:

- Drenaje apropiado a todo lo largo de los costados del camino
- Disipadores de energía para reducir la velocidad del flujo de drenaje en los tramos con pendiente
- Los taludes de corte deberán tener la suficiente inclinación para impedir futuros deslizamientos.
- Aplicación de una adecuada carpeta de rodamiento del camino, especialmente en áreas de fuerte pendiente.
- Las carreteras deberán tener pendientes laterales para evacuar el agua remanente.

- Para los taludes de corte laterales de mucha pendiente se recomienda la construcción de terrazas o banquetas.
- Al maximizar el uso del material de excavación en los cortes (corte y relleno) disminuirá el volumen de material de desecho y la necesidad de sitios de escombros.

Para el cruce adecuado de quebradas, y esteros, se deberá hacer uso de un buen criterio de ingeniería para utilizar estructuras, tales como: puentes, acueductos o alcantarillas para no obstruir el flujo normal de agua a través de dichas áreas en la estación lluviosa, también se utilizarán estructuras anti-erosivas como pilares y soleras para proteger las estructuras hidráulicas contra la socavación.

(2) Consideraciones específicas

(i) Carretera de acceso Los Cuyuyes

Con el fin de evitar accidentes a la población localizada a los costados de las vías se recomiendan las siguientes acciones:

- Señales de tráfico deben establecerse a lo largo del camino alertando a la gente ante el peligro de tráfico pesado, curvas, reducción de velocidad, escuela, etc.
- Impartir talleres de educación vial a través de las escuelas existentes en la margen derecha del embalse Poza Honda. Los profesores deberían informar a sus estudiantes y a la población en general de las nuevas condiciones de tráfico esperadas debido a las obras del proyecto.
- Para regular los futuros asentamientos poblacionales, cuando la nueva carretera se encuentre en operación, se requerirá de la implementación del plan de manejo ambiental de las áreas adyacentes al embalse Poza Honda. En vista de que es imposible prohibir nuevos asentamientos, los nuevos deberán cumplir con los planes de manejo ambiental para evitar el deterioro futuro de la zona.

Más adelante, en éste informe, se delinea un plan de manejo ambiental.

Los mecanismos de control de la erosión son particularmente importantes en este camino, debido a que éste se halla localizado en el nivel donde las fuertes pendientes y los deslizamientos provenientes de aquellas alcanzan el camino antes de llegar al embalse, por esta razón, la ubicación actual de la carretera actúa como una barrera anti-erosiva para el embalse.

(ii) Carretera de acceso Conguillo

El trazado está considerado como el más adecuado desde el punto de vista ambiental, ya que la ruta intersecta el menor número de pendientes pronunciadas, y el camino no atraviesa la comunidad de Membrillo. No está por demás recomendar la utilización de señales de tráfico, ubicadas en la vecindad de Membrillo, indicando curvas pronunciadas, etc, debido al intenso tráfico vehicular pesado considerando el proyecto, y a la extracción de productos agrícolas esperada en la zona.

(iii) Carretera de acceso La Seca

Es conveniente revalorizar adecuadamente este camino de acceso.

3 ANALISIS Y PREDICCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

3.1 Introducción

El objetivo del trasvase Chone-Portoviejo, es de derivar las aguas del embalse Daule-Peripa, al embalse La Esperanza y, a su vez, abastecer con agua a la zona aguas abajo de los ríos Chone y Carrizal para uso municipal, agrícola y de acuicultura. Se prevé también, derivar aguas al embalse Poza-Honda, el mismo que proporcionará aguas a los ríos Portoviejo y Chico, para uso municipal y agrícola.

Por tales razones, es importante predecir la calidad del agua en La Esperanza, Poza Honda y de las áreas aguas abajo de ellas.

3.2 Muestreo de Calidad de Agua

Se tomaron muestras de agua en 17 sitios predeterminados en el área del proyecto, tal como se muestra en la Figura 3.1. El muestreo se efectuó durante la estación seca (Noviembre 18 a Diciembre 3 de 1993, Mayo 30 a Junio 13 y 15 al 29 de Agosto de 1994) y durante la estación de lluvias (Enero 10 al 28 de 1994), los resultados se presentan en las Tablas 3.1. En cada estación se evaluaron veinte y seis parámetros (26) físico-químicos y los resultados de DBO, DQO, T-N y T-P se emplearon para el análisis de la carga contaminante. Aunque no se encontró en el área ninguna industria que pudiera ser causa de contaminación, sin embargo se hicieron pruebas para detectar metales pesados.

3.3 Calidad del Agua en los Embalses

3.3.1 Concepto

La calidad del agua del embalse Daule-Peripa determina la calidad del agua del embalse La Esperanza conjuntamente con la calidad del agua de su propia cuenca.

La calidad del agua de La Esperanza (C2), se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C2 = (L0 + L1) / (Q0 + Q1) = (Q0 * C0 + Q1 * C1) / (Q0 + Q1)$$

Donde:

C2= Calidad del agua en el embalse La Esperanza

L0= Carga proveniente del embalse Daule Peripa

Q0= Volumen de agua proveniente del embalse Daule Peripa

C0= Calidad del agua derivada

L1= Carga anual que recibe el embalse La Esperanza debido a su propia cuenca.

Q1= Volumen de agua anual que recibe el embalse La Esperanza debido a su propia cuenca.

C1= Calidad del agua de la propia cuenca da Esperanza

La calidad del agua en Poza-Honda, se calcula mediante el mismo método, donde L0, Q0 y C0 son los mismos valores que los del embalse La Esperanza. En la sección 3.3.4 se evalúan las propiedades del agua, cruda de los embalses Daule-Peripa, La Esperanza y Poza Honda para fines de riego y agua potable.

3.3.2 Predicción

Al utilizar la ecuación antes mencionada y los datos actuales de la calidad del agua en Daule-Peripa, La Esperanza, y Poza Honda mostrados en la Tabla 3.1, se puede predecir la calidad futura del agua, y cuyos resultados se presentan en la Tabla 3.2.

La condición futura de calidad del agua del embalse La Esperanza será mejor que la calidad de agua de Daule-Peripa en términos de DBO y DQO, pero será peor en términos de T-N y T-P.

En el embalse Poza Honda, la calidad del agua se mantendrá excepto por el DQO, que sufre un ligero incremento de 1,58 mg/l, por lo que no se espera ningún impacto significativo.

3.3.3. Posibilidad de eutrofización de embalses

El pasado, presente y futuro de la calidad de agua de Poza Honda y La Esperanza, se ha evaluado usando información existente (1981-1984), y aplicando el programa computacional para lagos tropicales (LACAT), desarrollado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (CEPIS) y utilizando el concepto de regresión múltiple para el fósforo total:

$$[T-P] = 0,290 L (p)^{0,891} Tw^{0,676}/Z^{0,934}$$

Donde:

[T-P] = Fósforo total (mg/l) para la evaluación de la condición de eutrofización

L (p) = Carga anual por superficie del fósforo (g/m²/año) = L/A

Tw = Tiempo de retención (años) = V/Q

- Z = Profundidad del embalse en metros = V/A
 L = Carga anual de fósforo que entra al embalse (t/ año) = $Q \cdot P$
 Q = Volumen anual de agua que entra al embalse (MMC/ año)
 P = Concentración de fósforo en el agua que entra al embalse (mg/l)
 A = Area del embalse (km²)
 V = Volumen total de almacenamiento del embalse (MMC)

Adicionalmente, en el presente estudio se utilizó también otra fórmula desarrollada por CEPIS para lagos tropicales (Salas y Limón, 1985)

$$P(f) = \left(\frac{L(p)}{Z} \right) \left(\frac{Tw^{3/4}}{3} \right)$$

Donde:

$P(f)$ = Concentración de fósforo resultante, en g/m³

Los rangos de eutrofización para ambos casos son:

Nivel trófico	[T-P] ó P(f)
	(mg/l) (g/m ³)
Oligotrófico	≤ 0,01
Mesotrófico	0,01 – 0,03
Eutrófico	0,03 – 0,1
Hiperotrófico	≥ 0,1

La condición trófica del embalse Poza Honda se ha evaluado por los procedimientos antes mencionados, tal como sigue.

Condición Trófica del Embalse Poza Honda

Año	[T-P] (mg/l)	P(f) (g/m ³)	Mayor porbab. trófica	Referencia
1981	0,218	0,41	Hiperutrófico	Vásquez
1982	0,278	0,39	Hiperutrófico	Vásquez
1987	0,078	0,066	Eutrófico	PHIMA-OEA
1992	0,048	0,052	Eutrófico	CRM - JICA
1994	0,06	0,065	Eutrófico	JICA
Estimación futura	0,070	0,082	Eutrófico	JICA

El estudio trófico del PHIMA/OEA, determinó que para 1983 los principales factores que afectaban a la eutrofización eran las prácticas agropecuarias con una contribución del 74% de la carga de fósforo, la deforestación de las cuencas, las pendientes pronunciadas que favorecen la erosión, el proceso de sedimentación y la consecuente lixiviación de los nutrientes hacia el embalse. La eutrofización se convertía en un caso serio en el futuro de no implementarse el Programa de Prevención del Deterioro de la Calidad del Agua y el establecimiento de la conservación de las áreas adyacentes al embalse.

La calidad del agua en La Esperanza se ha evaluado con los mismos procedimientos anteriores y su estado trófico se ha determinado tal como sigue:

Condición Trófica del Embalse La Esperanza

Año	[T-P] (mg/l)	P(f) (g/m ³)	Mayor porbab.trófica	Referencia
1992	0,061	0,069	Eutrófico alto	CRM - JICA
1994	0,063	0,068	Eutrófico medio	JICA
Estimación futura	0,066	0,072	Eutrófico alto	JICA

No se esperan cambios drásticos en el estado trófico de La Esperanza si se remueve del embalse la biomasa vegetal existente antes de la inundación, y si es que se implementa

un plan de manejo, como medida de control a largo plazo. En las Figuras 3.2 se puede apreciar la condición trófica que presentan los embalses durante los años considerados.

3.3.4 Compatibilidad del agua de los embalses para varios usos

La siguiente tabla muestra los diferentes parámetros actualizados de calidad del agua en los embalses Daule-Peripa, La Esperanza y Poza Honda.

Parámetros Actuales de Calidad de Agua en los Embalses

Parámetro	Unidad	Daule Peripa	La Esperanza	Poza Honda
Coliformes totales	NMP/100 ml	2.400	2.400	144
Coliformes fecales	NMP/100 ml	+	+	+
DBO	mg/l	13,95	8,53	10,56
Oxígeno disuelto	mg/l	1,86	6,98	5,85
PH	unidad	7,43	7,40	7,65
Cloruros	mg/l	19,17	21,67	17,33
Fluoruros	mg/l	0,0	0,0	0,0
Color	unidades	5,00	10,80	6,67
Turbidez	unidades	12,33	31,67	11,67
Total sólidos diss.	mg/l	107,60	228,97	211,19
Dureza total	mg/l	71,33	177,83	111,50
Boro total	mg/l	-	-	-
Manganeso total	mg/l	0,0	0,0	0,0
Hierro como Fe	mg/l	0,54	0,38	0,24
Sodio	mg/l	11,30	32,83	23,50
Sulfato	mg/l	0,0	29,00	14,33
Nitratos	mg/l	1,02	1,25	1,19
Cadmio	mg/l	0,0	0,0	0,0
Calcio	mg/l	14,38	46,17	28,67
Potasio	mg/l	0,0	0,66	2,00
Magnesio	mg/l	8,82	15,50	8,00
Conductividad	Umohs/cm	149,50	516,66	335,37

Los siguientes criterios de calidad de agua vigentes en el Ecuador, según el Registro Oficial del 5 de Junio de 1989 se han resumido en las tablas que siguen para evaluar la calidad del

agua de los embalses para los diferentes usos. Los principales usos establecidos para este proyecto son: agua potable y riego.

Resumen de los criterios de calidad de las aguas crudas para los diferentes usos

1) Para consumo humano y doméstico-(necesita tratamiento convencional)

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Temperatura		°C	Condición natural $\pm$ 3°C
Potencial de hidrógeno	pH		6 - 9
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	80% del oxígeno de saturación y no menor a
		6mg/l	
Demanda Bioquímica de	D.B.O.5	mg/l	10% DBO5 admisible y máximo 2 mg/l
			Oxígeno
Bacterias Coliformes	NMP/100cm ³	Coli. Tot.	3.000
		Coli.Fecal	600
Acerites y Grasas	Película visible		Ausencia
Sólidos disueltos		mg/l	1.000
Turbiedad		UTF	100
Color	Color Real	Unidades de color	100
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Materia Flotante			Ausencia

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Arsénico	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Dureza		mg/l	450
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,2
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloruros	Cl	mg/l	250,0
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos Fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo		No detectable
Mercurio	Hg	mg/l	0,002
Nitratos	N-nitratos	mg/l	10,00
Nitritos	N-nitritos	mg/l	1,0
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	(SO ₄) ⁻²	mg/l	400,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5

2) Para consumo humano y doméstico-(solo necesita desinfección)

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Temperatura		°C	Condición natural $\pm$ 3°C
Potencial de hidrógeno	pH		6 - 9
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	80% del oxígeno de saturación y no menor
		a 6 mg/l	
Demanda Bioquímica de	D.B.O.5	mg/l	10% DBO5 admisible y máximo 2 mg/l
			Oxígeno
Bacterias Coliformes	NMP/100cm ³	Coli. Tot.	100
		Coli.Fecal	20
Aceites y Grasas	Película visible		Ausencia
Sólidos disueltos		mg/l	1.000
Turbiedad		UTF	10
Color	Color Real	Unidades de color	20
Olor y sabor			Ausencia
Materia Flotante			Ausencia
Amoníaco	N-amoniaco	mg/l	1,0
Arsénico	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro	CN	mg/l	0,2
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloruros	Cl	mg/l	250,0
Cobre	Cu	mg/l	1,0

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Compuestos Fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo		No detectable
Mercurio	Hg	mg/l	0,002
Nitratos	N-nitratos	mg/l	10,00
Nitritos	N-nitritos	mg/l	1,0
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	(SO ₄) ⁻²	mg/l	400,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Dureza		mg/l	450

3) Para ser utilizado en el riego

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cinc	Zn	mg/l	2,00
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
		mg/l	0,2
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Niquel	Ni	mg/l	0,2
Potencial de Hidrógeno	pH		6 - 9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Bacterias coliformes	NMP/100 cm ³	Coli. total	1.000
Huevos de parásitos			Ausencia
Aceites, grasas	Película visible		Ausencia
Materia flotante			Ausencia

Además de los criterios indicados, se utilizarán también las siguientes guías para la interpretación de la calidad del agua para riego.

PROBLEMA	GRADO DE RESTRICCIÓN
----------	----------------------

POTENCIAL	UNIDADES	Ninguno	Ligero-Moderado	Severo
Salinidad: (1)				
CE (2)	Milimhos/cm	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
SDT (3)	mg/l	< 450	450 - 2.000	> 2.000
Infiltración: (4)				
RAS = 0 - 3 y CE =		< 0,2	0,2 - 0,7	> 0,7
3 - 6 =		< 0,3	0,3 - 1,2	> 1,2
6-12 =		< 0,5	0,5 - 1,9	> 1,9
12-20 =		< 1,3	1,3 - 2,9	> 2,9
20-40 =		< 1,9	2,9 - 5,0	> 5,0
Toxicidad por ion especificos (5)				
Sodio				
Irigación superficial RAS (6)		3,0	3 - 9	>9
aspersión	meq/l	3,0	3	
Cloruros				
Irigación superficial	meq/l	4,0	4 - 10	>10
aspersión	meq/l	3,0	3	
Boro	mg/l	0,7	0,7 - 3,0	>3
Efectos misceláneos (7)				
Nitrógeno(N-NO ₃ -)	mg/l	5	5 - 30	>30
Bicarbonato (HCO ₃ -)	meq/l	1,5	1,5 - 8,5	>8,5
pH	rango normal	6,5	- 8,4	

(1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.

(2) Conductividad eléctrica del agua de riego
(1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm)

(3) Sólidos disueltos totales

(4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo

(5) Afecta a los suelos susceptibles

(6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada

(7) Afecta a los cultivos susceptibles.

Excepto por el DBO en todos los embalses y OD en el Daule-Peripa, los parámetros revisados indican una buena calidad del agua cruda para uso en plantas de tratamiento. Los valores de OD en Daule-Peripa al nivel del sitio de la toma Conguillo son bajos, debido probablemente a la infestación masiva de lechuga de agua (Eichornia sp.).

En relación a metales pesados, CEDEGE según análisis efectuado el 2 de Junio de 1993, determinó la existencia de metales pesados en el río Conguillo, en la confluencia con el río Daule, en tanto que según el análisis de calidad del agua efectuado por JICA en Agosto de 1994, no se detectó la existencia de metales pesados en el río Conguillo en la entrada del túnel de trasvase, esto es 20 km aguas arriba del muestreo efectuado por CEDEGE. Un resumen se presenta en la tabla siguiente:

Metales Pesados Totales (mg/l)	Sitio de muestreo				
	JICA			CEDEGE	
	Estación Conguillo Daule-Peripa			Junio/93	
	Ago. 15/94	Ago. 22/94	Ago. 29/94	Superficie	Fondo
Cobre	ND	ND	ND	0,06	0,2
Plomo	ND	ND	ND	ND	ND
Zinc	ND	ND	ND	0,4	0,2

ND: No se detectó

Según la tabla anterior, se puede confirmar la inexistencia de metales pesados en el embalse Daule-Peripa en el sitio de las obras de toma Conguillo; en tanto que, aguas abajo de éste sitio CEDEGE detectó la presencia de metales pesados pero no en cantidades significativas, en todo caso por debajo de los límites permisibles y posiblemente transportados por el río Peripa, afluente importante del embalse.

Para los embalses La Esperanza y Poza Honda, de acuerdo al análisis de calidad del agua efectuado por JICA en Junio y Agosto de 1994, no se detectó la existencia de metales pesados.

Los valores de Nitratos, Fluoruros, Magnesio, y Sodio están por debajo de los máximos valores permisibles para el agua cruda.

En cuanto a la calidad del agua con fines de riego se puede decir que aún cuando el conteo de coliformes totales supera ligeramente el máximo permisible, es recomendable realizar un conteo de coliformes fecales y no solamente confirmar su presencia para evaluar la calidad bacteriológica del agua con fines de riego.

Los valores de PH, sólidos disueltos totales, y conductividad están por debajo de los valores sin ningún grado de restricción requeridos para el agua utilizada en riego.

La calidad del agua de los embalses con fines de riego se evaluó Según los siguientes parámetros de conductividad eléctrica y solinidad.

RAS ^(*) (meq/l)	Conductividad Eléctrica (Umhos/cm)				
	Grado de Restricción				
	Ninguno	Ligero	-	Moderado	Servo
0-3	<200	200	-	700	>700
3-6	<300	300	-	1.200	>1.200
6-12	<500	500	-	1.900	>2.900
20-40	<2.900	2.900	-	5.000	>5.000

Sales presentes en el agua de los embalses

Parámetro	Unidad	Daule-Peripa	La Esperanza	Poza Honda
Conductividad	Umhos/cm	149,50	516,66	335,37
Sodio (Na)	mg/l	11,30	32,83	23,50
	meq/l	0,49	1,43	1,01
Calcio (Ca)	mg/l	14,38	46,17	28,67
	meq/l	0,72	2,30	1,43
Magnesio (Ma)	mg/l	8,82	15,50	8,00
	meq/l	0,72	1,28	0,66
RAS ^(*)	meq/l	0,58	1,07	0,70

$$(*) \text{ Absorción Relativa de Sodio} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{(\text{Ca} + \text{Mg}) / 2}} \text{ (meq/l)}$$

En conclusión se puede decir que las aguas del embalse Daule-Peripa no tienen ninguna restricción para ser utilizadas con fines de riego. Las de los embalses La Esperanza y Poza Honda presentan una ligera restricción la cual hace que se puedan utilizar en el riego de cultivos con moderada tolerancia a las sales o que los suelos tengan de una moderada a alta tasa de infiltración.

3.4 Predicción de la Calidad del Agua en Ríos y Estuarios

3.4.1 Introducción

Utilizando el concepto del análisis de la carga contaminante para esclarecer los impactos sobre la calidad del agua en los ríos Chone y Portoviejo, se aplica un método cualitativo.

El río Chone es dividido en 2 regiones, llámense estas: 1) parte media del río (en el punto de confluencia de los ríos Chone y Carrizal), y 2) área estuarina del río Chone. Mientras que el río Portoviejo también es dividido en dos regiones: que son: 3) tramo medio del río Portoviejo (en la confluencia entre éste último con el río Chico), y 4) el estuario del río Portoviejo. De acuerdo a la ubicación de los cuerpos de agua arriba mencionados, se seleccionaron los siguientes 4 puntos, como los puntos de predicción de calidad de agua. La Figura 3.3 muestra la localización de los 4 puntos de predicción y el diagrama esquemático del análisis de la calidad del agua.

- P-1: Simbocal (aguas abajo del punto de confluencia de los ríos Chone y Carrizal, ST-6).
- P-2: Punta Prieta (tramo medio del área estuarina del río Chone, ST-8).
- P-3: Guayaba (aguas abajo del punto de confluencia de los ríos Portoviejo y Chico, ST-15).
- P-4: Estuario (área estuarina del río Portoviejo, ST-17).

3.4.2 Régimen de caudales

El proyecto trasvasaría 336 MMC desde el embalse Daule-Peripa al embalse La Esperanza y 213 MMC de agua desde La Esperanza hasta el embalse Poza Honda. El río Portoviejo recibirá 223 MMC, lo que significa que las condiciones de caudal del río Portoviejo mejorarán considerablemente.

3.4.3 Cambio del caudal de los ríos

La Tabla 3.4 muestra las condiciones de los volúmenes de agua actuales y futuros de los ríos, calculados haciendo uso de los resultados del balance hidráulico en éste proyecto, considerando las condiciones de flujo con dilución y flujo sin dilución. La condición de flujo con dilución se recomienda para la dilución de los contaminantes en los cursos de los ríos.

El estudio con flujo de dilución determina que durante la estación lluviosa, el volumen del río Chone aumentará en un 9 % en la zona de la desembocadura, y 34 % en el

rio Carrizal. En este mismo río en verano, el volumen medio se incrementará desde 140 MMC a 417 MMC, mientras que, durante la estación seca el volumen medio del rio Portoviejo incrementará notablemente en un 100%, pasando de 111 MMC a 221 MMC tal como se indica en las siguientes tables.

Cambio del régimen de caudales (%)
"sin" flujo de dilución

Período	RíoChone		Río Portoviejo			
	(1) Desemboca- dura	(2) Antes de unión con R. Carrizal	(3) Río Carrizal antes de unión con R. Chone	(4) R. Portoviejo después de unión con R. Chico	(5) R. Portoviejo antes de unión con R. Chcio	(6) Río Chico antes de unión con R. Portoviejo
a)Lluvias	+9	0	+29	+16	+34	+28
b)Seco	+88	0	+147	+16	+65	+151
c)Anual	+22	0	+47	+16	+42	+61

Cambio del régimen de caudales (%)
"con" flujo de dilución

Perío- do	RíoChone		Río Portoviejo			
	(1) Desemboca- dura	(2) Antes de unión con R. Carrizal	(3) Río Carrizal antes de unión con R. Chone	(4) R. Portoviejo después de unión con R. Chico	(5) R. Portoviejo antes de unión con R. Chcio	(6) Río Chico antes de unión con R. Portoviejo
a)Lluvias	+9	0	+34	+29	+43	+31
b)Seco	+132	0	+197	+49	+100	+165
c)Anual	+29	0	+59	+36	+58	+67

Observaciones: (1) Simbocal (ST-6)
(2) H. Saida (ST-5)
(3) Bachillero (ST-4)
(4) Darío Guevara (ST-16)

(5) Portoviejo (ST-14)

(6) Río Chico (ST-11)

La condición "con" flujo de dilución permite diluir el flujo de retorno que es el 20% de la demanda de agua de riego a través de un volumen de agua fresca igual a éste valor.

3.4.4 Estimación de la carga contaminante

(1) Carga contaminante unitaria

Cuatro índices de calidad de agua, llámense estos, DBO, DQO, T-P, y T-N, son seleccionados para la evaluación del cambio de calidad del agua causado por el proyecto, por ser los más relevantes. Además, no existen industrias de gran tamaño que podrían ocasionar contaminación del agua con sustancias peligrosas en el área de estudio, tal como quedó demostrado al no encontrar metales pesados en las mediciones efectuadas.

(2) Uso Municipal del agua

La carga unitaria contaminante per cápita y la calidad de aguas de desecho en términos de DBO, DQO, T-P y T-N se ha estimado basándose en estudios previos (51), y en la "Guía para el Desarrollo de los Sistemas Integrales de Alcantarillado en Cuencas" (ajustada a las condiciones locales) del Ministerio de la Construcción del Japón, 1983, tal como se muestra en la Tabla 3.5.

(3) Uso del agua en riego

No existen disponibles en el Ecuador datos relativos a la carga unitaria contaminante y las siguientes cargas unitarias comúnmente utilizadas en el Japón, y consideradas en estudios previos (51), son aplicadas en éste estudio.

Uso de la tierra	DBO	DQO	T-N	T-P
1) Arrozal	82	102	32	3,2
2) Pastizal	59	106	14	1,6
3) Cultivo permanente	14	18	73	0,7
4) Tierras altas	20	26	28	0,9
5) Otros (Bosques, etc)	12	15	2	0,4

Fuente: Control Integral de Calidad de las Aguas en Lagos, Ministerio de la Construcción, Japón, 1987.

El establecimiento de la carga unitaria contaminante por uso de la tierra es necesaria para calcular el cambio de la carga contaminante causada por el proyecto. Actualmente, la ganadería de pastoreo es una práctica común y existen abundantes hatos para el criado y levante del ganado en el área de riego propuesta. Los actuales pastizales en el área del proyecto tendrán que convertirse en tierras susceptibles al riego, de tal manera que la carga contaminante de origen vacuno disminuirá por efectos del proyecto. La carga contaminante del ganado vacuno se ha estimado en los estudios previos (51), y la cual es ampliamente utilizada en el Japón.

Unidad de Carga Contaminante (Kg/cabeza/año)

Tipo	DBO	DCO	T-N	T-P
Ganado vacuno	243	193	138	20

Fuente: Guía para el Desarrollo de los Sistemas Integrales de Alcantarillado en Cuencas, Ministerio de la Construcción del Japón, 1986.

(4) Uso del agua en camaroneras

La práctica del cultivo del camarón en forma extensiva y semi-intensiva se lleva a cabo en los estuarios de los ríos Chone y Portoviejo. El potencial de expansión se ha estimado en 450 ha para el río Chone y ninguna expansión para el río Portoviejo. Aún cuando se ha recomendado la no expansión de la actividad camaronera en el estuario del río Chone, se ha podido estimar una carga unitaria de las actuales y futuras cargas contaminantes de las camaroneras. Debido a que no existen en el Ecuador datos relativos a la carga unitaria de una camaronera, se aplican los datos obtenidos en el muestreo de calidad de agua que se da en la Tabla 3.1, para calcular la carga contaminante en éste estudio.

3.4.5 Volúmenes de desague

(1) Desague doméstico

El volumen de desague doméstico se calcula multiplicando la descarga unitaria de desague por la población en el área servida, tanto del año 1990 como del año 2020. Los cálculos han sido estimados en informes previos (51) por el grupo de estudios de JICA.

(2) Descarga proveniente del área del riego

Considerando el área de evapotranspiración y la permeabilidad del suelo en el área de estudio, el volumen de desague proveniente del área del riego (caudal de retorno) se estima en un 20 % del requerimiento de agua de cada área del riego (51).

(3) Descarga proveniente de las camaroneras

El volumen de agua drenada por las camaroneras a una tasa estimada (51) de intercambio de agua del 10 % se ha calculado y los resultados se muestran en la Tabla 3.6.

3.4.6 Estimación del cambio de la carga contaminante

(1) Cambio de la carga debido al abastecimiento municipal de agua

Para la estimación de la carga contaminante proveniente del abastecimiento municipal de agua se han considerado tanto la carga de las aguas con tratamiento como la carga de las aguas sin tratamiento (51). No existen en el área del proyecto ningún plan de mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas servidas y la carga del actual sistema se la ha considerado invariable. La mayoría de las ciudades no poseen suficiente infraestructura de alcantarillado, de este modo el 70 % de la carga proveniente de las descargas sin tratamiento se vierten directamente a los cuerpos de agua públicos. El incremento de la carga contaminante proveniente del abastecimiento municipal de agua se estimó, desde 1990 hasta el 2020.

(2) Cambio de carga debido al uso del agua en riego

Para calcular la carga incremental de contaminación se necesita considerar tres fuentes de contaminación, que son: carga proveniente del agua del riego, carga debido al cambio del uso de la tierra y carga debida a la ganadería. La carga del agua del riego depende de la calidad del agua de la fuente hídrica, como son los embalses La Esperanza y Poza Honda. De tal forma que los datos de predicción de calidad de agua de éste estudio son utilizados como datos de calidad de agua del riego para estimar la carga contaminante. Los resultados se muestran en las Tablas 3.7.

(3) Cambio de carga debido al uso del agua en las camaroneras

Aunque se ha estimado que un volumen de 99 MMC de agua a ser dispuesto para el uso en las camaroneras (51) bajo el proyecto, la carga total proveniente de las piscinas actuales se espera sea la misma, ya que el volumen total de nutrientes aplicado a las mismas no cambiará después de recibir el agua fresca del proyecto. Por lo tanto, sólomente la carga derivada de las áreas potenciales de camaroneras se consideran la única fuente que ocasionaría un incremento en la carga contaminante. De este modo, se ha calculado en éste estudio la carga proveniente de las 450 ha potenciales de camaroneras en el estuario del río Chone. Los resultados se muestran en la Tabla 3.6.

(4) Carga total incremental del proyecto

La carga contaminante total originada por el proyecto se calcula sumando todas las cargas anteriormente descritas y el resultado se muestra en la Tabla 3.8.

3.4.7 Predicción del cambio de calidad del agua

Se han considerado los meses de Enero y Junio como los más representativos de invierno y verano, para efectuar el análisis de la predicción de la calidad del agua en los siguientes sitios:

(1) Simbocal (P-1)

La calidad futura del agua en Simbocal (P-1) en el tramo medio del río Chone (C3') en el 2020 puede ser estimada mediante la siguiente ecuación y el resultado se muestra en la Tabla 3.9.

$$C3' = (L3+L1+L2)/Q3' = (L3+L3')/Q3'$$

donde:

L1, L2 : carga incremental debida al riego y uso municipal del agua,

L3 : carga actual del río

L3' : carga futura adicional del río (L1+L2),

Q3' : caudal futuro del río

(2) Punta Prieta (P-2)

La calidad futura del agua en el punto P-2 (C5') puede predecirse mediante la siguiente ecuación y el resultado se muestra en la Tabla 3.9.

$$C5' = (L3'+L4+Ls)/(Q3'+Q4+Qs)$$

donde:

L3' : carga futura del río

L4 : carga de las camaroneras potenciales

Ls, Qs : carga y volumen debido a la acción de la marea

(3) Guayaba (P-3)

La calidad futura del agua en el sitio Guayaba (P-3) en el tramo medio del río Portoviejo (C8') en el 2020 puede estimarse mediante la siguiente ecuación y los resultados se muestran en la Tabla 3.9.

$$C8' = (L8+L6+L7)/Q8'$$

donde:

L6,L7 : carga incremental debida al riego y uso municipal del agua,

L8 : carga actual del río

L8' : carga futura adicional del río (L1+L2),

Q8' : caudal futuro del río

(4) Estuario (P-4)

La calidad futura del agua en el estuario del río Portoviejo (C11') puede predecirse con la siguiente ecuación y el resultado se muestra en la Tabla 3.9.

$$C11' = (L8+L9+L10)/(Q8'+Q9+Q10)$$

donde:

L9,L10 : carga incremental debida al riego y uso municipal del agua,

Q9,Q10: caudal incremental debido al riego y uso municipal del agua

L8' : carga futura adicional del río (L6+L7)

Q8' : caudal futuro del río

(1) Evaluación

Los resultados de la predicción de la calidad del agua se resumen a continuación.

Resultados de la Predicción de la Calidad del Agua
"sin" flujo de dilución
(mg/l)

Punto de Predicción	DBO		DCO		T-N		T-P	
	act.	fut.	act.	fut.	act.	fut.	act.	fut.
I.P-1								
a) Estación lluviosa	10,7	11,4	19,0	19,0	2,4	2,6	0,25	0,27
b) Estación seca	14,0	12,4	24,3	17,8	1,4	1,9	0,20	0,23
c) Promedio	12,3	11,7	21,7	18,7	1,9	2,4	0,23	0,26
II.P-2								
a) Est. Lluviosa	11,3	8,5	18,7	14,4	2,1	2,0	0,00	0,22
b) Est. seca	18,0	14,7	32,7	26,5	1,3	2,1	0,30	0,19
c) Promedio	14,7	10,8	24,8	18,9	1,5	2,0	0,15	0,21
III-P-3								
a) Est. Lluviosa	13,3	16,7	20,0	20,9	1,9	2,6	0,24	0,37
b) Est. seca	14,3	23,3	23,7	28,1	1,3	3,3	0,40	0,68
c) Promedio	13,8	18,9	21,9	23,2	1,6	2,9	0,32	0,47
IV-P-4								
a) Est. Lluviosa	12,0	17,4	17,3	21,6	2,2	2,8	0,43	0,39
b) Est. Seca	19,0	24,4	33,7	23,9	0,9	3,7	0,30	0,70
c) Promedio	15,5	19,6	25,5	24,1	1,5	3,1	0,37	0,49

Resultados de la Predicción de la Calidad del Agua
"con" flujo de dilución
(mg/l)

Punto de Predicción	DBO		DQO		T-N		T-P	
	act.	fut.	act.	fut.	act.	fut.	act.	fut.
I.P-1								
a) Estación lluviosa	10,7	11,4	19,0	19,0	2,4	2,6	0,25	0,27
b) Estación seca	14,0	10,0	24,3	14,4	1,4	1,5	0,20	0,19
c) Promedio	12,3	11,0	21,7	17,6	1,9	2,3	0,23	0,25
II.P-2								
a) Est. Lluviosa	11,3	8,5	18,7	14,4	2,1	2,0	0,00	0,22
b) Est. seca	18,0	13,6	32,7	24,4	1,3	1,9	0,30	0,18
c) Promedio	14,4	10,5	25,7	18,3	1,7	1,9	0,15	0,20
III-P-3								
a) Est. Lluviosa	13,3	15,0	20,0	18,7	1,9	2,4	0,24	0,33
b) Est. seca	14,3	18,1	23,7	21,8	1,3	2,6	0,40	0,53
c) Promedio	13,8	16,1	21,9	19,8	1,6	2,4	0,32	0,40
IV-P-4								
a) Est. Lluviosa	12,0	15,6	17,3	19,4	2,2	2,6	0,43	0,35
b) Est. Seca	19,0	19,1	33,7	22,9	0,9	2,9	0,30	0,55
c) Promedio	15,5	16,8	25,5	20,7	1,5	2,7	0,37	0,42

Los resultados de las condiciones actuales y futuras de calidad del agua fueron evaluados con los resultados del análisis de calidad del agua presentado en las Tablas 3.9.

Los resultados para la condición "con" dilución muestran que la calidad del agua en la parte baja del río Chone en el sitio Simbocal (P-1) mejorará durante la estación seca en DBO y DQO.

En el estuario del río Chone en verano, en el sitio Punta Prieta (P-2), se mejorará la calidad del agua en términos del DBO y DQO, mientras que el valor de T-N, y T-P aumentará ligeramente.

En la parte media del río Portoviejo, aques abajo de la confluencia con el río Chico, sitio Guayaba (P-3), y en la zona del estuario (P-4), el deterioro de la calidad del agua podrá ser serio, debido principalmente a la descarga de las aguas servidas de la ciudad de Portoviejo.

Si asumimos un coeficiente de autpurificación igual a 0,1 entre las estaciones P-1 y P-2, se podría reducir el valor del DBO en un 50 % del valor esperado, aplicando la fórmula de Streeter-Phelph, del modo siguiente:

$$C3'' = C3' \times e^{(-Kt)}$$

donde:

$C3''$ = calidad futura con capacidad de autpurificación

$C3'$ = calidad futura prevista

K = coeficiente de autpurificación

($K=0,1$ en este estudio)

t = tiempo (horas) transcurrido desde P-1 a P-2

($t=5\text{km}/0,2 \text{ m/s} / 3600 = 7 \text{ horas}$)

(2) Acciones necesarias a ser tomadas

Como se mencionó anteriormente, el deterioro de la calidad del agua del río Portoviejo, después de la confluencia con el río Chico será serio en el futuro. Las siguientes acciones deberán llevarse a cabo, por parte del CRM, para mitigar la magnitud del impacto y evitar futuros problemas con el uso del agua del río.

i) Cambiar el sitio de toma de agua de la Planta de Tratamiento EL Ceibal

En la actualidad el CRM procede a la construcción de una nueva planta de tratamiento de agua potable que tiene una capacidad de producción de 90.000 m³/d, denominada Planta de Tratamiento El Ceibal, perteneciente al Sistema de Poza Honda. Se ha planificado tomar el agua cruda del río Portoviejo cerca de la población de Rocafuerte.

Sin embargo, problemas relacionados al tratamiento del agua potable podrían ocurrir debido al serio deterioro de la calidad del agua del río Portoviejo. Así, podría ser necesario cambiar el sitio de toma planificado del río Portoviejo hacia otro sitio donde se pueda tomar agua de mejor calidad.

El río Chico será la mejor opción para la toma de agua. la calidad del agua del río Chico en el futuro, justo en la parte aguas arriba de la confluencia con el río Portoviejo, será mucho mejor que la calidad del río Portoviejo (Tabla 3.11). Mas aún, el río Chico tiene menos posibilidad de deterioro de la calidad del agua en su cuenca. Por consiguiente, el CRM deberá utilizar el río Chico como la nueva fuente de agua de la Planta de Tratamiento EL Ceibal a la terminación del Proyecto de Trasvases.

Resultado de la Predicción de la Calidad del Agua
(mg/l)
-con flujo de dilución-

	DBO		DQO		T-N		T-P	
Río Chico								
	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro
a) E. Lluviosa	9,33	9,24	16,33	13,98	2,58	2,38	0,21	0,22
b) E. Seca	14,30	8,27	23,00	10,73	0,70	0,82	0,23	0,17
c) Promedio	11,82	8,83	19,67	12,60	1,64	1,71	0,22	0,20

ii) **Mejorar el Sistema de Alcantarillado**

El grado de deterioro de la calidad del agua de los ríos depende del desarrollo de los sistemas de tratamiento de aguas servidas. La calidad futura del agua en el tramo inferior del río Portoviejo aguas abajo del sitio de confluencia con el río Chico en el Sitio P-3 se ha pronosticado en cuatro casos, llámense estos: ningún mejoramiento de la tasa de cobertura del sistema, mejoramiento del 30%, 50% y 70% de la tasa de cobertura de alcantarillado.

Los resultados indican que un mejoramiento del sistema de tratamiento de las aguas servidas es efectivo para la conservación de la calidad del río pero no suficiente. El CRM deberá realizar los mayores esfuerzos para mejorar el sistema de tratamiento de aguas servidas de la ciudad de Portoviejo. Sin embargo en el futuro también será necesario algún tipo de pretratamiento de los aguas de drenaje de los sistemas de riego.

Resultado de la predicción de la calidad del agua (unidad: mg/l)

P-3	DBO	DQO	T-N	T-P
I. Sin mejoramiento del Alcantarillado				
a) E. Lluviosa	15,0	18,7	2,4	0,33
b) E. Seca	18,1	21,8	2,6	0,53
c) Anual	16,1	19,8	2,4	0,40
II. 30% de mejoramiento del Alcantarillado				
a) E.Lluviosa	13,89	18,27	2,28	0,31
b) E. Seca	16,08	20,92	2,39	0,50
c) Anual	14,68	19,22	2,32	0,38
III. 50% de mejoramiento del Alcantarillado				
a) E. Lluviosa	13,07	17,91	2,21	0,30
b) E. Seca	14,57	20,28	2,27	0,48
c) Anual	13,61	18,76	2,23	0,36
IV. 70% de mejoramiento del Alcantarillado				
a) E. Lluviosa	12,23	17,56	2,15	0,29
b) E. Seca	13,07	19,64	2,16	0,46
c) Anual	12,53	18,31	2,15	0,35

Fuente: Grupo de Estudios JICA

3.4.8 Análisis bacteriológico

El análisis bacteriológico llevado a cabo por la JICA durante los meses de Diciembre de 1993 y Enero, Junio y Agosto de 1994 mostraron los siguientes resultados:

Análisis Bacteriológico

Estación	Coliformes Totales NMP/100ml		Coliformes fecales		Conteo estandar de bacterias	
	Dic.	Enero	Dic.	Ene.	Dic.	Ene.
ST-1	2.240	2.400	+	+	9.637	177
ST-2	240	2.400	+	+	8.807	177
ST-3	800	sd	+	sd	38	sd
ST-6	240	2.400	+	+	5.003	180
ST-9	144	sd	+	sd	5.233	sd
ST-10	600	sd	+	sd	15	sd
ST-12	700	sd	+	sd	15	sd
ST-13	96	2.400	+	+	6.200	17
ST-14	42	240.000	+	+	3.433	NC
ST-15	13	2.400	+	+	3.068	150
ST-17	1.300	sd	+	sd	38	sd

sd = sin datos

NC= No Contabilizable

Análisis Bacteriológico

Estación	Coliformes Totales MPN/100ml		Coliformes fecales		Conteo estandar de bacterias	
	Agosto	Junio	Agosto	Junio	Agosto	Junio
ST-1	2.240	2.400	+	+	226,66	197
ST-2	2.400	2.400	+	+	83,33	56,6
ST-3	sd	sd	+	sd	sd	sd
ST-6	2.400	2.400	+	+	110	53,3
ST-9	sd	sd	+	sd	sd	sd
ST-10	sd	sd	+	sd	sd	sd
ST-12	sd	sd	+	sd	sd	sd
ST-13	2.400	2.400	+	+	83,33	106,6
ST-14	2.400	2.400	+	+	200	200
ST-15	2.400	2.400	+	+	123,33	150
ST-17	sd	sd	+	sd	sd	sd

sd = sin datos

NC= No Contabilizable

Los resultados muestran una generalizada contaminación fecal que va desde el embalse Daule-Peripa en la entrada Conguillo (ST-1) hasta Simbocal (ST-6), incluyendo La Esperanza (ST-2) y Tosagua (ST-3). La contaminación fecal está también presente desde Poza-Honda (ST-9) hasta el estuario del río Portoviejo (ST-17), incluyendo Mancha Grande (ST-10) y aguas arriba (ST-12 y ST-13) y aguas abajo (ST-14 y ST-15) del río Portoviejo.

La alta concentración de coliformes y del conteo bacteriológico presente en la entrada Conguillo, se relaciona probablemente a la tasa reducida de intercambio de aguas que ocurre al final de la estación seca en esa parte del embalse. El alto conteo total de coliformes aguas abajo del río Portoviejo, refleja los efluentes de aguas negras sin tratar provenientes de la ciudad de Portoviejo. Esta situación recuerda la necesidad de implementar en la ciudad de Portoviejo un sistema de tratamiento de aguas negras apropiado para evitar incrementos en el conteo total de coliformes.

La calidad microbiológica del agua de las estaciones muestreadas se considera no apropiada para beber o para la práctica de la natación, pero si con una moderada restricción al uso como fuente de agua para las plantas de tratamiento. La calidad del agua, para uso en el riego, se considera adecuada cuando el conteo de coliformes totales sea igual o menor que 1.000/100 ml.

3.4.9 Análisis de Pesticidas

Los análisis de agua llevados a cabo por la JICA durante los meses de Diciembre y Enzo de 1993, Junio y Agosto de 1994, dieron los siguientes resultados:

Pesticidas Residuales en ppb

Pesticida	ESTACION								MRL
	(ST-6)		(ST-14)		(ST-15)		(ST-16)		
	Dic.	Enero	Dic.	Enero	Dic.	Enero	Dic.	Enero	
Lindano	-	0,01	0,011	0,03		Nd	-	0,01	5
Cis-Heptacloro	0,03	0,25	0,06	0,18	0,04	0,08	0,04	0,08	0,1
Transclordano	0,013	0,04	Nd	0,03	Nd	0,03	Nd	0,01	3
rsds de DDE	0,03	0,02	0,03	0,03	0,01	Nd	0,07	0,02	50
rsds de DDD	Nd	Nd	Nd	Nd	0,01	0,02	0,05	0,03	
ops de DDT	0,02	Nd	0,02	Nd	0,05	Nd	0,04	Nd	
rsds de DDT	0,02	0,02	0,02	Nd	Nd	0,03	Nd	0,04	100
Clorpyrifos	1,2		Nd		Nd		4,10		
Dimetoato	Nd		Nd		Nd		1,26		

Nd = No detectado

Pesticida	ESTACION								MRL
	(ST-6)		(ST-14)		(ST-15)		(ST-16)		
	Agosto.	Junio	Agosto.	Junio	Agosto.	Junio	Agosto.	Junio	
Lindano	Nd	0,027	0,011	0,04	0,011	0,0015	0,027	0,0025	5
Heptacloro	0,027	Nd	0,007	Nd	0,008	Nd	Nd	Nd	0,1
Cis-Heptacloro	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	0,011	0,1
Transclordano	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	0,011	3
res de DDE	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	0,011	50
res de DDD	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	0,011	50
res de DDT	Nd	0,12	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	0,011	50
res de DDT	Nd	0,024	Nd	0,027	Nd	0,046	Nd	0,03	50
Clorpirifos	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	100
Dimetoto	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	100

Nd = No detectado

Los resultados del análisis de pesticidas durante el 12 de Diciembre de 1993, Junio 3 y 6, y Agosto 16 y 30 de 1994, cuando la escorrentía agrícola son nulos o ya se ha producido el lavado total de los suelos detectaron concentraciones de Cis-Heptacloro en un

rango que no sobrepasa el Límite Máximo de Residuos (HRL) establecido por el Codex Alimentarius FAO/OMS, 1990, tal como lo reportó el departamento de Sanidad Animal del MAG, Ecuador, 1993-1994.

Durante el mes de Enero, cuando la aplicación de pesticidas y herbicidas se ha hecho durante el verano y además se producen las primeras lluvias, la concentración de Cis-Heptacloro sobrepasó el Límite Máximo de Residuos (0,18 y 0,25 ppb).

Las concentraciones de Heptacloro fueron detectadas en el segundo muestreo del 30 de Agosto/94 en Simbocal (sitio 6) y aguas arriba y zona media del río Portoviejo (sitios 14, 15 respectivamente)

En resumen, las muestras según los análisis efectuados por el MAG, contienen residuos de pesticidas organoclorados y clorados, así como residuos de productos fosforados, lo cual es preocupante, si se asume que los valores detectados, se incrementarán en el futuro cuando se implemente el área de riego contemplada en el proyecto. Los incrementos siguientes en el área agrícola, reflejan ésta posibilidad:

Area Agricola

Area	Area Agrícola Actual	Area Potencial Neta
	(ha) Referencia, Datos de 1988	para Riego (ha) JICA-CRM (51) (Excepto los Sistemas de Amarillos y Guerang)
Carrizal-Chone	1.516	15.000
Sistema Poza-Honda	4.518	10.050
Sistema Rio-Chico	1.383	1.700

Partiendo de los datos señalados, es evidente que el área de riego del Río Chico, será la menos afectada al aumentar el área agrícola como consecuencia del proyecto. Al incrementarse en 4 m³/seg el caudal del Río Chico, la calidad de sus aguas serán las más adecuadas para la planta de tratamiento del Ceibal en vez de las del río Portoviejo.

El Gobierno del Ecuador mediante el decreto #2332, publicado en el Registro Oficial #649 de Diciembre 28 de 1983, ha prohibido el uso de los siguientes pesticidas:

Aldrin

Amitrole
BHC
DDT
Campecloro
Captan
Clordano
Clorobencilato
Compuestos mercuriales
Clorodimeform
DBPC
Dieldrin
Metil Paration
Heptacloro
Mirex
Tetracloruro Carbono
Endrin
Compuestos de arsénico
Penta Clorofenol

Es importante ajustarse a la ley, debido a que, desde Marzo de 1989 se han detectado residuos de Lindano, DDT, Aldrin, Heptacloro, y Clordano en la leche materna, habiéndose transmitido estos residuos a los lactantes. Las medidas de mitigación de estos efectos incluyen la implementación del programa de manejo de pesticidas (PMP) en las zonas agrícolas, el cual se discute mas adelante en éste informe.

3.5 Estudio de la salinidad en el estuario del Río Chone

En el estuario del río Chone el agua dulce es muy escasa, especialmente durante el verano, donde este recurso proveniente de los ríos Carrizal y Chone se utiliza principalmente para agua potable y riego, mientras que en el estuario para el cultivo del camarón.

La salinidad del agua en el estuario varía según la época del año; sin embargo, debido a que las camaroneras de ésta zona recirculan el agua de sus piscinas que almacenan de 3,3 a 5,5 millones de metros cúbicos diarios, la salinidad en el estuario se eleva

considerablemente, unido a este factor las descargas de todo tipo que se efectúa en la región hacia el estuario, entonces se produce un deterioro de las condiciones de la calidad del agua en el mismo, por lo que no es de asombrarse que hayan desaparecido muchas especies estuarinas de peces y mariscos, así como de poner en grave riesgo el sistema ecológico, social y económico de la zona.

Siendo la salinidad un parámetro muy importante que determina las condiciones de la calidad del agua a ser utilizada para diferentes fines, tanto en el cultivo del camarón en el estuario, como en las prácticas de riego y drenaje, en la selección de cultivos y, hasta cierto grado, en otras prácticas de explotación del suelo aguas arriba del estuario, se vió la necesidad que durante la ejecución de ésta fase de estudios de diseño del Proyecto, se realice un análisis de la salinidad del agua en el estuario del río Chone, por su influencia directa en y aguas arriba del mismo, especialmente en zonas agrícolas y uso doméstico.

Se debe recalcar, en el caso de riego, que si no se controla la salinidad, la productividad disminuye, el valor de tierra sufre una baja y, en casos extremos, la tierra se abandona por completo.

3.5.1 Mediciones de salinidad

Se efectuaron mediciones de salinidad en siete(7) puntos a lo largo del estuario del río Chone, sitios establecidos también para las mediciones de marea, Figura 3.4. Estas mediciones se realizaron en los meses de Junio, del 3 al 5, y Agosto del 12 al 14 de 1994. Muestras de agua superficial a 20cm. por debajo de la superficie de agua y de fondo a 50cm. sobre el fondo del estuario en cada punto de medicion fueron tomadas, para realizar el análisis de salinidad.

3.5.2 Mediciones de salinidad en junio (final de la época lluviosa)

- i) La salinidad disminuye a medida que la masa de agua de mar se aleja de Bahía de Caráquez, ésto es, se adentra en el estuario.
- ii) Analizando los niveles promedios de salinidad a lo largo del estuario, Tabla 3.10, Figura 3.5, se observa que desde Bahía de Caráquez hasta la estación # 2 (Quiroga), existe marcada variación de éstos niveles. Esto se debe principalmente a la influencia directa del agua de mar en éste tramo del estuario de aproximadamente 18 Km.

Desde ésta última estación hasta la # 5 y 5A (Simbocal), la variación es mínima para las dos muestras realizadas, se podría decir que los valores de salinidad permanecen casi constantes en éste tramo de aproximadamente 9,5 Km., y en éste caso se debe a la influencia del gran volumen de agua dulce del río Chone en esta época del año.

Existe un ligero repunte de la salinidad en la estación 5A, que no incide en el uso del recurso para riego, pero si debe ser considerado para agua potable, este aumento es

consecuencia del reducido grado de mezcla que se tiene en esta estación, dado su menor exposición al flujo del río Chone, así como a un mayor tiempo de permanencia del agua salina debido a la presencia de un tramo del dique propuesto por el CRM y de otros accidentes geográficos del sector.

- iii) El perfil de la figura 3.5 revela que durante el mes de Junio el máximo gradiente longitudinal de concentración de sal (ds/dx) es de 1,55 ppm/km, ocurriendo éste entre Bahía de Caraquez y Salinas.
- iv) Observando los resultados de salinidad obtenidos en cada sitio durante el periodo de muestreo, se tiene que a mayor calado de agua mayor es el grado de salinidad superficial y de fondo, especialmente en marea alta, siendo mucho más relevante esta particularidad en las estaciones # 1 y 2, debido al flujo directo del agua de mar. Para el resto de estaciones, se produce el fenómeno contrario, esto es, a mayor profundidad menor salinidad, y en ciertos casos, como en las estaciones # 4 y 5 la salinidad superficial y de fondo permanece constante, esto se debe a la influencia del gran volumen de agua dulce del río Chone en invierno.

Por otro lado, al ser la actual estructura de desagüe insuficiente para dejar pasar las abundantes aportaciones del Río Chone en éstos meses de invierno, se produce, aguas arriba de Simbocal, una retención de gran parte de estas aportaciones, lo que produce la inundación de una extensa superficie de tierras de cultivo, efectuando también la flora y la fauna de la zona. Esto hace necesario y justifica la construcción de la compuerta en nuevo Simbocal, que permita desalojar estas crecidas extraordinarias. Su costo estará de acuerdo con los beneficios que se estimen al incorporar como tierras de cultivo, zonas que actualmente quedan inundadas, ya de forma permanente o temporal.

3.5.3 Mediciones de salinidad en Agosto (estación seca).

- i) La salinidad es relativamente mayor que la época de invierno, y esta aumenta en marea alta y disminuye en baja, tanto para muestra superficial como de fondo.
- ii) De los niveles promedios de salinidad a lo largo del estuario, Tablas 3.10 y Figura 3.5 se tiene que desde Bahía de Caraquez hasta la estación 3 (Ariaga) existe gran variación de éstos niveles. Esto se debe al mínimo grado de dilución por el casi nulo efecto del flujo de río Chone.

Desde ésta última estación hasta Simbocal (5 y 5A), disminuye significativamente la salinidad, observándose que en la estación 5 se encontró salinidades más bajas que en las demás estaciones, esto debido a la influencia del río Chone por tener las compuertas actuales abiertas y la no presencia del dique artificial de retención aguas abajo de las mismas.

En la estación # 5A hay un incremento significativo de la salinidad entre 5,5 y 7 ppm, muy superior a las obtenidas al final de la época de invierno, esto es como consecuencia del reducido grado de mezcla con agua fresca del río Chone, dado su menor exposición al flujo del río.

Sin embargo, de manera general, la concentración de salinidad del agua en el estuario en Simbocal, estaciones 5 y 5A, es elevada (0,8 y 5 ppm) y sobrepasa los valores permisibles para uso doméstico y riego, por lo que el recurso deber ser utilizado con las reservas del caso.

- iii) El perfil de salinidad de la figura 3.5 muestra que para el mes de agosto el máximo gradiente longitudinal de concentración de sal (ds/dx) se moviliza hacia el interior del estuario, encontrándose entre Ariaga y Barquero un valor de 2,76 ppm/km.
- iv) De los resultados de salinidad obtenidos en cada sitio de muestreo, se demuestra que en Bahía de Caráquez la salinidad permanece prácticamente constante con el calado del agua, lo que significa que hay en este sitio mezcla total. Para el resto de estaciones, se observa variación de la salinidad en relación a la profundidad del agua, esto es a mayor profundidad mayor salinidad, con ligeras excepciones como es el caso de las estaciones 5 y 5A en muestreo superficial donde la salinidad se mantiene casi constante con la profundidad del agua.

Siendo evidente que las tierras bajas del valle Carizal-Chone necesitan de una estructura de contención de mareas, ya que de lo contrario se producirá la salinización de una superficie significativa de tierras de cultivo, esto conlleva a la necesidad y justifica la construcción de la compuerta en nuevo Simbocal, estación 5A, ya que en ésta época de año las salinidades esperadas en éste sitio superarán las 5 ppm, siendo mayor durante o cerca de las pleamares.

3.6 Recomendaciones

- 1) Se recomienda la determinación y conteo de coliformes fecales en todos los embalses, en una forma periódica tal como se lo propone en el programa para el establecimiento de los criterios de calidad del agua. Este análisis proporcionará los criterios para evaluar la compatibilidad de los distintos usos del agua, desde el punto de vista microbiológico.
- 2) Se recomienda la realización de análisis de pesticidas en todos los embalses y en los sitios de captación para agua potable, en forma regular, para evaluar el peligro potencial de tener agua contaminada con pesticidas que entra a los sistemas de distribución para consumo humano. Se debería prestar mucha atención en el Cis Heptacloro, que esta presente en todos los análisis realizados y en algunos casos sobrepasa el límite máximo permisible.

- 3) La erradicación de la biomasa vegetal en la cuenca de los embalses antes de la inundación del mismo, es de importancia crítica para evitar el futuro deterioro de la calidad del agua.
- 4) La implementación de los mecanismos de control de la maleza acuática, propuestos en éste informe, se recomienda para mejorar las condiciones de calidad del agua en la entrada Conguillo.
- 5) Ubicar la toma de agua de la planta El Ceibal en el río Chico, donde se anticipa una carga de pesticidas menor.
- 6) Implementar el Programa de Manejo Integrado de Pesticidas en las áreas agrícolas, tal como se ha descrito en éste estudio, en un esfuerzo para reducir el uso de pesticidas y el incremento futuro esperado de aquellos productos.
- 7) Dada la alta concentración de salinidad del agua en Simbocal, estación 5A en verano, el recurso debe ser utilizado con las reservas del caso, aguas arriba de este sitio, tanto para uso con fines domésticos como para riego. En invierno no hay restricciones para el uso del agua.
- 8) Rediseñar e implementar la compuerta y el dique en Nuevo Simbocal, estación 5A, que permita en invierno desfogar crecidas extraordinarias del río Chone de 25, 50 y 100 años de periodo de retorno, y en verano, contener las mareas impidiendo la salinización de tierras de cultivo aguas arriba de Simbocal, así como para mantener las condiciones ecológicas actuales o mejorarlas.



4. PROGRAMA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA

4.1 Introducción

Una norma de calidad de agua está considerada como una ley o regulación relativa al uso o usos del cuerpo de agua, y los criterios de calidad de agua son necesarios para proteger dicho (s) uso (s). Estas normas sirven para proteger la salud pública y mejorar la calidad del agua.

Las normas cumplen dos objetivos; establecer metas de calidad para un cuerpo de agua específico, y sentar las bases reglamentarias para el establecimiento de la calidad del agua en los principales sistemas de tratamiento de agua y/o para elaborar estrategias y programas de prevención del deterioro de la calidad del agua.

La calidad del agua debería procurar, cuando sea posible, la protección y sustentación de la fauna acuática; tales como: peces y moluscos y de los cuerpos de agua que sirven para la recreación. En el desarrollo del programa para el establecimiento de las normas de calidad del agua, se podrían obtener mejoras en los siguientes aspectos:

Reglamentación para el control de pesticidas y contaminantes tóxicos.

Reglamentación para el debido mejoramiento de las normas de calidad del agua, especialmente en las plantas de tratamiento de agua para consumo humano.

Reglamentación para la protección de los bosques naturales, especialmente aquellos existentes en las cuencas aportantes de los embalses, y los programas de reforestación necesarios a ser implementados en las áreas adyacentes a los embalses.

Reglamentación para la creación de parques nacionales, reservas forestales, áreas protegidas y áreas de recreación.

La base científica del eventual establecimiento de las normas de calidad del agua son los datos obtenidos regular y adecuadamente a través de una metodología preestablecida. El CRM debe garantizar, a través de la cooperación interinstitucional, que el proceso y los procedimientos usados para revisar las normas tengan los suficientes datos de sustentación que permitan la toma de una decisión, especialmente en lo que tiene que ver con las plantas de tratamiento de agua potable, reglamentación forestal, control del uso de pesticidas, y el fortalecimiento de la ley en estas áreas.

Las normas de calidad de agua son la base del programa de manejo de la calidad del agua. Las normas establecen las metas de calidad y los requerimientos de calidad de cuerpos de agua específicos, y sirven como sustento para la regulación y control de los agentes contaminantes municipal e industriales, conducir la planificación e implementación de programas de control de la contaminación, y proveen una medida de la efectividad de los programas de control a través de las normas de calidad.

Es muy importante que el CRM asegure que las decisiones sobre las normas se basen en evidencias científicas y técnicas recogidas en una base continua. Por esta razón, el programa para el establecimiento de las normas de calidad del agua deberá implementarse como parte del Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

4.2 Criterios de Calidad de Agua

Los criterios son elementos de las normas de calidad del agua expresados como concentración o niveles, que representan una calidad de agua que permite un uso particular. Cuando los criterios se seleccionan adecuadamente, se presume que la calidad del agua protegerá el uso designado.

Los criterios pueden ser establecidos mediante bioensayos, criterios biológicos, o valores numéricos. Se pueden desarrollar criterios aplicados a una región específica, donde, la calidad del agua del hipolimnium o los organismos acuáticos difieren de los valores pre establecidos para otras latitudes. Los criterios deberían ser una guía y deben estar basados en las últimas informaciones científicas disponibles del efecto de un contaminante sobre la salud humana y la vida acuática.

4.3 Enfoque de Ecosistemas

La base de este sistema es la calidad natural del agua que no ha sido de modo alguno alterada por la influencia de actividades humanas. La influencia del foco contaminante sobre la calidad del agua, o la diferencia entre la calidad natural del agua y la calidad actual del agua, es la característica sobresaliente para la clasificación de una agua contaminada.

El método de evaluación de la calidad del agua de uso general se basa en dos condiciones: la calidad actual del agua; y algunas propiedades físicas del medio (v.g. depósitos calcáreos aumentarán la dureza del agua).

La necesidad de monitorear parámetros biológicos tales como; colonia de peces, concentración de clorofila, y composición y crecimiento de microalgas además de los parámetros físico-químicos, es evidente cuando se trata con condiciones mínimas de eutrofización de

embalses, donde los indicadores biológicos determinarán el nivel de deterioro del sistema. Tal como se mencionó previamente, la evaluación de la calidad del agua y el nivel de polución establecerá la base para los programas de manejo que se implementarán en el ecosistema ligado al cuerpo de agua.

4.4 Clasificación de Agua Contaminada

El sistema se basa en la calidad natural del agua existente en la cuenca hídrica en la cual se localizan los embalses. Los cursos de agua, no tocados por la mano del hombre, cercanos al embalse y que a su vez lo alimentan, son seleccionados como referencia. La Contaminación se define aquí como cualquier influencia humana. Si reconstruimos la situación natural del mejor modo posible, y conocemos la calidad actual del agua, luego podremos nosotros evaluar el efecto de la contaminación. El sistema dará información sobre el actual proceso de alteración, y lo que pueda ocurrir en el futuro.

El hecho de tratar con un cuerpo de agua embalsado debe de considerarse en la clasificación como un factor principal cuando correlacionamos la calidad natural del agua de un sistema fluvial no polucionado con el embalse.

Debido al hecho de que la calidad del agua del embalse Daule-Peripa determinará la calidad del agua en La Esperanza y Poza Honda, se recomienda que la calidad del agua en Daule-Peripa sea usada como una referencia paralela a aquella de un cuerpo natural de agua de una fuente no contaminada. Tendremos entonces dos bases de comparación para establecer criterios, la calidad del agua en Daule-Peripa, y la calidad del agua de una fuente no

4.4.1 Sistema de Clasificación

Los efectos de la carga de polución en un curso de agua pueden caracterizarse por la magnitud y el tipo de agua contaminada que se descarga. La clasificación de la calidad del agua podría dividirse en los siguientes efectos de cargas de polución:

Efectos de nutrientes

Efectos de materia orgánica

Efectos Tóxicos (agroquímicos y otros tóxicos)

Efectos de sedimentos

Efectos microbiológicos

Los distintos efectos de polución podrían clasificarse en las siguientes categorías:

- Categoría A: Efectos de polución difícilmente apreciables (calidad de agua casi natural)
- Categoría B: Desviación racional de la calidad natural del agua
- Categoría C: Variación apreciable de la calidad natural del agua
- Categoría D: Gran desviación de la calidad natural del agua

Los siguientes rasgos describen las diferentes categorías:

- A: El ecosistema natural primitivo se mantiene intacto. La flora y fauna son casi lo que esperamos de los ecosistemas acuáticos naturales
- B: La comunidad biológica original está en algún grado afectada por la polución. Algunas especies han desaparecido y otras se han convertido en dominantes. La producción de algas ha aumentado, y las comunidades del fondo han cambiado en cierto grado. Las especies de peces sobreviven en el agua
- C: Tanto la composición de la flora y fauna y la producción han cambiado esencialmente con relación a sus condiciones naturales. Especies agresivas de la flora y fauna dominan. Organismos heterotróficos pueden estar presentes. La calidad del agua está considerablemente deteriorada
- D: El ecosistema está completamente fuera de balance. Las especies de algas azules y verdes dominan la comunidad de algas. Es posible que se de lugar a las condiciones anaerobias, alta concentración de sustancias tóxicas y posible mortandad de peces

4.4.2 Graficos de clasificación

Cada parámetro de calidad de agua puede ser representado mediante gráficos o diagramas, donde las condiciones naturales del agua, que sirven como referencia, pueden correlacionarse con la condición actual en un tiempo dado.

La graficación de la condición actual mostrará, en un mismo gráfico, los puntos (valores) que difieren del agua natural, y/o del agua en Daule-Peripa, y los siguientes puntos graficados mostrarán la variación con el tiempo de la situación actual de calidad del agua con respecto a las situaciones previas.

La desviación entre la calidad natural y actual del agua en los gráficos ilustrará el grado de polución así como también la desviación de la calidad previa de la calidad última del agua, y la tasa a la cual se mejora o deteriora la calidad del agua.

La confiabilidad de la evaluación aumentará con el número de parámetros usados.

4.5 Recopilación de Datos

La recopilación de datos es costosa y debería planificarse en detalle, y ejecutarse cuidadosamente para evitar errores de muestreo.

Las estaciones de monitoreo a utilizarse deberían ser las mismas del presente estudio para dar continuidad y aprovechar la información existente generada en el mismo. La localización de las estaciones de muestreo (17 estaciones) se detallan en el mapa esquemático presentado en la Figura 3.1.

Los parámetros biológicos a monitorearse se refieren sólo a las áreas delimitadas de los embalses. Estos parámetros contribuirán a la evaluación de la condición trófica de los embalses.

4.5.1 Parámetros a medirse

Los siguientes parámetros son los mínimos, pero no los únicos, que deberían medirse:

(1) Físico-químicos

- 1.- PH
- 2.- DBO
- 3.- DQO
- 4.- Nitrógeno amoniacal como N
- 5.- Nitrógeno kjeldahl total como N
- 6.- Nitrógeno de Nitrato como N
- 7.- Cloruro (como Cl)
- 8.- Fluoruro (como F)
- 9.- Sulfato (como SO_4^{2-})
- 10.- Fosfato (como P)
- 11.- Sólidos totales secados a 105°C

- 12.- Sólidos en suspensión secados a 105°C
- 13.- Sólidos disueltos
- 14.- Salinidad
- 15.- Conductividad ($\mu\text{mhos/cm}$)
- 16.- Boro (como Bo)
- 17.- Hierro (como Fe)
- 18.- Color (unidades Hazen)
- 19.- Turbidéz (FTU)
- 20.- Dureza total (como CaCO_3)
- 21.- Cadmio (como Cd)
- 22.- Sodio (como Na)
- 23.- Potasio (como K)
- 24.- Calcio (como Ca)
- 25.- Magnesio (como Mg)
- 26.- Cobre (Cu)
- 27.- Plomo (Pb)
- 28.- Zinc (Zn)
- 29.- Oxígeno disuelto
- 30.- Manganeso (como Mn)
- 31.- Distribución de la temperatura desde el Fondo/superficie
- 32.- Transparencia (disco Secchi)
- 33.- Distribución de la temperatura desde arriba/abajo

(2) Bacteriológicos

- 1.- Coliformes totales/ 100 ml
- 2.- Coliformes fecales/ 100 ml
- 3.- Streptococo fecal/ 100 ml
- 4.- Cuento estandar de colonias de bacterias / 100 ml
- 5.- Salmonela

(3) Biológicos

- 1.- Clorofila Tipo-A
- 2.- Productividad primaria
- 3.- Especies dominante de microalgas
- 4.- Biota bentica (macroinvertebrados)
- 5.- Conteo de células/ml

Los parámetros biológicos deberían de medirse en cualquier época a más del cronograma mencionado arriba, cuando se indique una condición de desviación hacia un estado mayor de eutrofización. Estos parámetros biológicos darán un indicio de este estado.

(4) Pesticidas

- 1.- Aldrin
- 2.- Dieldrin
- 3.- Clordano
- 4.- DDT y metabolitos
- 5.- Heptacloro
- 6.- Lindano
- 7.- HCH

Otros pesticidas utilizados eventualmente en el área pueden incorporarse a las mediciones si afectan potencialmente la salud de la población. Se debe prestar atención al uso de pesticidas organoclorados, relativamente insolubles en agua, pero absorbidos por materia orgánica y fácilmente transportados por los ríos. Algunos pesticidas clorados como el Dieldrin permanecen activos un promedio de 8 años, y son aplicados generalmente en dosis de 1-3 kg/ha/año

(5) Sitios de muestreo

Los sitios de muestreo de la Fig. 3.1 se sugieren como mínimo para la recolección de datos. Estos sitios podrán aumentarse o modificarse a criterio del CRM de acuerdo a las nuevas observaciones.

4.6 Evaluación de los Usos del Recurso Agua

El agua de La Esperanza y Poza Honda será utilizada para una serie de actividades que incluyen agua potable y riego. Diferentes usos del agua tienen diferentes requerimientos, y el objetivo es hacer posible una evaluación de la calidad del recurso agua para los distintos usos. Para este fin, la calidad del agua en el cuerpo de agua debería expresarse de acuerdo a una determinada escala en orden a evaluar su capacidad de uso:

La determinación final de la capacidad de los diferentes usos puede ser establecida en las siguientes clases:

- Clase 1: El cuerpo de agua es excelente para el fin específico
- Clase 2: El cuerpo de agua es satisfactorio para el fin específico
- Clase 3: El cuerpo de agua es dudosamente apropiado para el fin específico
- Clase 4: El cuerpo de agua no es satisfactorio para el fin específico

4.6.1 Criterios de calidad de las aguas crudas

Varios criterios referenciales de requerimiento de calidad de agua para los diferentes usos pueden consultarse. Sin embargo, criterios de calidad de las aguas crudas, vigentes en el Ecuador en función de sus usos y publicados en el Registro Oficial del 5 de Junio de 1989, deberán ser utilizados para ser identificados en el transcurso del monitoreo en Poza Honda y La Esperanza. Estos criterios han sido definidos (neviamente en el capítulo 3.3.4)

4.7 Clasificación del agua contaminada y uso del recurso agua

Al relacionar el grado de contaminación con los usos del recurso hídrico encontramos los siguientes Tipos de contaminación:

- 1- Eutrofización
- 2- Saprofización (materiales orgánicos)
- 3- Acidificación
- 4- Efectos de sustancias tóxicas
- 5- Efectos de material particulado
- 6- Efectos microbiológicos

La calidad propia del agua se compara con las clases de necesidades de uso actual, y para cada tipo de uso se establece un formulario de evaluación, enumerándose todos los parámetros involucrados en una lista donde se especifica el sistema de evaluación versus la clase de necesidades. Basado en la información recogida se llena el formulario de evaluación y la determinación de la conveniencia del uso actual se realiza por comparación, de acuerdo a los criterios de evaluación previamente seleccionados.

La Eutrofización ha sido el problema más evidente relacionado con la calidad del agua del embalse Poza Honda. Algunos estudios se han efectuado por parte de la FAO (31) y el CRM-INNERHI-CONADE-OEA (32). La información se la encuentra disponible en el CRM, y la implementación del programa para el monitoreo de la condición trófica de los embalses está explícita en dichos estudios (38 & 39).

4.7.1 Eutrofización

La concentración de fósforo es el común denominador de todos los métodos para determinar el nivel trófico de un cuerpo de agua. Las fórmulas que se presurten en el capitulo 3.3.3 deben ser usadas para la determinación de la eutrofización en los cuerpos de aguas enuneltos en este proyecto.

4.8 Conclusiones

El programa para el establecimiento de las normas de calidad del agua que comprende el sistema de clasificación de agua contaminada y el sistema de evaluación del uso de los recursos hídricos, dará al CRM una herramienta valiosa para evaluar el estatus del ecosistema acuático y sus usos para diversos propósitos. Los criterios servirán para integrar dos actividades distintas pero interrelacionadas, que son: la evaluación de la contaminación y la posibilidad del control y valoración de la calidad del agua para los diferentes usos.

La información derivada del monitoreo y organizada en este sistema u otro similar suministrará la retroalimentación del estatus del plan de manejo ambiental, relacionado con el programa de prevención del deterioro de la calidad del agua.

La información obtenida en este programa indicará, cuando se compare con los análisis de agua efectuados a la entrada de las plantas de tratamiento, el grado de contaminación generado entre el embalse y la entrada de la planta de tratamiento, sugiriendo que se deben hacer los correctivos necesarios en este sector para mejorar la calidad del agua que ingresa a la planta de tratamiento.

Finalmente, el programa para el establecimiento de las normas de calidad del agua en los embalses está íntimamente relacionado con el programa de prevención del deterioro de la calidad del agua y el programa de conservación ambiental en las áreas adyacentes a los embalses.

5. PROGRAMA BASICO PARA LA PREVENCION DEL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LOS EMBALSES POZA HONDA Y LA ESPERANZA

5.1 Introducción

Basado en los datos presentes de la calidad del agua en los embalses Daule-Peripa, La Esperanza y Poza Honda como se muestran en la Tabla 3.1, se predice la calidad futura del agua, cuyos resultados se indican en la Tabla 3.2.

La condición futura de calidad del agua del embalse La Esperanza tendrá un mejor valor que la calidad de agua de Daule-Peripa en términos de DBO y DQO, pero será peor en términos de T-N y T-P.

Con el proyecto, la calidad del agua en La Esperanza será mejor en términos de T-N y T-P, pero peor en términos de DBO y DQO, si se la compara con la condición de sin el proyecto.

En el embalse Poza Honda, la calidad del agua se mantendrá excepto por el DQO, que sufre un ligero incremento de 1,58 mg/l, por lo que no se espera ningún impacto significativo.

El estudio trófico del CRM-INERHI-OEA (32), determinó que para 1983, los principales factores que incidían en el proceso de eutrofización, eran las prácticas agropecuarias con una contribución del 74% de la carga de fósforo, la cuenca deforestada en un 40 % y la existencia de pendientes pronunciadas en un 60%.

Basado en los hallazgos anteriores, el presente programa para la prevención del deterioro de la calidad del agua estará dirigido hacia las áreas vecinas a los embalses, en orden a dar los lineamientos para la implementación del plan de manejo y monitoreo en dichas áreas.

El presente programa está interrelacionado con el estudio básico para el delineamiento del área de conservación, y con el programa para el establecimiento de las normas de calidad de agua. El primero definirá el área para la implementación del plan, y el último proveerá una herramienta de monitoreo para evaluar los resultados derivados del Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental (PMMA) a mediano y largo plazo.

Actualmente CEDEGE lleva a cabo y con éxito un programa de manejo ambiental del embalse Daule-Peripa, por lo que se propone en éste informe la coordinación entre el CRM y la CEDEGE a fin de aplicar si procede en los embalses La Esperanza y Poza Honda las políticas, procedimientos y experiencias que éste organismo ha implementado y logrado en el manejo ambiental del Daule-Peripa, y que de manera general se traduciría en el logro de los siguientes objetivos:

- (1) Mejora de la calidad de vida de los habitantes de la cuenca aportante.
- (2) Control de la erosión en la cuenca aportante y de la sedimentación en los embalses.
- (3) Establecimiento de un programa de reforestación en las márgenes de los embalses y áreas críticas de las cuencas aportantes.
- (4) Zonificación de las áreas circundantes a los embalses, para su reforestación.
- (5) Puesta en marcha de programas de capacitación y difusión en las áreas de silvicultura, silvopascicultura y agroforestería.
- (6) Implementación de un programa de investigación dinámica, de establecimientos y manejo de distintas especies forestales.
- (7) Capacitación de personal a diferentes niveles.

5.2 Zona de Influencia inmediata

5.2.1 Poza Honda

La zona de influencia inmediata se define en la Fig. 5.1. Considerando al uso actual y potencial del suelo, al riesgo de erosión y al embalse como un componente de interés público, se han definido en el área de influencia, tres zonas básicas.

De manera general, mediante ésta zonificación, se pretende disminuir el aporte de sedimentos y nutrientes a los embalses y los cuales afectan la calidad de las aguas de los mismos. De ahí la importancia en la implementación de éste programa.

ZONA A: Esta zona rodea y limita directamente con el embalse. Es el área en la que las variaciones del nivel del agua, afectan directamente a las tierras circundantes y en donde las actividades humanas están directamente relacionadas al uso del recurso agua. Debido a que en algunos sectores, hay pendientes pronunciadas y poblaciones con gran actividad a lo largo del camino de acceso, entonces, la extensión de la Zona A ha sido demarcada por la cota de la carretera de acceso alrededor de todo el perímetro del embalse. El límite superior de la Zona A, es la cota 160 msnm, y el inferior el nivel del agua en el embalse.

ZONA B: Esta zona está directamente asociada con prácticas agropecuarias y con asentamientos humanos. Su límite inferior es la carretera de acceso a 160 m.s.n.m. y su límite superior está determinado por pendientes altas, inadecuadas para la agricultura o ganadería, pero con fuerte vocación forestal, donde pueden observarse manchas del bosque, aisladas entre ellas por terreno deforestado. El límite superior de ésta zona, se ha fijado ser las curvas de nivel 200 y 260 m.s.n.m., para las márgenes derecha e izquierda, respectivamente.

ZONA C: Esta zona está directamente asociada a pendientes altamente pronunciadas y a la presencia de manchas de bosque alteradas y aisladas, capaces de regenerarse si no se tocan. El área es apta para regenerar al bosque o para reforestarla, presenta un alto riesgo de erosión y el uso agrícola está en conflicto con la aptitud del suelo. Aquí, la deforestación es una práctica común. El límite máximo de ésta zona está ubicado a 300 y 360 msnm, para las márgenes derecha e izquierda, respectivamente.

Áreas Totales para las Zonas A - B - C
Poza-Honda

Area	Zona A	Zona B	Zona C
Km ²	8,23	11,06	12,17
ha	823	1.106	1.217

5.2.2 La Esperanza

El área de influencia inmediata que se indica en la Figura 5.2 se la ha dividido en tres zonas, las que se han definido considerando al uso actual y potencial del suelo, al riesgo de erosión y al embalse, como un componente de interés público.

ZONA A: Esta zona se encuentra adyacente al embalse y la rodea. En ésta área, la variación del nivel del agua afecta directamente a las tierras circundantes. Las actividades humanas sobre estas tierras afectan directamente al embalse. Esta zona está considerada como área de protección de uso restringido y como área de protección y amortiguamiento inmediato del embalse. La altitud del límite inferior de la zona es el nivel mínimo del agua del embalse y su límite superior se encuentra a 100 msnm. La zona A se caracteriza por áreas planas, alternadas por un paisaje ondulado.

ZONA B: Esta zona está directamente asociada con prácticas agropecuarias y asentamientos humanos. Su límite inferior es la altura máxima de la Zona A y su límite superior lo delimita la Zona C, con fuertes pendientes no apropiadas para la agricultura o ganadería, de fuerte vocación forestal, compuesto de manchas de bosques separadas por zonas deforestadas. El límite superior de esta Zona se encuentra a 200 msnm.

ZONA C: Los límites de la Zona C se han considerado flexibles, dependiendo de las pendientes, riesgos de erosión y a la vocación del suelo en diferentes sectores, tal como se precia en el mapa, en la zona del embalse y cubriendo un cono en las márgenes izquierda y derecha. Debido a las altas pendientes, la Zona C se extiende desde el nivel del agua, hasta 300 m.s.n.m., para luego descender gradualmente hasta alcanzar 200 m.s.n.m. como límite superior.

Areas Totales para las Zonas A - B - C
La Esperanza

Area	Zona A	Zona B	Zona C
Km2	32,89	124,02	48,26
ha	3.289	12.402	4.826

5.3 Uso Actual del Suelo

5.3.1 Poza Honda-zona A

El uso actual del suelo en la Zona A está definido por el uso humano del recurso hídrico, distinguiéndose las siguientes actividades:

- Lugar para dar de beber al ganado.
- Lugar de baño para porcinos.
- Puertos de embarque/desembarque de canoas a motor.
- Sitios de parada de botes para recoger a los agricultores dispersos y su producción. Existen 50 sitios en todo el perímetro del embalse.
- Lavaderos de ropa.
- Sitios de práctica de natación y de esparcimiento para niños y adultos de las poblaciones vecinas durante los fines de semana.
- Sitio de trasbordo de carga/pasajeros desde camiones hacia los botes y viceversa asociada con la actividad agrícola de los alrededores.
- Sitios públicos de expendio de alimentos y bebidas asociados con los embarcaderos.
- Disposición de desechos sólidos, provenientes de la actividad humana en los alrededores del embalse.

El área se encuentra cubierta de pastizales y escaso bosque, tal como se muestra en la Figura 5.3. Algunos pobladores han iniciado el cerramiento del embalse, tratando de delimitar una zona de su uso exclusivo, por ejemplo para cría de animales.

5.3.2 Poza Honda-zona B

Esta área se caracteriza por la existencia de pastizales artificiales, frutales de diverso origen, principalmente cítricos y asociación de cultivos como café/cacao/banano/cítricos, tal como se indica en la Figura 5.3.

De las entrevistas realizadas a los pobladores locales se ha podido estimar una población de entre 500 a 600 habitantes en las zonas adyacentes al embalse. El asentamiento más

significativo lo constituye el poblado de Las Mercedes, localizado a 1,5 km aproximadamente de la cola del embalse, al lado derecho de la laguna, y a apenas 0,5 km del embalse.

Número estimado de viviendas

	Las Mercedes I	Las Mercedes II
Número de casas	40	38

Las actividades agrícolas se desenvuelven en pendientes de hasta 30-70%, ocasionando problemas de erosión. La práctica local de siembra siguiendo la línea de la pendiente incrementa el riesgo de erosión en estas zonas de colinas.

Otra práctica común de la zona es la quema de los residuos de las cosechas, para 'preparar' la tierra para el nuevo cultivo.

5.3.3 Poza Honda-zona C

El área se caracteriza por fuertes pendientes, en algunos casos superiores al 70%, con la existencia de manchas aisladas de bosque tropical seco que ha sido modificado por la deforestación parcial, y que alternan con manchas de tierra totalmente deforestadas.

La práctica comúnmente empleada en el área es la quema de matorrales a manera de preparación de la tierra previo a la llegada de las lluvias, expandiendo de este modo la frontera agrícola.

Los asentamientos humanos son escasos y dispersos a lo largo del eje longitudinal del embalse.

Uso Actual del Suelo

Uso del suelo	Poza-Honda		
	Zonas		
	A	B	C
	(has)		
Bosque Denso	295	560	658
Bosque Denso Bajo	123	94	190
Total de Bosque	418	654	848
Pastizales	291	250	354
Cultivos anuales	43	60	11
Cultivos perennes	71	128	2
Lagos	-	6,00	-
Centros Poblados	-	7,00	-
Suelo Desnudo	-	0,62	2,5

5.3.4 La Esperanza-zona A

Debido a que el embalse La Esperanza no se encuentra en operación todavía, no se evidencia problemas con el uso de la tierra en esta zona. No obstante, la práctica común de los pobladores es el uso de los ríos como medio para transportarse, especialmente durante la época de lluvias cuando los caminos son intransitables.

Se prevé que ocurra lo mismo que en el embalse Poza Honda, una vez que el embalse entre en operación. El área se halla cubierta de matorrales y escasas manchas de bosque. En las zonas adyacentes al sitio de presa, las pendientes son pronunciadas, y actuarán como límites del embalse una vez que éste entre en operación. Esta área se la ha considerado como la zona C, o de vocación de reserva forestal aunque este limitada por el agua. El riesgo de erosión en esta zona es alto, como se indica en las Figuras 5.2 y 5.4.

5.3.5 La Esperanza-zona B

Esta área servirá para asentar a la mayoría de los pobladores desplazados de las áreas de inundación del embalse. El área se caracteriza por poseer pendientes pronunciadas alternadas con áreas de pendientes moderadas, especialmente en los ramales norte y sur del embalse.

Las actividades tradicionales son la ganadería extensiva, y agricultura de subsistencia como plátanos, maíz, café, y frutales, como se muestran en la Figura 5.4.

5.3.6 La Esperanza-zona C

El área se caracteriza por las fuertes pendientes, mayores al 70% en la mayoría de los casos, con la existencia de parches aislados de bosque tropical seco alterado por una deforestación parcial, y alternan también con parches de tierra completamente deforestada, como se indica en las Figuras 5.2 y 5.4.

Una práctica común es el desmonte del terreno para la expansión de las actividades agrícolas, por medio de la quema de monte antes del inicio de la temporada de lluvias.

El asentamiento poblacional es reducido en esta área, aunque un número reducido de escasas viviendas pueden encontrarse a lo largo del embalse.

Uso Actual del Suelo

Uso del suelo	La Esperanza		
	Zonas		
	A	B	C
	(has)		
Bosque Denso	386	3.619	2.008,4
Bosque Denso Bajo	130	577,2	300
Bosque Total	(516)	(4.196,2)	(2.308,4)
Pastizales	2.769,4	8.132,2	2.477,6
Cultivos anuales	-	54,2	12,2
Cultivos perennes	3,3	20	17,2
Lagos	-	-	-
Centros Poblados	nd	nd	nd
Suelo Desnudo	-	-	10,3

El uso actual de la tierra en La Esperanza fué estimado basado en los mapas existentes y en la información de la fotografías aéreas en una proporción del 37 %, 20 % y 36 % del área total de las zonas A, B y C respectivamente. Los datos del área total utilizada fueron extrapolados a partir de estas cantidades, con la ayuda de imágenes satelitarias tomadas en Febrero de 1990 y Octubre 1991.

5.4 Uso Potencial del Suelo

Según estudios previos (17) se ha determinado que las áreas adyacentes al embalse Poza Honda son apropiadas para la plantación de bosque. Las fuertes pendientes en el área, y los altos riesgos de erosión (50-200 Ton/ha/año a 2.200 Ton/ha/año) estimados para estas áreas en 1988 confirman este uso potencial.

Para la Esperanza, la erosión existente en 1988 fué considerada moderada para la mayor parte del área adyacente (10-50 Ton/ha/año), y alta para el sitio de la presa en el cono adyacente localizado a ambos márgenes del embalse (50-200 Ton/ha/año). El riesgo de erosión fué considerado alto (50-200 Ton/ha/año). Las prácticas de conservación recomendadas son las plantaciones forestales, bosque y pastizal y su manejo para el mantenimiento. En una menor escala, existen suelos apropiados para agricultura intensiva (17).

Considerando éste uso potencial del suelo, las plantaciones forestales y agroforestales son las más adecuadas para el uso de las áreas adyacentes a los embalses. No obstante, considerando la población que habita la zona y su actividad económica tradicional, esto es la

agricultura y ganadería, se deben de considerar algunas estrategias para reducir el impacto de la erosión del suelo, causado por las mencionadas actividades.

Las siguientes estrategias han sido consideradas como apropiadas para la conservación de los suelos, reducir la erosión, y aumentar la productividad agrícola de la zona. Al incrementar la productividad de la tierra, el agricultor tratará de seguir la estrategia propuesta, lo cual traerá como resultado la conservación del suelo y eventualmente mejorar las condiciones de la calidad del agua de los embalses.

Las estrategias de conservación consideradas son las siguientes:

Mejoramiento de las áreas de pastizales

Agroforestería

Forestería y pastizales

Agroforestería y pastizales

Plantaciones forestales

Cultivo en hileras como barreras contra la sedimentación

Construcción de zanjas o acequias de ladera contra la erosión.

5.5 Uso Propuesto del Suelo

El programa para la prevención del deterioro de la calidad del agua está orientado básicamente hacia un uso adecuado de las áreas adyacentes a los embalses y al establecimiento de zonas de protección.

Debido a que la mayor contribución a la condición de eutrofización se deriva de las prácticas agrícolas y ganaderas y de las actividades humanas, estas actividades deben sujetarse a prácticas sólidas de manejo y planificación tales como las que se mencionaron arriba.

5.5.1 Zona A-Poza Honda y La Esperanza

La zona A es el cinturón que circunscribe al embalse y debe actuar como una zona de amortiguamiento entre las actividades humanas y el embalse. Esta zona se debe considerar como zona protegida con absoluta restricción de cualquier actividad que involucre, no exclusivamente, lo siguiente:

- Disposición de desechos sólidos
- Vertido de desechos líquidos
- Vertido de aceites, lubricantes y combustibles
- Uso de jabones y detergentes
- Cría de animales y toma de agua

- Lavado de implementos utilizados en la aplicación de agroquímicos
- Instalación de cualquier tipo de actividad comercial referente a comidas, bebidas, hoteles, fincas vacacionales, instalaciones de recreación con botes, etc.
- Desarrollo urbano
- Deforestación

(1) Acciones a Corto Plazo

Las siguientes actividades, que ya se están ejecutando, deberán organizarse y/o re- asignarse, sin demora alguna:

(i) Sitio de embarque en Poza Honda

La infraestructura de desembarque de Poza Honda, que sirve a los motores fuera de borda para el transporte público y que está ubicado a 100 m de la toma de agua de la planta de tratamiento, debe ser reubicado en la margen derecha, a la cola del embalse.

La rehabilitación del camino proveerá una vía de acceso permanente (estación seca y lluviosa), eliminando la necesidad del puerto de embarque.

Los operadores de la transportación fluvial tienen que atenerse a la siguiente reglamentación:

- 1.- Disponer de letrinas y de la adecuada disposición de las excretas mediante pozos ciegos de acuerdo a prácticas sólidas de ingeniería sanitaria y bajo la supervisión de las autoridades competentes
- 2.- La disposición de combustibles, aceites y lubricantes deberá realizársela en tanques, y llevarlas afuera del área para la disposición final en las gasolineras u otra zona destinada para tal efecto.
- 3.- Instalación de recipientes para la disposición de la basura en las áreas donde hallan actividades humanas, y la extracción de los desechos afuera del área del embalse.
- 4.- Limitar la zona de tránsito peatonal en el 'puerto' a aquella designada por el CRM, donde a través de puentes peatonales se permita el tránsito de la gente y evitar de ese modo la degradación de la cobertura del suelo.
- 5.- El área utilizada para carga y descarga de camiones, y de tránsito del público deberá pavimentarse o asfaltarse para dotar de condiciones adecuadas para el desarrollo de esas actividades.

- 6.- El flujo de pasajeros de botes en el embalse proveniente de diferentes partes (50 sitios) deberá evaluarse para centralizar el flujo al mínimo número de paradas, donde se proveerá de un sitio techado para los usuarios, y para demarcar el sitio. Esta medida asegurará que el tránsito diario de la gente a través de la zona restringida sea predeterminado, y se tenga un libre acceso para tal propósito.

Se recomienda además una evaluación adicional por parte del CRM referente al mínimo número de botes para transporte público y de carga. Para minimizar el número de botes que circulan en el embalse, se deberán aplicar las disposiciones y reglamentos pertinentes.

(ii) Cría de animales

Toda actividad que involucre el acceso de animales al embalse, para bañarse, beber agua u otra actividad, tiene que ser detenida mediante el cerramiento de la Zona A a la altura preestablecida. Otras medidas sugieren la instalación de letreros que alerten a la población para que mantengan sus animales fuera del área. Estos letreros deben colocarse en lugares visibles, cada kilómetro, a lo largo del perímetro de la Zona.

Todas las cercas existentes en el área deberán ser removidas para recuperar el control de la zona, y las personas que se opongan a ésta medida deberán ser sancionados por la ley.

Esta última medida proviene del Artículo 1 del acuerdo Ministerial para la conservación y manejo de embalses, Registro Oficial # 549, de Marzo 20 de 1978.

A manera de sugerencia, se podrían construir pozos de agua y tanques localizados estratégicamente que servirán para el ganado, para así desviar el flujo de animales hacia el embalse durante la estación seca. Esta infraestructura deberá ser proporcionada por el CRM, localizando la mejor zona para la instalación de los pozos y de los reservorios para el ganado, y el agricultor se encargará de la provisión de la bomba y su mantenimiento.

(iii) Lavado de ropa

El uso directo de jabones y efluentes, provenientes del lavado de ropa en el embalse, debe pararse. El CRM deberá promover la perforación de pozos en lugares estratégicos, donde la gente con dificultades para conseguir el agua, podría utilizarlos sin tener que usar el embalse.

La alternativa de establecer 'áreas de lavandería' de ropa en la Zona B, donde las mujeres podrán tener acceso en lugar de ir al embalse, tiene que ser evaluada. Para esta opción se tendrá que diseñar un sistema apropiado de tratamiento del agua de desecho.

(2) Acciones a mediano plazo

(i) Reforestación

La Zona A debe reforestarse con especies nativas para la protección del suelo,

mejoramiento del ambiente con fines turísticos y para la atracción de aves y otras especies con el objeto de mejorar la biodiversidad del medio ambiente.

Uso Propuesto del Suelo Zona-A Area de Reforestación Propuesta

Tipo de Area	%	Poza Honda	La Esperanza
(1) Area Total (ha)	100	823	3.289
(2) Area Forestal (ha)	51	418	516
(3) Area de Pastizal(ha)	35	291	2.769,4
(4) Area a reforestarse	28,3	233	2.215,5
= 80% de (3) @ 300			
árboles/ha			

Se sugiere la utilización de especies nativas existentes en los declives superiores, especialmente aquellas que dan frutos apetecibles para las especies animales locales. Esto atraerá la fauna y contribuirá al interés turístico del área en el futuro.

Las semillas y brotes de árboles podrán encontrarse en las cercanías del escaso bosque existente en el área, en las zonas altas, y los pobladores podrían obtener un ingreso extra al coleccionar las semillas y venderlas al programa. Estas plantas deberán mantenerse en viveros hasta que alcancen el tamaño apropiado para ser plantadas en el suelo.

A continuación se da una lista de algunas especies de árboles para la zona A:

Nombre Comun	Nombre Técnico
Marañón	Anacardium excelsium
Guayacán	Tabebuia sp.
Caimito	Ponteria caimito
Guaba	Inga edulis
Arbol de pan	Antocargus edulis
Mamey	Mamea americana
Zapote	Copposis sp.
Algarrobo	Prosopis juliflora
Laurel blanco	Cordia alliodora
Roble	Tabebuia pallida

5.5.2 Zona B-Poza Honda & La Esperanza

Esta área se considera como zona protegida de uso múltiple, pero con restricciones. Debido a que ésta área está ocupada por 500-600 personas entre agricultores y ganaderos, no se

recomienda su absoluta preservación, por el impacto social que causaría. Sin embargo, las actividades de los moradores deben regularse y restringirse para controlar la erosión, deforestación y evitar que se convierta en foco de contaminación.

Las siguientes actividades deberían prohibirse:

- Deforestación y cambio del uso del área forestal
- Minería y/o instalación de cualquier tipo de industria
- Instalación de grandes industrias avícolas, porcinas, etc
- Instalación de hoteles e instalaciones turísticas
- Quemas no controladas para la preparación del terreno de cultivos, sin el debido control para evitar los incendios forestales.

(1) Acciones a corto plazo

Las siguientes actividades que se desarrollan actualmente deben terminarse y la legislación pertinente debe de aplicarse sin demora.

(i) Deforestación y quemas

La expansión de las áreas agrícolas es evidente en las zonas de pendientes altas. La existencia de manchas deforestadas, sitios aislados de bosque tropical alterado a través de todo el paisaje, y el cultivo en pendientes, algunas veces superiores al 70%, en hileras que van a lo largo de la pendiente, es típico de ésta zona. La zona se considera como de medio a alto riesgo de erosión, con una tasa de erosión moderada de 10 - 50 Ton/ha/año para 1988.

Es muy urgente que el CRM detenga la deforestación en ésta zona, haciendo uso de la actual legislación en ésta materia. Un mecanismo de regulación consiste en coordinar con la oficina del INEFAN en la provincia de Manabí y apostar al menos 2 guardias forestales en la Zona B.

(2) Acciones a mediano plazo

En estudios previos (17) se ha recomendado la reforestación de zonas degradadas con pendientes mayores al 70%. En las áreas adyacentes a los embalses se ha venido dando una práctica de incrementar las áreas agrícolas y pastizales en desmedro de las zonas pobladas de bosques, éstas zonas incluyen áreas donde la pendiente alcanza valores superiores al 70%, que son las áreas exclusivas para el crecimiento del bosque y de protección contra la erosión.

La situación actual demanda de prácticas de conservación de suelos, tales como las medidas antes mencionadas.

(i) Agroforestería

En estudios previos, se ha propuesto a la agroforestería como una mezcla entre la reforestación y la agricultura para zonas con pendientes de entre 40 - 70% (17)

El sistema trata de combinar cultivos anuales con perennes, y la reforestación con árboles endémicos para mejorar la cobertura del suelo.

Algunas de las especies adecuadas para este propósito son:

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO
Laurel	Cordia alliodora
Pachaco	Chizolobium parahibum
Guachapeli	Albisinia guachapele
Cedro	Cedrella odorata
Leucaena	Leucaena leucocephala
Roble	Tabebuia pentaphylla

Cultivos permanentes, tales como café y cacao, y cultivos anuales deben asociarse con las especies de árboles descritas anteriormente. Las zonas donde existen pastizales en pendientes altas, deben ser reemplazadas por cultivos tales como el cacao y el café.

Sería recomendable que se implemente un área demostrativa con variedades mejoradas de café y cacao, y prácticas apropiadas de manejo tales como, mayor densidad de cultivo, zanjas de control de la erosión, barreras de protección, intercalación de cultivos, etc. para demostrar al agricultor local las ventajas de tal sistema.

El área estimada de cobertura de esta estrategia es la siguiente:

USO PROPUESTO DEL SUELO ZONA B - AGROFORESTERIA POR PASTIZALES

USO DEL SUELO	%	#DE PLANTAS/ha	POZA HONDA (ha)	LA ESPERANZA (ha)
(A) Agroforesteria				
en pendientes <70%				
Area Total Zona B			1.106	12.402
(1) Area de Pastizales	100	-	250	8.132
(2) Agroforesteria Propuesta	20	-	50	1.626
Area = (3) + (4)				
(3) Agroforesteria y Cultivos Anuales =(3.1) + (3.2)	10	-	25	813
(3.1) Plantación Forestal	6	1.110	15	488
(3.2) Cultivos Anuales	4	200	10	325
(4) Agroforesteria y cultivos permanentes = (4.1) + (4.2)	10	-	25	813
(4.1) Cultivos permanentes	6	200	15	488
(4.2) Plantación Forestal	4	1.110	10	325

(ii) Plantaciones forestales y pastizal

El propósito principal de ésta estrategia es sembrar árboles siguiendo la pendiente en áreas cubiertas de pastos. Por medio de ésta estrategia se espera disminuir el proceso erosivo, y que el uso específico de las áreas de pastizales sea en forma rotativa, para evitar su degradación.

Las plantaciones forestales, y los árboles de especies forrajeras que se plantarán bajo ésta estrategia, ayudarán a la retención del suelo y suplirán forraje adicional para el ganado. Estudios previos (17) han identificado las áreas de pastizales con pendientes entre 40 y 70%, en donde se implementará la estrategia propuesta.

Las especies propuestas a plantarse en estas áreas son:

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO
Algarrobo	Prosopis sp.
Leucaena	Leucaena sp.
Cracol	Eytricia sp.
Yuca de raton	Glericidia sp.
Faique	Acacia macracanta
Caoba	Switenia macrophylla
Cedro	Cedrella odorata
Guayacan	Tectoma crysantha
Guachapeli	Pseudosamanea guchapele
Fernán Sanchez	Triplaris guayaquilensis

No se recomienda el uso de Teca (*Tectona grandis*) ni Samán (*Samanea saman*) para las áreas de pastizales debido a la gran aportación de hojas al suelo, lo cuál inhibe el desarrollo del pasto.

El uso del Faique (*Acacia macracanta*) ha dado buenos resultados cuando se lo ha utilizado en reforestación combinada con pastos (36). Las vainas leguminosas sirven como alimento suplementario para el ganado, las ramas son buenas como leña, y la madera se comercializa para la industria de aglomerados para pisos.

El establecimiento de cercas vivas contribuye a la reforestación mientras sirve como cerramiento. Los árboles plantados con el fin de dar sombra son esparcidos por todo el pastizal y al principio deberán ser protegidos por cercas para evitar que el ganado las destruya.

Los árboles plantados siguiendo una cota dada servirán para detener la erosión. Estos deberán plantarse en altas densidades, en forma perpendicular a la dirección de la pendiente. Cuando se los utilice como barreras, estos deberán ser plantados en altas densidades. Las mejores experiencias se han obtenido con *Leucaena*, y se ha considerado que la siembra en hileras dobles a 10 m de separación y a 2,5 m entre plantas es la mejor barrera para el control de la erosión.

La distancia entre hileras de *Leucaena* deberán variar de acuerdo a la pendiente, se recomiendan barreras más cercanas para las pendientes más altas, por decir, 25 m para 10% de pendiente, y 6 m para pendientes del 35%. La cantidad requerida de semillas de *Leucaena* es de 1 kg/100 m.

También es recomendable establecer granjas demostrativas donde el mejoramiento del pastizal sembrando leguminosas resistentes, el cerramiento y partición de la tierra para usarlas en

rotación de cultivos, cercas vivas, etc., permitirán una demostración de la alta capacidad de sostenimiento del área.

La posibilidad de introducir ganado Criollo o "Runa", una especie resistente a los parásitos y enfermedades, debería evaluarse como un complemento de la granja demostrativa y como una alternativa para los productores locales.

El número estimado de hectáreas a implementarse con esta estrategia en la Zona B se resume en la siguiente tabla.

USO PROPUESTO DEL SUELO ZONA B - ZONAS FORESTALES Y PARA PASTOREO

USO DEL SUELO	%	#DE PLANTAS/ha	POZA HONDA (ha)	LA ESPERANZA (ha)
(B) Plantaciones Forestales y forrajeras en pendien tes. <70%				
Area Total Zona B			1.106	12.402
(1) Area de Pastoreo	100	-	250	8.132
(2) Area Propuesta	80	-	200	6.506

(iii) Agroforestería y pastoreo

La agroforestería y el pastoreo es una estrategia que incluye la mezcla de los métodos antes mencionados usando las especies descritas. Este sistema combinado está dirigido a un uso múltiple del área productiva y debe aplicarse sólo donde factores socio-culturales determinen que este sistema mixto, es el más recomendado siempre y cuando las condiciones del terreno lo permitan.

(iv) Plantaciones Forestales

Aquellas áreas con pendientes mayores que el 70% y que están bajo pastizales al momento, son adecuadas para plantaciones forestales. Las plantaciones, con una tasa de explotación del 20% para leña y carbón, podrían ser sembradas con las siguientes especies:

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO
Leucaena	Leucaena sp.
Jasmin	Melia arederach
Fernán Sánchez	Tryplaris guayaquilensis

Aquellas plantaciones donde la tasa de explotación sea del 50% para la producción de madera fina, podrían ser sembradas con las siguientes especies:

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO
Caoba	Switenia macrophila
Cedro	Cedrella odorata
Laurel	Cordia alliodora
Balsa	Ochroma lagopus
Amarillo, Lagarto	Centrolobium patinense
Gomelina	Gomelina arborea

La densidad propuesta es de 1.100 plantas/ha, con una distancia de siembra resultante de 3 x 3 m. Esta densidad es considerada alta, y el propósito es proveer una área de cobertura máxima para proteger áreas con alto riesgo de erosión.

Áreas con alto riesgo de incendio serán apropiadas para Teca (*Tectona grandis*), en vista de su adaptabilidad al fuego. La experiencia con la Teca (36) ha demostrado que una densidad de 625 árboles/ha es recomendable.

USO PROPUESTO DEL SUELO ZONA B - PLANTACIONES FORESTALES

USO DEL SUELO	%	#DE PLANTAS/ha	POZA HONDA (ha)	LA ESPERANZA (ha)
(C) Plantaciones Forestales con pendiente >70%				
Area Total Zona B			1.106	12.402
(1) Area con pendiente >70%	100	1.100	48	3.112
(2) Area propuesta	100	1.100	48	3.112

(v) Mejoramiento del área de pastizales

La mayoría de las haciendas ganaderas del área son del tipo extensivo, con un promedio de 0,7 animales/ha, debido a la inexistencia del pastoreo rotativo, pastizales sembrados en áreas no apropiadas, y al uso de pastos naturales de bajo valor nutricional (17).

Para el mejoramiento de las áreas de pastizales, donde el programa esté dirigido al mejoramiento de la productividad y al mismo tiempo se minimicen los efectos erosivos de las prácticas actuales, se recomiendan las siguientes actividades:

- Cerramiento de áreas específicas que permitan el pastoreo rotativo y un mejor aprovechamiento del pastizal.
- Control de enfermedades y parásitos
- Identificación y marcado de animales
- Identificación del periodo de celo
- Erradicación de malezas
- Introducción de razas mejoradas para mejorar la pureza del hato.
- Implementación de zanjas para reducir las pérdidas del suelo por la erosión.
- Mantenimiento a cierta altura del tamaño del pasto.

Se recomienda seguir usando pastos como el Saboya por su adaptabilidad al área y resistencia a la sequía. Con la implementación de las medidas antes mencionadas, se espera que la capacidad de carga se incremente a, por lo menos, 1 animal/ha. En la zona del Daule-Peripa (36), las experiencias con la raza local runa, ha dado buenos resultados con 2 animales/ha.

Las leguminosas son plantas consideradas como mejoradoras del contenido del nitrógeno del suelo, carbón orgánico, fósforo disponible y otros. La compatibilidad de las leguminosas y pastos aumenta cuando el pasto utilizado crece en montones, tal como el pasto Saboya utilizado en el área. Es deseable, por lo tanto, introducir las leguminosas dispersando las semillas antes de la época de lluvias. La semilla de leguminosa tal como la soya criolla y centrosema son recomendables para el mejoramiento de los pastizales en cantidades de 1 a 4 kg/ha (19).

A continuación se resume el área de la Zona B que se implementará con la estrategia descrita:

USO PROPUESTO DEL SUELO ZONA B - AREAS DE PASTIZALES

AREA/PENDIENTE	POZA HONDA(ha)	LA ESPERANZA(ha)
- Area total de pastizales	250	8.132
- Area de pastizales con pendientes >70%	48	3.112
- Area de pastizales con pendientes <70%	202	5.020

(vi) Cultivo del Bamboo

Para la protección de las cañadas que son los lugares de escurrimiento de las zonas altas, y para reducir el efecto erosivo del agua sobre las márgenes de estas cañadas, se sugiere el cultivo del Bamboo.

El bamboo favorece el desarrollo de crecimientos espesos, es una planta de rápido desarrollo, y posee raíces profundas, fija áreas inestables y estabiliza los taludes, evitando los deslizamientos de tierra y reduciendo la erosión, además el bamboo es usado ampliamente como material de construcción en toda la provincia. Su disponibilidad reducirá la presión sobre el bosque actual cuando se trata de materiales de construcción.

Las especies reproducidas en viveros en CEDEGE son las siguientes:

- *Guadua aculeata* Repretech
- *Guadua angustifolia* kunth
- *Bambusa vulgaris* Nakai
- *Bambusa vulgaris* var. *Striata* Nakai
- *Bambusa tulda* Roxb
- *Bambusa tulda* c.v. *Stripe*
- *Dendrocalamus giganteus* Munro
- *Phyllostachys bambusoides* Steb & Zuce
- *Phyllostachys aurea* A. et C. Riviere
- *Dendrocalamus asper* Backer
- *Bambusa edulis* Keng
- *Bambusa textiles* Mc. Clure
- *Bambusa polymorpha* Munro
- *Bambusa tuldoidea* munro
- *Bambusa multiplex* Raenschel
- *Melocanna baccifera* (Roxb.) Skeels

Los mejores resultados se han obtenido con la *Bambusa vulgaris* (*striata*), dada su resistencia a la sequia y a las inundaciones.

Se recomienda también cultivar el bamboo a lo largo de la cota superior de la Zona A, para que actúe como una barrera antierosiva contra las escorrentías provenientes de las pendientes altas. La franja de Bamboes se circunscribirá al embalse rodeándolo. La longitud estimada de la franja es de 41 km.

(vii) Drenaje de la carretera en Poza Honda

El actual camino de acceso hacia la cola del embalse y que servirá para la construcción del portal del túnel en dicho sitio, deberá ser mejorado. El camino de acceso se localiza en el límite inferior de la Zona B ya definida, y los escurrimientos provenientes de las partes superiores al camino eventualmente se toparán con este último. Al mismo tiempo, la superficie desprotegida del camino que se halla expuesta durante la estación de lluvias se convierte en una fuente de sedimentos y en una área expuesta a la erosión.

Se recomienda que el mejoramiento del camino de acceso contemplado en las obras del proyecto, incluya también la protección adecuada de la vía mediante estructuras de drenes laterales, con disipadores de energía en áreas de pendientes pronunciadas, y un medio adecuado de colección de sedimentos a lo largo de todo el camino, de acuerdo a prácticas sólidas de ingeniería.

Los colectores de sedimentos pueden limpiarse y mantenerse periódicamente, especialmente al inicio de la estación de lluvias, y el agua canalizada a través de los drenes laterales del camino podrá disponersela con una carga reducida de sedimentos.

(viii) Disposición de excretas y de aguas servidas en Poza Honda

De acuerdo a entrevistas locales, la población estimada que habita la zona es de aproximadamente 500-600 personas. La mayoría de estos pobladores se hallan dispersos por toda el área, existiendo dos núcleos de mayor concentración poblacional: Las Mercedes I y Las Mercedes II. Estos asentamientos humanos tienen un sistema incipiente de tratamiento de los desechos domésticos que podrían mejorarse.

El área urbana de Las Mercedes posee calles de tierra suelta, que favorece la erosión durante la época de lluvias, y el escurrimiento proveniente de la zona por sobre el embalse termina eventualmente en éste último al ser conducido a través de las cañadas. La disposición de las excretas se la realiza en los alrededores de los asentamientos humanos, causando la diseminación de enfermedades. Se asume también que parte de los efluentes terminan en el embalse o en sus alrededores.

Las siguientes son recomendaciones para los asentamientos Las Mercedes, en un esfuerzo para reducir la producción de sedimentos y efluentes domésticos, y para mejorar su calidad de vida:

Construir canales de drenaje adecuados a lo largo de ambos lados de los caminos de acceso a Las Mercedes, de acuerdo a prácticas sólidas de ingeniería de caminos, incluyendo disipadores de energía y colectores de sedimentos a lo largo de la pendiente.

Proveer de una capa de recubrimiento al camino, como el asfalto, para reducir la erosión del capa suelta de la carretera.

Promover la cobertura de las áreas adyacentes al camino con pastos, y promover la siembra de árboles a lo largo del camino y por todo los alrededores. Los incentivos para embellecer las áreas residenciales en los asentamientos pueden estar relacionados con la creación de viveros forestales. Estos viveros podrían constituirse en una actividad económica desarrollada por los propios pobladores con la ayuda de técnicos especialistas en la materia, y al mismo tiempo ser la vía para la introducción del programa de educación ambiental a implementarse entre la población.

Implementar una disposición apropiada de los efluentes domésticos a través del diseño y construcción de pozos sépticos y de sistemas adecuados de disposición de aguas servidas para las áreas rurales.

Ubicar sitios de relleno sanitario para la disposición apropiada de los desechos sólidos de la comunidad. El relleno sanitario deberá estar asociado con un área de reciclaje de la materia orgánica para generar compost que será adquirido a la comunidad por parte del vivero forestal. Este programa será integrado con el programa de educación ambiental y con el vivero forestal, mientras que al mismo tiempo propenderá al mejoramiento de la calidad de vida mediante un ingreso extra a la comunidad.

Otras actividades asociadas con la producción de compost a través de los desechos de la materia orgánica es la lombricultura o cultivo de lombrices de tierra. Estas serán ofrecidas a los turistas interesados en la práctica de la pesca, y al proyecto de vivero forestal para el mejoramiento del suelo. Eventualmente, por medio del programa de educación ambiental, estas serán vendidas a los agricultores para mejorar el contenido de nitrógeno y la aereación del suelo de cultivo, lo cual reducirá la necesidad de fertilizantes nitrogenados.

La participación del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias IEOS, como la institución oficial que tiene que ver con las obras de saneamiento ambiental, sería muy acertada para el diseño e implementación del tratamiento apropiado de las aguas servidas.

(ix) Reasentamientos involuntarios - La Esperanza

En La Esperanza, los asentamientos actuales serán inundados por el embalse, y el proceso de reubicación es un proceso en marcha en la actualidad. La mayoría de los pobladores serán reubicados en las zonas adyacentes a elevaciones mayores, y se ha establecido que la zona de amortiguamiento definida (Zona A) no debería tener asentamiento poblacional alguno. De tal manera que es importante reubicar a estas personas en la Zona B.

El plan de reubicación deberá seguir los lineamientos generales que se anexan a éste informe en lo concerniente a los asentamientos involuntarios, y las consideraciones para la disposición de desechos sanitarios y sólidos, establecidas para las poblaciones en la Zona-B de Poza Honda, son aplicables de igual manera para La Esperanza y deben de considerarse en el proceso de planificación del reasentamiento.

5.5.3 Zona C-Poza Honda & La Esperanza

Tanto para Poza-Honda como para La Esperanza, ésta zona se considera de absoluta protección, por lo que ninguna actividad humana debe permitirse en ella. El área está parcialmente cubierta de parches aislados de bosque entre áreas deforestadas en diferentes grados.

Si se deja a la zona sin tocar, es posible que ésta se regenere y en los lugares donde el aislamiento entre los parches sea grande, se aceleraría el proceso si es que se reforesta.

Las siguientes actividades deberían de prohibirse:

- La deforestación y el cambio de uso del área forestada.
- La quema no controlada para preparar el suelo para los cultivos.

(1) Acciones a corto plazo

Las siguientes actividades deben detenerse y deberá aplicarse lo que dicta la ley al respecto sin demora:

(i) Deforestación y prácticas de quema

La expansión del área agrícola es evidente en ésta zona. Parches descubiertos de tierra deforestada aislan sectores del bosque tropical seco alterado a través de todo el paisaje, y el cultivo en laderas es una práctica común, algunas veces excediendo el 70% de la pendiente, en hileras que van paralelas a la dirección de la pendiente. Esta área está considerada como de alto riesgo de erosión.

USO ACTUAL DEL SUELO ZONA C - AREA DEFORESTADA

	POZA HONDA	LA ESPERANZA
	(ha)	(ha)
- Area total Zona C	1.217	4.826
- Area de bosque denso	658	2.008
- Area de Bosque de		
baja densidad	190	300
- Area de pastizal	354	2.478
- Cultivos permanentes	2	17
- Cultivos anuales	11	12
- Suelo desnudo	2,5	10,3

Es urgente que el CRM implemente una vigilancia periódica de esta área con guardabosques, y que se aplique la legislación existente para prohibir la deforestación en marcha, y confiscar las sierras y hachas del infractor, así como también emitir las multas pertinentes. La implementación de guardabosques en el área se detalla en la sección de vigilancia de éste informe.

(2) Acciones a mediano plazo

Las acciones a mediano plazo prevén la continuidad del programa de vigilancia a través de los guardabosques, la implementación de la ley forestal vigente y la educación ambiental de los agricultores, por medio del programa de asistencia técnica, así como también el establecimiento de plantaciones forestales en la zona B, como una alternativa para la extracción de leña a mediano plazo.

Las estrategias previamente mencionadas y las actividades para la Zona-B mejorarán el ingreso y la calidad de vida conjuntamente con un proceso continuo de educación ambiental que de sus frutos en el mediano y largo plazo.

Existen alternativas para derivar un ingreso extra del bosque a través del turismo ecológico. Las actividades como; observación de aves, caminatas a través del bosque, etc, serían una alternativa que requiere el conocimiento y la preservación del bosque por parte de la comunidad, al mismo tiempo que se obtiene un ingreso por parte de los guías naturales y de los gastos del turismo en el área.

5.6 Area de Embalse Antes del LLenado

5.6.1 Desbroce de la biomasa vegetal terrestre

Antes del llenado del embalse La Esperanza, toda vegetación que comprenda árboles, arbustos o cultivos, debe ser removida del embalse, ya sea extrayéndola completamente, o quemando los residuos. El propósito de esto es evitar la futura descomposición de la materia orgánica en el embalse, reduciendo la posibilidad de que se produzca una condición de eutrofización que afecte a la calidad del agua.

Se deberán considerar los siguientes requisitos para la eliminación apropiada de la biomasa:

Una o varias compañías deberán ser contratadas para la extracción del material vegetal existentes en el área de embalse.

Las compañías deberán efectuar su trabajo durante la estación seca, para evitar problemas de acceso y obstruir los canales del río con ramas u otro material vegetal originado en el desbroce durante la estación lluviosa.