

75-39

CVC
CEID

**Informe de la Asesoría Sobre la
Evaluación Preliminar
del Proyecto de Regulación
del Río Cauca**

PROYECTO DE DESARROLLO
DE LA CUENCA DEL RIO CAUCA
COLOMBIA - 2901

INFORME DE LA ASESORIA SOBRE LA EVALUACION
PRELIMINAR DEL PROYECTO DE REGULACION DEL RIO
CAUCA, A LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL
DEL CAUCA (C V C) . -

CALI, COLOMBIA

Dr. Robert Goodland, Ecólogo
Consultor de Corto plazo
Organización Mundial de la Salud
Organización Panamericana de la Salud

Enero/75

627.8
532600

a P.

CONTENIDO

Lista de Figuras

SECCION 1. INTRODUCCION

- 1.1 Amplitud del estudio y términos de referencia
- 1.2 Objetivos del proyecto de regulación del río Cauca
- 1.3 Descripción del proyecto de regulación del río Cauca e identificación de los aspectos relacionados con su medio ambiente.
 - 1.3.1 Proyecto hidráulico de Salvajina
 - 1.3.2 Sistema de dique y canal
 - 1.3.3 Dilución de la contaminación del agua

SECCION 2. ECOLOGIA HUMANA

- 2.1 El hombre en el ambiente
- 2.2 Reubicación
- 2.3 Enfermedades propias del medio ambiente
- 2.4 Contaminación del ambiente y la salud

SECCION 3. ADMINISTRACION DEL RECURSO HIDRICO

- 3.1 Administración del recurso hídrico: perspectiva del medio ambiente
- 3.2 Inundación: ambientalista
 - 3.2.1 Control de inundaciones
- 3.3 Control de la calidad del agua
 - 3.3.1 Aguas negras
 - 3.3.2 Efluentes industriales
 - 3.3.3 Contaminantes agrícolas
 - 3.3.4 Pesticidas
- 3.4 Sedimentación
 - 3.4.1 Control de la sedimentación
- 3.5 Biología acuática y pesquerías
 - 3.5.1 Deterioro del medio ambiente
 - 3.5.2 Acumulación biológica de contaminantes.
 - 3.5.3 Desarrollo de la pesca
 - 3.5.4 Programa de desarrollo piscícola
 - 3.5.5 Plantas acuáticas

AGRADECIMIENTOS

LISTA DE ABREVIATURAS

BIBLIOGRAFIA

BANCO MUNDIAL : TERMINOS DE REFERENCIA

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES RECOMENDACIONES

44

LISTA DE GRAFICASGráfica

1. Mapa del Area del Proyecto, mostrando la totalidad de la cuenca de la parte alta del Rio Cauca y los límites jurisdiccionales de la CVC.
2. Mapa de obras para control de inundaciones mostrando la distribución de terrenos planos y áreas susceptibles de inundación.
3. Mapa del futuro embalse de Salvajina incluyendo curvas de volumen-área.
4. Contaminación del rio Cauca en la región Cali-Yumbo
- 5a-5b Región del embalse
- 5c-5d Valle del Cauca y Molino de Oro de Paso-Bobo
- 6a-6b Zona Industrial de Yumbo
- 6c-6d Pesca en el Rio Cauca
7. Enfermedades contagiosas mencionadas en el texto
8. Algunas alternativas para control de inundaciones y uso del mismo .
- 9a-9b Contaminación del Rio Cauca
- 9c-9d El Canal de Carlina y el exceso de pasto
10. Comentarios sobre pesticidas permitidos y niveles de temperaturas sugeridas por la CVC
11. Plantas para estabilización de riberas
12. Peces comunes del Rio Cauca
- 13a-13b Erosión e Irrigación
- 13c-13d Irrigación
- 14 Plantas acuáticas de la Región del PRRC

Gráfico 2.

MAPA DE OBRAS PARA CONTROL DE INUNDACIONES DEL PRRC QUE MUESTRAN LA DISTRIBUCION DE TERRENOS PLANOS Y AREAS SUSCEPTIBLES DE INUNDACION . -

SECCION 1. INTRODUCCION

I.1 AMPLITUD DEL ESTUDIO Y TERMINOS DE REFERENCIA

Esta evaluación preliminar sobre el impacto ambiental efectuada a solicitud de la Organización Panamericana de la Salud, (OPS - OMS), tiene un objetivo principal :determinar los tipos de estudios del medio ambiente necesarios para la implementación efectiva del Proyecto de Regulación del Río Cauca (PRRC) de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CVC) . Este proyecto se encuentra ahora en una avanzada etapa de planeación. -

Los términos de referencia fueron los siguientes: "la función primordial del Consultor será evaluar el impacto futuro de la Represa de Salvajina en niveles tropicales más altos de la fauna del Río Cauca, en su parte superior, especialmente peces, y el impacto que se derive de la estructura diseñada para controlar las inundaciones en el tramo entre Salvajina y la Victoria. El análisis del estudio del control de la contaminación, efectuado bajo la guía de la OPS, estará limitado a las mejoras que se puedan alcanzar frente a la situación resultante, si no se realizan los trabajos de control o las medidas se demoran. La protección ecológica debe considerarse como meta a ser lograda, después de que los pasos recomendados en el estudio sean tomados y llevados a cabo. (2 de diciembre 1975). Objetivos: el estudio e identificación del impacto ecológico causado por el PRRC (31 de octubre 1975). "

Este informe no debe considerarse como una evaluación detallada del impacto ambiental del PRRC. No obstante, el informe proporciona una vista panorámica de la situación del medio ambiente en las áreas del proyecto. Se mencionan problemas potenciales del medio ambiente y algunas recomendaciones preliminares han sido sugeridas para prevenir, o por lo menos mitigar, consecuencias adversas predecibles del medio ambiente del PRRC.

Este estudio considera tanto los efectos a corto como a largo plazo. El impacto del medio ambiente de la Represa de Salvajina, sistemas de dique y canal se pronostican para un periodo de 5 a 10 años, pero la situación ambiental medida en función de las próximas décadas, también se toma en consideración, dado de que los efectos a largo plazo del PRRC pueden incluir mayores repercusiones. -

Durante los 12 días asignados a esta tarea, era casi imposible asimilar los detalles del PRRC, efectuar una inspección de campo adecuada, digerir una literatura voluminosa, identificar problemas potenciales, y luego formular medidas preventivas, curativas o reparadoras. Este reconocimiento, por lo tanto, está limitado a evaluar el problema y a definir la amplitud de los estudios del medio ambiente recomendados. -

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE REGULACION DEL RIO CAUCA

El proyecto, que comprende la parte superior del Rio Cauca, desde Morales (gráfica 1) y la confluencia del rio Inguitó, hasta el propio Valle del Cauca, usualmente se considera que termina inmediatamente abajo de Cartago, en la Virginia, dentro del Departamento de Risaralda. La distancia aproximada de 125 kms. - desde el nacimiento del Cauca pasando por Popayán a la cabecera del propuesto em balse de Salvajina, arriba de la confluencia de Inguito, generalmente es excluida.

Hay tres objetivos principales en este proyecto :

1. Ha sido diseñado para beneficiar la plana y fértil llanura en el Departamento del Valle con 200 kilómetros de largo y entre 10 y 30 kms. de

ancho. Esta llanura está considerada como una de las regiones más fértiles en toda Suramérica. (CVC 1975a), pero aproximadamente un cuarto de esta llanura de 448.000 ha. periódicamente se inunda cuando el río Cauca rebosa sus orillas, con una frecuencia aproximada de una vez, cada 10 años. El objetivo primordial del PRRC es el de controlar las inundaciones e irrigar la mayoría de éstas 122.000 ha. Las 41.300 hectáreas inundadas causaron un daño estimado de \$ 149.960.000 en noviembre de 1975. -

2. El PRRC está diseñado para hacer frente, solamente, con la parte del río excesivamente contaminada, aquella parte que recibe tanto las aguas negras no tratadas de Cali y todos los afluentes concentrados de la zona fuertemente industrializada de Yumbo. Esta parte seriamente contamina el tramo de 130 kms. río abajo hasta Río Frio. El agua retenida en la Represa Salvajina será descargada para aumentar el flujo mínimo del río. Esto servirá para diluir la contaminación y al mismo tiempo acrecentar el potencial de irrigación durante la estación seca. -
3. Generar energía hidráulica del Río Cauca, por medio de un proyecto de hidroeléctrica a ser instalado dentro de la Represa de Salvajina. El PRRC, por lo tanto, tiene, tres objetivos fundamentales: La provisión de controles de inundación e irrigación para las 122.000 ha., la dilución de aguas negras y contaminación industrial durante la estación seca y -

la generación de 180MW de energía hidroeléctrica. -

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO CAUCA E IDENTIFICACIÓN DE SUS ASPECTOS AMBIENTALES.

1.3.1 Proyecto de Salvajina

Este proyecto propone represar el Río Cauca en el arroyo de Salvajina, que se encuentra localizado a 3 kilómetros río arriba, desde la población de Suárez y a 65 kilómetros de la carretera al sur de Cali (gráfica 1). La Represa de 154 mts. de altura encierra un depósito de 20 kmts² extendiéndose cerca de 30 kmts. arriba de la corriente principal con un ancho de 500 a 1.000 mts. (gráfica 3). El embalse también se extenderá a unos pocos y pequeños tributarios, formando así cerca de 7 brazos, cada uno de los cuales tendrá una longitud de 1 kmt. y también un ramal de 2 kmts. arriba del Río Inguitó. El embalse será voluminoso para tan pequeña área de superficie ya que el Cauca corre por un angosto y muy empinado cañón por gran parte del área del embalse. En la máxima elevación propuesta (1.149 m., s.n.m.), el depósito contendrá 770 millones de mts³. de agua (gráfica 3). El programa de operación demanda una baja de nivel de 50 mts., que disminuirá el área del lago a 7 kmt² y su volumen a 150 millones de metros³. Los 620 millones de mts³ de capacidad útil de almacenaje, contenidos en los 50 mts. de la parte superior, darán fuerza dos generadores de 90 MW cada uno. Se han considerado medidas para adicionar posteriormente una unidad de 90 MW. -

Las características peculiares de este embalse tienen tanto ventajas como

desventajas, desde el punto de vista del medio ambiente. -

Como se mencionó anteriormente, la porción de tierra a ser inundada es muy pequeña si se compara con el volúmen de agua contenido en el depósito o a la energía a ser generada. La tierra es árida, gran pendiente y poco poblada, así que la pérdida del potencial agrícola es insignificante. Además los 150 millones de m^3 de almacenaje muerto han sido calculados (CVC, 1975a) como más que adecuados para contener 100 años de sedimentos a la tasa pronosticada. No obstante, los 50 metros de variación del nivel expondrán 13 $kmts^2$ de superficie desagradable y posiblemente peligrosa. Las severas desventajas para uso recreacional del recurso agua, y los efectos adversos sobre la salud humana y sobre el potencial de pesca, se discuten en las secciones apropiadas.

Pocos recursos se perderán por efectos de la inundación. Algunas partes del río, en el área del proyecto, mantienen una estrecha faja de plantaciones de plátano y café en la orilla occidental. Hay muy pocas siembras de maíz sobre la empinada orilla occidental. Casi toda el área a ser inundada es empinada, prados no fértiles que son muy poco utilizados aún para pastoreo. La primitiva fuerza hidráulica que mueve el molino para sacar oro (gráfica 5) y sus fuentes en Paso Bobo representa el modo de subsistencia de 75 familias, mientras que otras pocas familias buscan oro en el río por el sistema de 'masamorreo'. Algunas fuentes menores de carbón abandonadas, pero aún potenciales, se perderán, aun cuando la principal mina abierta de Timba y el cable aéreo se encuentran fuera de la zona del proyecto. La 'Compañía de Dragado de Oro Asnazu Limitada' ha estado abandonada por muchos

años. Se han localizado áreas donde se puede extraer materiales para construcción. Estas, fuera del embalse propuesto, consisten principalmente de enormes bancos de grava dejados por la Compañía Asnazu .

Dado de que la zona de provisión de material "D" alterará el pueblo de la Balasterra, las alternativas recomendadas se encuentran en la Sección 2.3: Reubicación. La propuesta de desviación de la carretera en 1,5 kms. en las afueras del pueblo de Suárez destruirá 63 viviendas. Esto, también se discute en la sección "Reubicación". Aún cuando la pesca no es en este momento una actividad importante en el tramo afectado del río Cauca, se discute en la sección 3.5: Pesca. Peligros para la salud no serios se pronostican para el proyecto de Salvajina. No obstante, se recomiendan medidas preventivas en la Sección de Ecología Humana. No hay asentamientos indígenas localizados cerca del área del embalse propuesto. No existen sitios conocidos de significancia arqueológica, histórica o cultural, pero esto debe ser verificado por arqueólogos competentes en vista de los recientes encuentros - (Gamboa 1976). Varias décadas han pasado desde que el área quedó casi completamente sin árboles (gráfica 5), así que ninguna especie de flora rara o fauna están amenazadas por el esquema de desarrollo. Los 50 kilómetros planeados de líneas de transmisión de 115 KV a Cali es improbable que conlleve daño ambiental, pero aún así se recomienda tomar precauciones (Goodland, 1973). -

En resumen, la falta de consecuencias adversas mayores y la relativa -
pequeña área del embalse se combinan para determinar a Salvajina como uno de los
proyectos menos nocivos desde el punto de vista ambiental. Es así como consideran-

do el hecho de que la fuerza hidráulica se mantiene así misma, Salvajina puede -
considerarse como el proyecto ambientalmente más atractivo. -

1.3.2 Sistema de Dique y Canal

Se proponen diques de tierra compacta para construcción, en sitios estratégicos, en ambas orillas del río Cauca y a lo largo de sus principales tributarios entre la Balsa, cercana a Timba, en todo el trayecto río abajo, hasta la Virginia en Risaralda, al final del área del proyecto. Los diques del Cauca totalizarán 551 kmts. de longitud, además de otros 202 kmts. de diques tributarios. Dependiendo del nivel de inundación calculado, los diques deberán construirse entre 2 y 2.5 mts. sobre el nivel de tierra con una cresta de 4 mts. que sirva como carretera. El lado que da al río tendrá una inclinación de 2:1, mientras que el otro lado tendrá 1.5:1 de inclinación. Los 753 kmts. de dique consumirán un volumen de 16 millones de mts³ de tierra, la mayoría de los cuales será extraída durante la construcción del sistema de canales. De acuerdo con el mapa de control de inundaciones (CVC 1975a dibujo 3), los diques serán colocados alrededor de 500 mts. de las orillas del actual río. -

Los canales también variarán en dimensión, dependiendo del volumen de agua para el cual sean diseñados. En general, los canales consistirán de una base de 2.5 a 5.0 mts. de ancho con inclinación de los lados de 1.5:1, manteniendo una profundidad de 3-4 mts. Este sistema de canales de 474 kmts. ocasionará una excavación de 14 millones de m³ de tierra. -

Presumiblemente, y dado que se requiere drenaje e irrigación, posiblemente sea utilizada la fuerza de la gravedad. No obstante, 13 estaciones eléctricas

de bombeo han sido propuestas para mover un total de 53 m³-seg. Las bombas van de 136 KW hasta 820 KW y cada una de ellas estará en capacidad de bombear de 2 a 10 m³-seg. de agua. Este sistema de dique y canal creará 38 zonas que totalizarán 31.000 ha. en la orilla izquierda y 73.000 ha. en la derecha. Las zonas varían bastante, yendo de 70ha. a más de 14.000 ha. aún cuando muchas están entre 1.000 y 2.000 ha. de tamaño. Este sistema comprende la totalidad del área de 104.640 ha. que está sujeta a las inundaciones de 1 y 10 años, mencionadas anteriormente. No se ha hecho provisión para dejar ningún área susceptible de inundación, excepto la Laguna de Sonso. Por el contrario, las áreas inundables han sido primariamente manejadas con la aplicación rutinaria de tal criterio uniforme de ingeniería como la fisiografía, elevación, caudales calculados, etc. Debida consideración se ha dado a la ocurrencia de aspectos naturales totales como los 53 cuerpos naturales de agua inventariados por la CVC (Noreña 1974) y tales áreas pueden ser protegidas por el Código Civil (Tit. XI, Cap. 11). El estatuto de recursos naturales (CVC, 1970) expresamente define las áreas inmediatamente adyacentes a los lagos, lagunas y pantanos naturales o artificiales, como "Bosques Protegidos" (Art.14a. 69). La intención de este laudable estatuto es el de preservar aspectos críticos y únicos del medio ambiente, y la CVC es la única agencia establecida con autoridad para permitir modificaciones a esta zonas de "Bosques Protegidos" (Art. 20, Cap 14). Lo más encomiable, el estatuto de la CVC ha progresado tanto que ha elevado la Laguna de Sonso a una categoría especial (Art. 130, Cap.96) colocándola a la par con el Parque Nacional de los Farallones, para efectos de una conservación efectiva.

El sistema de dique y canal, tal como está planeado, afectará seriamente la vida salvaje, especialmente pájaros y peces (ver Sección de Peces). Las implicaciones ambientales inherentes en estas propuestas de control de inundaciones también se discuten en aquella Sección. -

Este vasto sistema de diques y canales posiblemente podrá, por lo menos en parte, ser sustituida por dragado y mejoramiento del canal existente y esta posibilidad debe ser examinada. -

1.3.3 Dilución de la contaminación del agua

(empezando desde su nacimiento y extendiéndose) hasta Cali, el agua del rio Cauca es de relativa alta calidad. En la corta distancia de 20 km entre Cali y Yumbo, no obstante, el rio Cauca se contamina altamente por las aguas negras, desechos agrícolas y efluentes industriales (gráfica 5). -

La ciudad de Cali tiene una población aproximada de un millón y crece a la vertiginosa tasa del 4.5% p.a. de acuerdo a la CVC (1975a,75-16). La contribución doméstica del agua contaminada de Cali se calcula que es de 0.05 BOD y 0.06 de sólidos en kg-persona-día. Este flujo de 2.5 m^3 -seg. contiene 60,000 kg-día de BOD y más de 50.000 kg-día de sólidos suspendidos. Cali tiene 37 pequeñas fábricas, la mayoría de las cuales procesan alimentos y cuya industria contribuye adicionalmente con 0.025 kg BOD y 0.01 kg sólido-persona-día de desechos similares no tratados que fluyen directamente al rio Cauca. -

Algunas de las industrias de Yumbo, que contaminan el rio Cauca se mencionan en la gráfica 4. Las aguas negras de Cali son las que más contribuyen a la -

contaminación, estando seguidas por las de 'Cartón de Colombia' (fábrica de papel) y "Propal" (planta convertidora de bagazo en papel) (CVC, 1975 anexo IV). En esta corta distancia de 20 kmts. del río Cauca, el agua contaminada llega hasta Río-Frío, 130 kilómetros río abajo. -

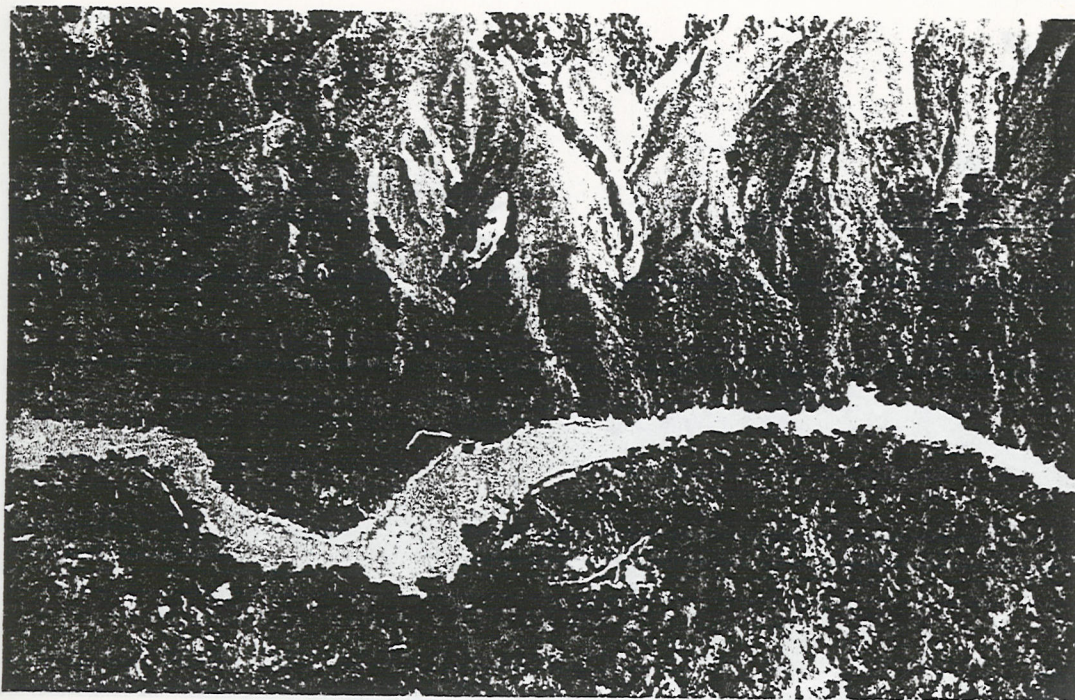
Esta contaminación puede afectar los peces, particularmente su migración estacional río arriba para desove. La contaminación también causa peligros a la salud, disminuye la utilidad general del agua y acelera la eutroficación, con su consecuente proliferación de malezas y otros problemas. Aún la irrigación puede perjudicarse, de acuerdo con Alvis (1972). En la extensión en que la contaminación representa un recurso no utilizado que no se puede reciclar, esta contaminación es al mismo tiempo un desperdicio tanto ambiental como económico. Estos tópicos son tratados en sus secciones respectivas. -

(Nota: la mayoría de estos datos no son precisos, pero se incluyen para efectos de magnitud solamente.) -

<u>FUENTE</u>	<u>PROCESO</u>	<u>CONTAMINANTES</u>	<u>VOLUMEN</u> <u>m³-seg.</u>	<u>BOD</u> <u>Kg-día</u>	<u>SOLIDOS SUSPENDIDOS</u> <u>Kg-día</u>
Cali	Desechos domésticos e Industriales	Sólidos, BOD	3.0	60.000	50.000
Yumbo	Desechos domésticos	Sólidos, BOD	0.08	1.500	2.000
Grasas Lloreda	Aceites vegetales	Aceites,	0.04	2.000	
Propal	Papel a partir de bagaso	Hidróxido de sodio	0.6	20.000	30.000
Termoeléctrica de Anchicayá	Carbón para generación de electricidad	Calor y polvo	0.3		
Cementos del Valle	Cemento	Polvo, contaminación aire.			
Goodyear	Llantas	Solventes orgánicos			
Eternit Pacífico	Asbesto-cemento	Asbestos			
Carton de Colombia	Cartón a partir de madera	Hidróxido de sodio cenizas de carbón	1.0	30.000	42.000
QUIN	H ₂ SO ₄ , Al ₂ (SO ₄) ₃	Hidróxido de sodio			
Celanese Colombia	Fibras sintéticas	Orgánicos, BOD			
Azúcar	Extracción de caña	Licor orgánico			
Fertilizantes	Agrícolas	N, P, K, Ca, Mg			
Pesticidas	Agrícolas	Residuos Organoalidos			
Curtiembres Titan	Curtiembres	Orgánicos, Cr.	0.1	800	2.000

Gráfica 5a . REGION DEL EMBALSE

Vista aérea de la región a ser inundada por el embalse de Salvajina. Las escarpadas y desnudas pendientes de cada lado del río Cauca son claramente visibles. Nótese las pocas áreas boscosas y la extensa zona cubierta de pasto. La fotografía demuestra derrumbes recientes y activos, relacionados con el fuego y el excesivo pastoreo. La erosión es rápida en tales sitios. -



Gráfica 5b. REGION DEL EMBALSE



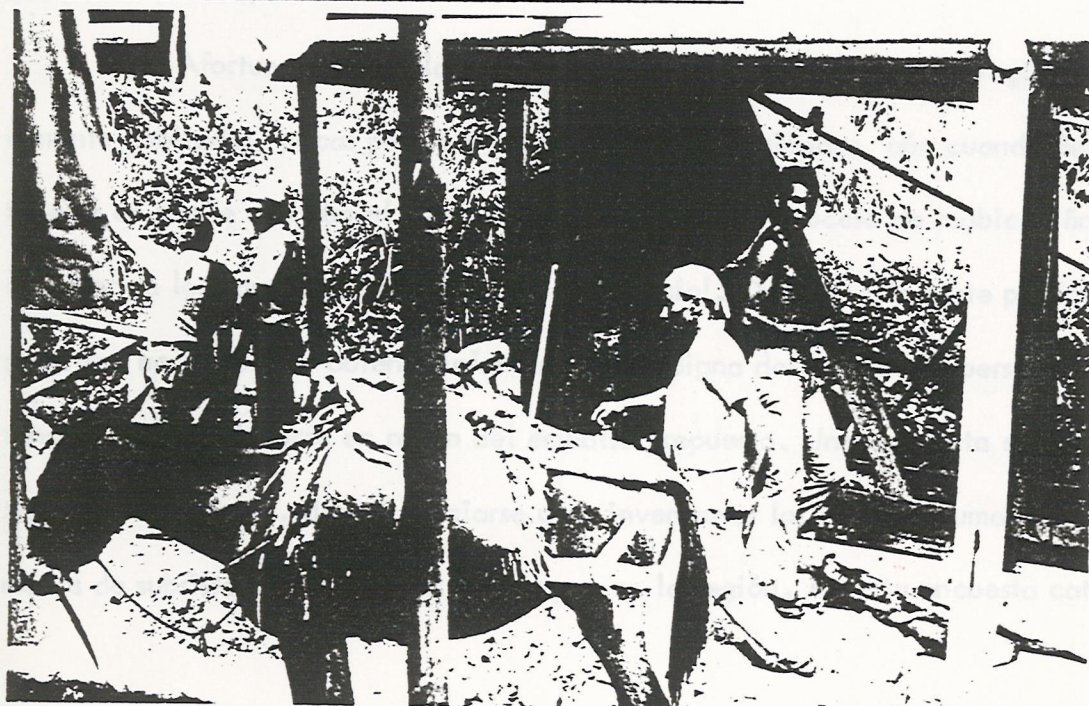
La fotografía muestra la vista aérea del lugar para la propuesta Represa de Salvajina

Gráfica 5c. VALLE DEL CAUCA

La fotografía aérea muestra el río Cauca moviéndose tortuosamente en el fértil valle y en las planicies inundables. Un gran brazo del río, lleno de agua se puede ver - aislado del río, en la parte central, a media distancia. Nótese los cambios recientemente inundados, la ausencia casi completa de bosques y lo plano del terreno . -



Gráfica 5d. MOLINO DE ORO DE PASO-BOBO



La fotografía muestra el molino de oro movido por un sistema de Fuerza hidráulica primitivo en el Paso-Bobo. El burro carga sacos que contienen arena y grava aurífera.

Sección 2. ECOLOGIA HUMANA

2.1 EL HOMBRE EN EL MEDIO AMBIENTE

No solamente son los seres humanos los componentes más importantes - del ambiente, sino que son también los más influyentes para bien o para mal. La - conservación del ambiente, está diseñada para beneficiar a los seres humanos y en diferentes percepciones -desde recreación, hasta preservación de la especie. "El deseo de la CVC, en la preparación de este informe sobre el ambiente, refleja su búsqueda a largo plazo de un ambiente de calidad, en contra de la mera búsqueda económica de cantidad . Además, la calidad de la vida humana y la salud, la vi - sión a largo plazo, mantenimiento y preservación de un grado de independencia, son valores ambientales eminentemente compatibles con lo que nosotros algunas veces - sentimos que son los imperativos económicos inmediatos de utilidad y demanda." Es- tas percepciones asegurarán un éxito saludable del ambiente y desarrollo planificado.

2.2 REUBICACION

Afortunadamente la represa de Salvajina se encuentra en regiones esca- samente habitadas, pocas personas tendrán que ser reubicadas, aún cuando deberá tenerse en mente que aún el más humano y considerado proceso de reubicación es en el mejor de los casos una tensión destructiva social. Durante esta parte preliminar del programa no es posible obtener información fidedigna del número de personas que - tendrán que desplazarse en razón del embalse propuesto. Una completa encuesta ca- tastral, por lo tanto, deberá iniciarse para inventariar los recursos humanos, caseríos, modos de subsistencia y trabajos de campo, en la región. De esta encuesta catastral,

un Sociólogo especialista en desarrollo de la comunidad puede entonces diseñar, después de tratar sobre el particular con las personas involucradas, el más apropiado y aceptable enfoque para el proceso de reubicación. Pasadas experiencias han demostrado que el impacto negativo de proyectos de construcción de hidroeléctricas puede ser completamente evitado si el proceso de reubicación progresa armoniosamente. - De hecho la CVC deberá tratar de mejorar la calidad de la vida de las gentes forzadas a moverse, y ésto podrá lograrse fácilmente si se siguen las recomendaciones. -

La mayoría de la tierra a ser inundada es de propiedad del Departamento (se dice que pertenece al Ferrocarril del Pacífico), así que la legislación sobre tenencia de la tierra puede ser liberalmente interpretada. La ocupación o trabajo - demostrado, de por lo menos 20 años, de un pedazo de tierra (ejemplo, agricultura), es aceptado bajo las leyes del Departamento como propiedad y ésto deberá proteger a muchas personas en el área del reservorio. Familias con menos de 20 años de residencia se considera que tienen el derecho a indemnización que cubra cualquier mejora física que hayan hecho, tal como vivienda, cosechas y ganadería, pero no por el lote en sí mismo. La mayoría de la gente que será reubicada es pobre, analfabeta y sin escritura de propiedad. Cuantificar los medios de subsistencia es difícil: recolección de leña, "masamorreo" para obtención de oro, pesca ocasional o transporte de postes de guadua a Cali, por ejemplo. Consideraciones sobre la legislación del medio ambiente deberá por lo tanto incluirse en el informe que se prepara sobre medio ambiente. -

En el área se encuentra además café, banano, maíz, azúcar, yuca, ca-

bras, caballos, ganado, cerdos, gallinas, frutas, árboles, pastizales, manufacturas de cuerdas de cabuya y colchones. La mayor extensión a ser inundada parece ser el Molino de Oro en Paso-Bobo, del cual dependen 75 familias, aun cuando la mayor parte del trabajo es ocasional. Se cree que existe en dicha región antimonio, cobre, platino, azufre y carbón. - Estos recursos naturales deben inventariarse y evaluarse antes de inundarse el área. -

El plan de desviación de la carretera en Suárez, desarraigará unas 63 familias. Mientras sus viviendas no tienen mérito especial, en cuanto a historia o - arquitectura, esta desviación debe ser cuidadosamente evaluada por el especialista en desarrollo de la comunidad, para así determinar la factibilidad de reubicación de la carretera. Así mismo, la zona de canteras D está actualmente cubierta por una pequeña población, la Balastera, la cual no debe ser destruída, a no ser que alternativas más aceptables se puedan encontrar. -

Con suficiente tiempo para la planeación y construcción, la CVC puede preparar planes adecuados para reubicación e indemnización. El Sociólogo en desarrollo de la comunidad, debe consultar con las familias afectadas para así poder determinar los mejores sitios para su reubicación y desarrollar métodos educacionales que le permitan a dicha gente adaptarse rápidamente al nuevo medio y ocupaciones que - resulten del cambio en localización. Reubicación en grupo puede ser mucho más benéfica, ya que los arreglos individuales en dinero efectivo en lugar de reubicación, pueden crear problemas futuros, ya que muchos de los beneficiarios pueden no tener los recursos para gastarlos en la forma más eficiente. El especialista en desarrollo de

la comunidad puede encontrar más apropiado efectuar los pagos de indemnización individual a través de una Cooperativa. -

Se recomienda que la política de empleo de la CVC determine la preferencia por la población afectada, facilitándoles adiestramiento técnico, donde sea necesario. La reubicación debe empezar tan pronto sea posible en forma tal que las cosechas, los frutales y la ganadería sea productiva para el momento en que las familias se deban trasladar al nuevo lugar. -

Ingresos adicionales podrán ser obtenidos por las personas afectadas si ellas son animadas por la CVC a proporcionar alimento, bajo una base contractual, a la gran influencia esperada de trabajadores. A la población afectada se le deberá ofrecer preferencialmente empleo en el proyecto y adiestramiento en el múltiple uso del embalse, tales como manejo de la cuenca, desarrollo de la pesca y recreación. Los programas de salud y educación deberán ser extendidos para incluir el personal reubicado. -

2.3 ENFERMEDADES DEL MEDIO AMBIENTE

Todo lo que tenga que ver con hidroeléctrica, irrigación y control de inundaciones en cualquier parte ha conllevado en el pasado, serios problemas de salud. Tales problemas son casi completamente evitables, si las precauciones adecuadas se toman durante la etapa de planeación. La salud pública puede ser afectada - adversamente por cinco aspectos importantes del PRRC: Trabajadores pioneros que - penetran bosques no densamente poblados son mucho más vulnerables a cierto tipo de enfermedades. Una gran influencia de colonos dentro de un área, hasta ahora despo-

blada, frecuentemente resulta en condiciones de salud adversas. La creación de un depósito casi estático en lugar de un río corriente, tal como ahora lo contempla el PRRC, y los cambios inevitables que esto producirá en las condiciones biológicas, también puede conducir a peligros en la salud. Zanjias y canales de drenaje, son sitios adecuados para criadero de vectores potenciales de enfermedades. Los trabajos de irrigación crean problemas ecológicos asociados, con la disponibilidad del agua a través de todo el año a los organismos usualmente enfrentados con una estación seca. -

Con el objeto de evaluar el impacto del PRRC en la situación de salud pública, se deberá conocer las enfermedades contagiosas comunes dentro del país. En esta forma será posible predecir los peligros potenciales para la salud. Un ejemplo de lo que debe reunirse, se incluye en la gráfica 7. Los pioneros que entran a los bosques u otras áreas remotas se vuelven vulnerables a la encefalitis, fiebre amarilla, leishmaniasis, por ejemplo, aún cuando estas tres enfermedades se espera que no se incrementen por el PRRC. Enfermedades asociadas o transmitidas por el agua, tales como hepatitis, tifo, paratifoidea, disentería, amibiasis y verminosis se agravan por falta de higiene. Estas enfermedades pueden incrementarse como una resultante directa del PRRC a menos que sean aplicadas precauciones muy rigurosas. El río Cauca, ya contaminado con coliformes fecales, puede causar serias epidemias que se intensificarán con la irrigación, a menos que se tomen oportunamente medidas preventivas adecuadas. Almeida Rocha (1973) encontró un alto y peligroso número de coliformes de 2.400.000 MPN en el Cauca en Puerto Viejo, por ejemplo. -

El PRRC se puede ver gravemente afectado por tres problemas de enfermedades asociadas con el agua, tales como el cólera, oncocercosis, y esquistosomiasis, razón por la cual y por lo tanto, una rigurosa campaña de vigilancia y prevención se hace imperativa para la CVC, Parece ser que es un asunto de tiempo el que el cólera arribe a Sur América desde Africa, ya que de acuerdo con un reciente informe periodístico (Enero 1975) éste pudo haber llegado ya a Cali. Bogotá informa de un caso de cólera ocasional (DANE, 1967) y aun cuando yo sospecho (y espero) que estos sean errores o alarmas, la amenaza es real e inminente. En caso de que se permitiera el arribo del cólera a las aguas del río Cauca-Cali, esto conllevaría una trágica epidemia. -

La oncocercosis, un parásito infeccioso acuático, conocido también como "ceguera de río o enfermedad de robles" se ha esparcido desde Guatemala y ya ha llegado a Venezuela, Ecuador y Brasil. El vector es la mosca negra del género Simulium que vive en riachuelos. Salud Pública debe asegurar que todos los diseños de ingeniería de la CVC para depósitos, canales de irrigación, vertederos, etc., no permitan la reproducción de este vector. -

Más de 6 millones de personas sufren de esquistosomiasis en Brasil, justo al sur de Colombia, mientras que otros se encuentran infectados hacia el norte, en Puerto Rico y posiblemente en el Salvador. Esta enfermedad parasitaria se extiende a través de ciertas especies de caracoles de agua dulce, los que proliferan en reservorios, drenajes y canales de irrigación, pero no en ríos rápidos. Extensos lugares para reproducción de este vector pueden ser, por lo tanto, creados por el PRRC.

Una vez que un vector infectado se establece en cualquier reservorio o canales de irrigación o inundación, tan vasto como el propuesto por la CVC, es prácticamente imposible eliminarlo. Por lo tanto, es imperativo que un programa de vigilancia y prevención de la esquistosomiasis sea rigurosamente mantenido en todo momento. -

2.4 CONTAMINACION AMBIENTAL Y SALUD HUMANA

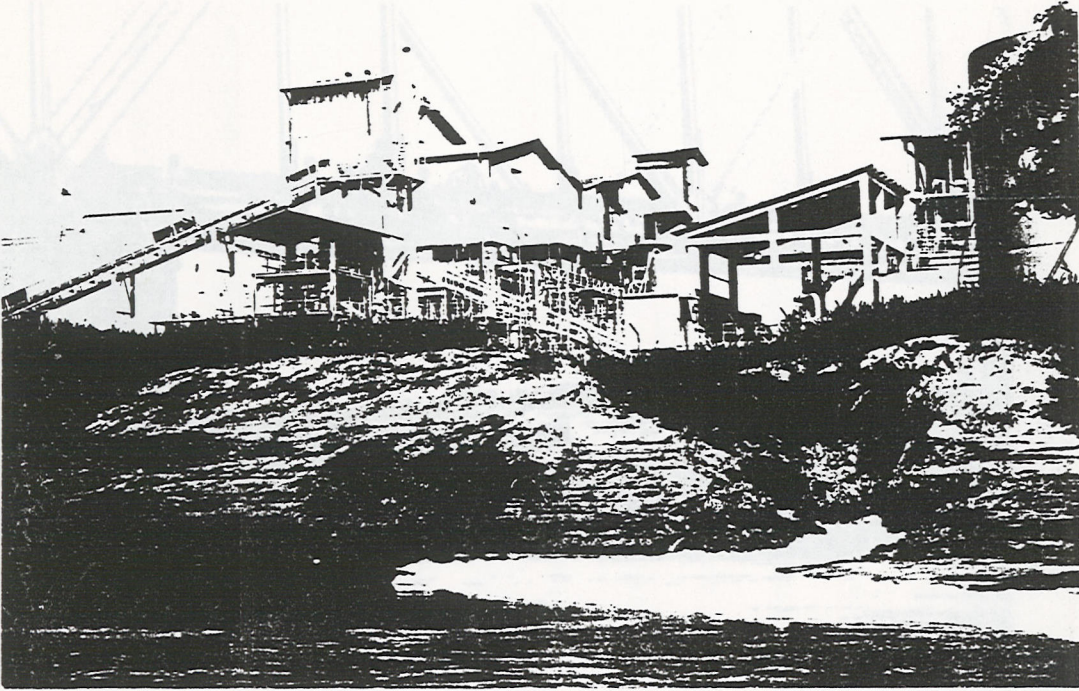
La contaminación de cualquier parte del ambiente reduce la calidad de la vida, y a menudo es el segmento económicamente más pobre de la sociedad el que sufre las consecuencias. La silicosis, fibrosis pulmonar, deterioro de la respiración y de la visión, enfermedades de la nariz y la garganta han venido incrementando su frecuencia en el Barrio la Estancia, cerca de la corriente de aire que baja de la fábrica de Cementos del Valle (gráfica 6). La contaminación atmosférica proveniente de esta industria es tan nociva que ya ha matado la vegetación en las lomas que reciben la corriente de aire proveniente de la misma, con el resultado de que estas lomas se han vuelto peligrosamente vulnerables a la erosión y los derrumbes. - Además, esta extensión del Cauca proporciona a los habitantes locales su subsistencia que proviene de la pesca, o por lo menos les proporciona proteínas que son demasiado costosas para conseguirlas de otras fuentes. Estos beneficios pueden acabarse, dada la contaminación. -

El suministro de agua potable, de agua para lavado de ropa y para baño está afectado por la contaminación, la que además incrementa los riesgos de enfermedades provenientes del agua, aun cuando estos efectos dañinos son difíciles de determinar. La gente que consume pescado contaminado puede acumular toxinas que

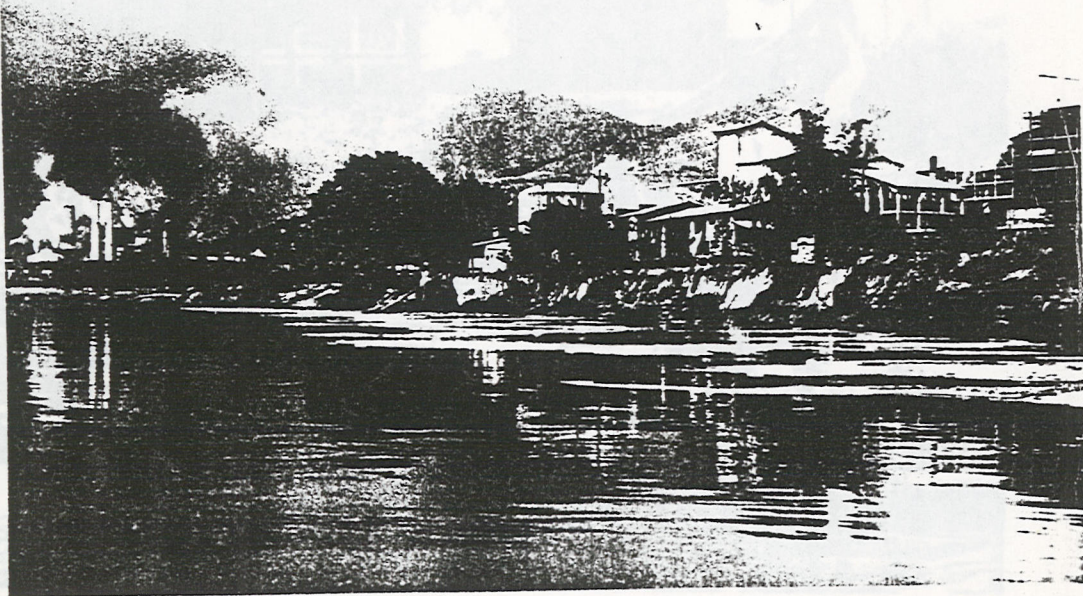
se manifestarán años más tarde. Estas consideraciones deben tomarse en cuenta en cualquier evaluación de propuestas de disminución de la contaminación. -

Gráfica 6a. ZONA INDUSTRIAL DE YUMBO

Esta fotografía muestra la densa zona industrial de Yumbo muy cercana a Cali, río abajo, tal como se ve desde el río. Una densa, copiosa y blanca corriente se ve regar directamente dentro del río, sin por lo menos una tubería adecuada. Dicha corriente ha erosionado la desprotegida orilla creando una garganta con amplia inclinación. -



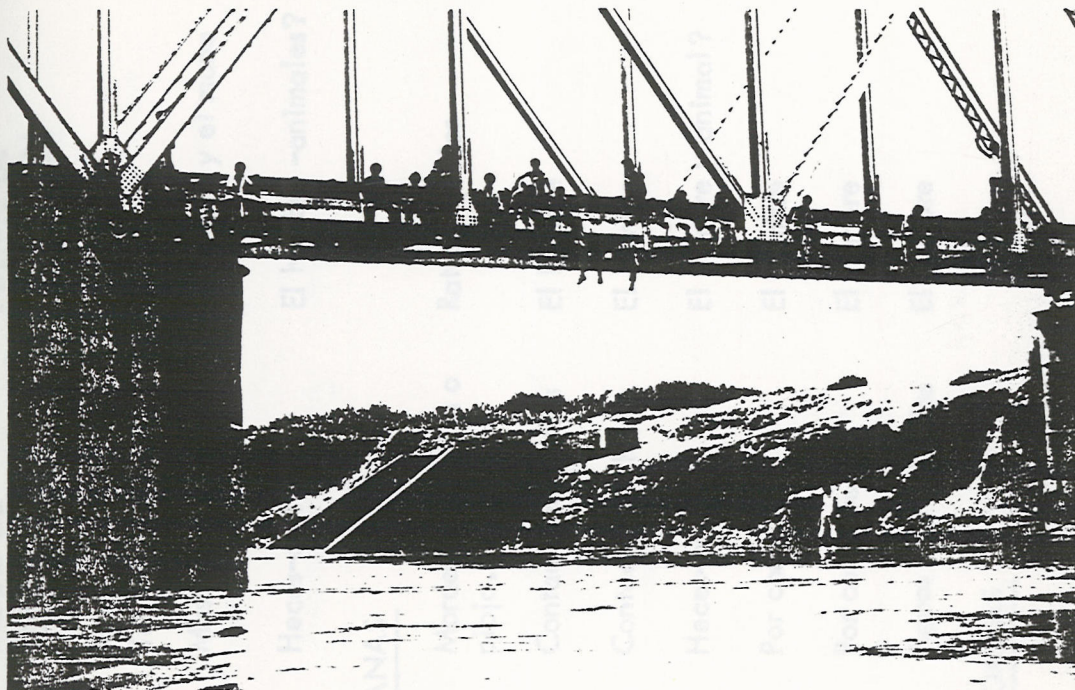
Gráfica 6b. ZONA INDUSTRIAL DE YUMBO



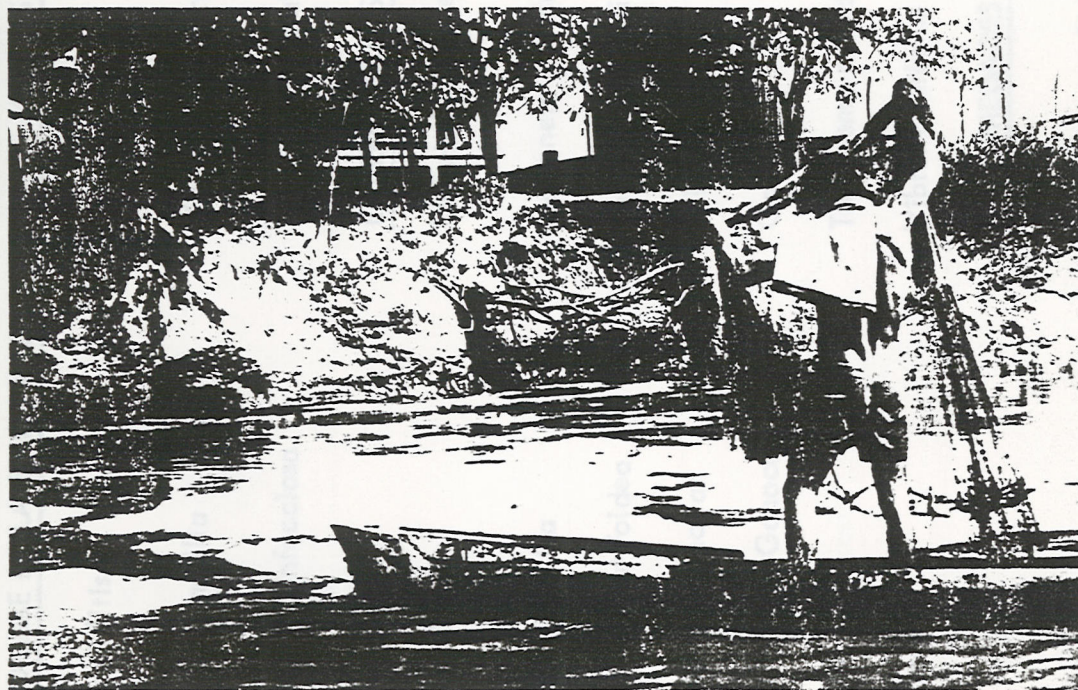
La fotografía muestra el líquido contaminante mencionado en la gráfica 6a. flotando río abajo. Once chimeneas se ven claramente, contribuyendo a la contaminación atmosférica del área.

Gráfica 6c. Pesca EN EL RIO CAUCA

La fotografía muestra la principal alcantarilla de la ciudad de Cali descargando sus desechos al Rio Cauca. Fácilmente se pueden ver 27 personas pescando en el corto espacio comprendido en la fotografía; muchos más se encuentran pescando desde una canoa y desde la orilla. -



Gráfica 6d. PESCA EN EL RIO CAUCA



La fotografía muestra el único pescador visto en acción en el viaje de inspección, dentro de la zona industrial de Yumbo. Se encuentra pescando con una red manual desde una canoa en su localización favorita. Puede verse claramente la espuma salida de la zona industrial, al rededor de su canoa.

Gráfica 7. ENFERMEDADES TRANSMISIBLES MENCIONADAS EN EL TEXTO

<u>NOMBRE DE LA ENFERMEDAD</u>	<u>AGENTE INFECCIOSO VIROSIS</u>	<u>MODO DE TRANSMISION</u>	<u>FUENTE DE INFECCION</u>	<u>OCURRENCIA</u>
Encefalitis	Arbo-virus	Mosquitos y anima- les salvajes	Mosquito	Ocasional
Fiebre amarilla	Virus de la fiebre ama- rilla.	Mosquito aedes	El hombre y el mono	Ausente ?
Hepatitis infecciosa	Virus de la hepatitis	Heces-oral	El hombre -animales?	Común
<u>ENFERMEDADES BACTERIANAS</u>				
Tifo (piojo)	Rickettsia tifoidea	Mordedura de rata o piojo.	Ratas y piojos	Rara
Fiebre tifoidea	Salmoneta tifoidea	Contacto con heces	El hombre	Ocasional
Fiebre paratifoidea	Salmonela paratifoidea	Contacto con heces	El hombre	Ocasional
Disenterfa Bacilar	Shigella sp.	Heces-oral	El hombre y animal?	Común
Infecciones Gonococicas	Gonococo	Por contacto	El hombre	Común
Sífilis	Treponema pallidum	Por contacto	El hombre	Ocasional
Cólera	Vibrión colérico	Aguas contaminadas	El hombre	Ausente?
<u>ENFERMEDADES PROTOZOARIAS</u>				
Amebiasis	Entomeba estolftica	Contacto con heces Oral.	El hombre	Común

Gráfica 7. Continuación

<u>NOMBRE DE LA ENFERMEDAD</u>	<u>AGENTE INFECCIOSO VIROSIS</u>	<u>MODO DE TRANSMISION</u>	<u>FUENTE DE INFECCION</u>	<u>OCURRENCIA</u>
Paludismo	Plasmodio	Mosquito anofeles	El hombre-monos	Rara
Enfermedad de Chagas	Trypanosoma cruzi	Heces de los insectos vectores	Hombre y animales infectados	Ausente?
Leishmaniasis	Leishmania Braziliensis	Picadura de mosquito.	Animales	Ausente
<u>GUSANOS PARASITARIOS</u>				
Oncocercosis	Gusano nematodo	Picadura de algunos simuliidos	El hombre	Ausente?
Verminosis	Necator, ascaris giardia, enterobius, Strongyloides, Trichuris (nematodos)	Heces-Oral	El hombre	Común
Esquistosomiasis	Schistosoma mansoni	Aguas frescas infectadas y caracoles	El hombre Caracoles.	Ausente

Sección 3. ADMINISTRACION DEL RECURSO HIDRICO

3.1 ADMINISTRACION DE RECURSO HIDRICO: PERSPECTIVA AMBIENTAL

El PRRC se enfoca en una estrecha planicie (8-25 kms. de ancho) en - cada lado de una relativa corta distancia (menos de 300 kms) de un largo rio. El PRRC en sí mismo no se ocupa con el origen de este rio ni aún con la de los tributa- rios que alimentan el trecho que nos ocupa. Se dice que las cabeceras y que los ma- yores tributarios del rio Cauca caen bajo la jurisdicción federal del Inderena-Insti- tuto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables. - Otros departamento dentro de la CVC, pero que no forman parte directa del PRRC, supervisan y desarrollan ac- tividades fuera de la pequeña planicie. -

Efectos ambientales transgreden límites políticos y jurisdiccionales. Por ejemplo : minería abierta en gran escala y producción industrial que emana arriba de Popayán, fuera del área del PRRC, puede causar mayores repercusiones dentro de su área. Como regla general, no obstante, cualquier proyecto de envergadura que ten- ga que ver con la administración del recurso hídrico, debe incluir la totalidad de - la cuenca, o por lo menos, la cuenca que alimenta el proyecto. En esta forma, el proyecto de Administración del recurso hídrico controla su propia materia prima - - agua- y protege su suministro. Por estas razones es altamente recomendable que el PRRC se integre dentro de su propia estructura, su programa de administración de la cuenca se encuentra actualmente fraccionado entre varios departamentos y otras - - agencias gubernamentales. -

Esta sección, Administración del Recurso Hídrico, tratará el control de inundacio- nes, control de la calidad del agua y biología acuática, lo mismo que los programas

de pesca del PRRC y sugiere los aspectos que deben incluirse en el estudio detallado del medio ambiente. -

3.2 INUNDACION : LA VISTA AMBIENTALISTA

Circunstancias prevalecientes en el medio ambiente nos llevarán a inundaciones de severidad creciente: duración, profundidad, extensión y frecuencia. Es altamente posible que las inundaciones periódicas se hayan incrementado en décadas recientes, por razones históricas que se mencionan más abajo. El estudio del medio ambiente, por lo tanto, debe examinar los datos históricos, compararlos con evidencias ambientales contemporáneas, tomando en consideración, tanto el uso de la tierra, como proyecciones demográficas. Tal información proporcionará las bases para algunos cálculos exploratorios para futuros eventos. -

Hacia fines de 1940, el Valle del Cauca estaba escasamente poblado. La actividad más diseminada en aquel entonces era el pastoreo de ganado. En ese momento, las inundaciones eran más benéficas que perjudiciales y en ningún caso era posible que fuera menos vasto de lo que es ahora. Proponentes de la Reforma Agraria, reprimidos, de acuerdo con Tovar (1975), durante el período llamado "la violencia", inmigró a la aún no bien poblada región del Valle del Cauca, entre 1946 y 1950. El uso de la tierra se incrementó rápidamente, dado que los bosques fueron limpiados y la extensiva crianza de ganado abrió el camino para la agricultura: a la vez que los caminos mejorados permitieron que las cosechas pudieran ser transportadas fuera de la región. Tierras hasta ahora protegidas por los bosques enriquecidos por miles de inundaciones se encontró excepcionalmente fértil. Lo plano

del terreno y la disponibilidad de agua durante el mayor tiempo del año, enriqueció esta área a tal extremo que subsecuentemente llegó a ser el primer productor de alimentos de la nación. -

La disponibilidad de petróleo barato, durante los pasados 25 años ha permitido una rápida y completa mecanización de la totalidad de la región designada como "tractable". Esta disponibilidad inmediata de petróleo también permitió a los que desarrollaron el Valle del Cauca, solucionar problemas dada la intensiva e incrementada aplicación de energía, gasolina y diesel, para efectos de irrigación y uso de bombas de drenaje, fertilizantes químicos, pesticidas y transporte basados en el petróleo. -

En esta forma, 25 años de petróleo barato han lanzado a la región a una situación - en la cual la mecanización, irrigación y pesticidas le han permitido a los grandes terratenientes exportar alimentos fuera del área. El alto nivel de inversión de capital, combinado con el alza de los costos del combustible han sido agravados por la creciente población y la desaparición de bosques protectores, todo lo cual - culmina en incremento severo del daño causado por las inundaciones. El PRRC ha sido concebido, por lo tanto, para controlar estas periódicas inundaciones, una en 10 años del área de 122.000 hectáreas que bordean el río Cauca. El PRRC propone el logro de tal control de inundaciones principalmente por medio de una gran represa, en forma conjunta con un (más) amplio sistema de diques y canales. Estas dos decisiones, el control de las inundaciones y el uso de represas, diques y canales, están basadas en suposiciones tácitas (abajo mencionadas), las cuales nos llevan a una amplia ramificación ambiental: éstas deben ser completamente reconocidas por la CVC y consideradas en la evaluación del medio ambiente. -

3.2.1 CONTROL DE INUNDACIONES

El control de inundaciones asume tácitamente que la contención durante condiciones de crecientes es preferible a cualquier otra alternativa, incluso el de evitarlas. Estas alternativas deben ser investigadas y evaluadas en el estudio sobre el medio ambiente recomendado. Las alternativas consistirán por lo menos de tres estrategias diferentes: primero, el uso de las inundaciones; segundo, evitar el daño causado por inundaciones y tercero, la reducción del inundamiento en sí. - Algunos ejemplos de estas alternativas se mencionan en la gráfica 8. -

Una buena oportunidad existe en el PRRC para un enfoque integrado del manejo de las inundaciones. Se recomienda que el presente proyecto de control de inundaciones del PRRC sea ampliado dentro de un proyecto de manejo de inundaciones. Aun cuando el sistema propuesto de diques y canales es el más apropiado, desde varios puntos de vista, el estudio sobre el medio ambiente debe examinar la conveniencia de extender éste en la totalidad de la longitud del área, motivo del proyecto. El estudio debe explorar las posibilidades de uso de las aguas inundantes en ciertas áreas o sobre una base de rotación. Si el daño causado por las inundaciones puede ampliamente ser evitado, por una combinación mencionada en la gráfica 8, posiblemente se encontrará innecesario hacer diques y canales en la totalidad del río. Además, los gastos por control de inundaciones pueden reducirse tanto como se reduzcan las inundaciones. La reducción de las inundaciones puede lograrse por medio de una atinada administración de la cuenca, tal como se recomendó al principio de este informe, para la protección del embalse de Salvajina. La CVC debe hacer uso

de la autoridad de la cual fué investida, para controlar el tipo de uso que se dé a la tierra en toda la cuenca arriba de la Virginia. Este control puede tomar la forma de zonificación para el uso de la tierra, la división de la cuenca dentro de zonas en las cuales se desarrollan actividades específicas que sean permitidas o prohibidas. -

Por ejemplo: se deberá arar en forma contomeada y en grados específicos de inclinación y prohibido para inclinaciones más fuertes. Arar, quemar, pastar y cosechar - anualmente se deberá motivar en ciertas áreas, mientras que cosechas contínuas como café , cacao y plátano se permitirán en otras. Las pendientes demasiado pronunciadas, tierras frágiles u otras áreas críticas deberán protegerse por bosques permanentes o a través de bosques contínuamente renovados. -

La reforestación es una herramienta muy adecuada en la reducción de las inundaciones y deberá recibir un mayor énfasis en el PRRC. La infiltración se incrementará por efectos del bosque y las corrientes superficiales disminuirán, ya que el bosque actúa como una esponja gigante o depósito que absorbe y controla la precipitación a medida que esta ocurre y la suelta lentamente. El ciclo hidrológico es entonces retardado por los bosques; las corrientes de la estación húmeda se reducen, mientras que las corrientes de la estación seca se incrementan, lo cual es precisamente lo que el PRRC desea. Además los bosques reducen la erosión y la consecuente sedimentación, en forma tal que el río Cauca es menos propenso a obstruirse e inundar. Bajo estas condiciones, el dragado del lecho del río puede obviar la necesidad de gran parte de los terraplenes. -

Al igual que otros rios que corren a lo largo de planicies, el Cauca ha

cambiado mucho de curso en el pasado, dotando así al Valle de una rica diversidad de por lo menos 53 pequeños lagos, brazos muertos del río, lagunas, remansos y brazos laterales parcialmente asilados; la madreveja y ciénagas figuran en forma muy prominente en el informe del PRRC y han sido inventariadas por Noreña (1974) (Gfica 5). El valor de tal característica geomorfológica es grande, desde muchos puntos de vista: pesca, fauna avícola, fertilidad de la tierra y mucho más significativo en el contexto de este informe, por la reducción de las inundaciones. -

Dado de que estas características se encuentran en varias etapas de evolución, éstas deben ser cuidadosamente inspeccionadas para así determinar cuál puede ser utilizada, que contengan aguas inundables o que actúen como canales alternos - como parte de su uso múltiple. Algunas por ejemplo, ameritan preservación biológica de los terrenos, solamente, tales como la laguna de Sonso y Ciénaga de Zaragoza (Noreña, 1974) y la CVC con toda seguridad está tomando las medidas del caso, para asegurar su protección. -

En resúmen, se recomienda que el sistema de control de inundaciones, de diques y canales uniformes que aislarán completamente el Cauca, en la totalidad del área del proyecto, deberá ser reforzado y aumentado dentro de un manejo integral de inundaciones como parte de un programa de administración de cuencas. Esto mantendrá diversidad, adaptabilidad y armonía ambiental sin incremento en el costo, mientras que al mismo tiempo permitirá al PRRC lograr sus metas a largo plazo. El PRRC - encuentra la prevalencia de inundaciones de una cada diez años como intolable: un programa de administración de cuencas vigoroso, combinado con el hidroyecto de Salvajina, podrá mitigar la severidad al mismo tiempo que disminuir la frecuencia

de las inundaciones a un nivel aceptable, con inmensa reducción de gastos por obras de terraplenes. -

3.3. CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

El efecto perjudicial de las aguas negras y de efluentes industriales y agrícolas se tratan en esta sección. La situación existente en el área del proyecto del río Cauca, descrito en la Sección 1.3.3 es el resultado de casi una década de aumento de la población, de desenfrenada industrialización e intensa agricultura tecnológica. Las condiciones del área indican que los límites de tolerancia del medio ambiente se han copado. El río Cauca ya no tiene la capacidad para absorber más abuso. -

El PRRC contiene algunos excelentes y profundos cálculos relacionados con el tamaño, número, tipo y costo de varias plantas de tratamiento de aguas servidas, comparados con el crecimiento de la población proyectada y las normas de calidad del agua mínimas o que se puedan lograr o aceptar. Estas normas, sus efectos biológicos y conveniencia deben ser cuidadosamente evaluadas en el estudio del medio ambiente recomendado. El uso del agua retenida en Salvajina y que soltará para diluir la contaminación durante la estación seca, parece posible y es un plan aceptable e inteligente desde el punto de vista del medio ambiente, excepto por una condición (ver Acumulación Biológica 3.5.2). -

Cualquier plan que proponga mantenerse con el crecimiento potencial de la población debe verse en forma escéptica, pero los planes dirigidos para mantener la calidad del agua para una población que sobrepasa el 4.5% (CVC, 1975a), inevitablemente está sentenciada a fracasar. El PRRC sufrirá grandes pérdidas y dificulta-

Gráfica 8. ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES

1. EL USO DE INUNDACIONES

Control de malezas, insectos y otras plagas

Fertilización de la planicie con sedimentos y nutrientes que de otra forma se desperdician. -

Reducción de la salinización.

Cultivo de peces o reproducción de los mismos, posiblemente combinados con cosechas húmedas como el arroz. -

2. LA REDUCCION DE LOS DAÑOS CAUSADOS POR LAS INUNDACIONES.

Localización de las estructuras susceptibles de daño (ej: viviendas) fuera o sobre el área de inundación. -

Zonificación de la planicie de inundación para usar aquella parte que está en buenas condiciones, tolerables o con pequeños daños por las varias duraciones y profundidades de la inundación por zona. Ej: árboles frutales, bosques madereros y el sistema ecológico "arroz, alga, pez-amfibios" .

Crianza de ganado en pastos tolerantes a la inundación, previsión para la salida de ganado. -

Sistema de predicción y alarma de inundaciones para permitir el retiro de cosechas o de ganado o artefactos. -

3. LA REDUCCION DE INUNDACIONES

Aumentar la tasa y alcance de la infiltración.

Disminuir la tasa, el área y la cantidad de las corrientes superficiales.

Retardar parte del ciclo hidrológico

Reducir la duración de la inundación

Reducir la profundidad de la inundación

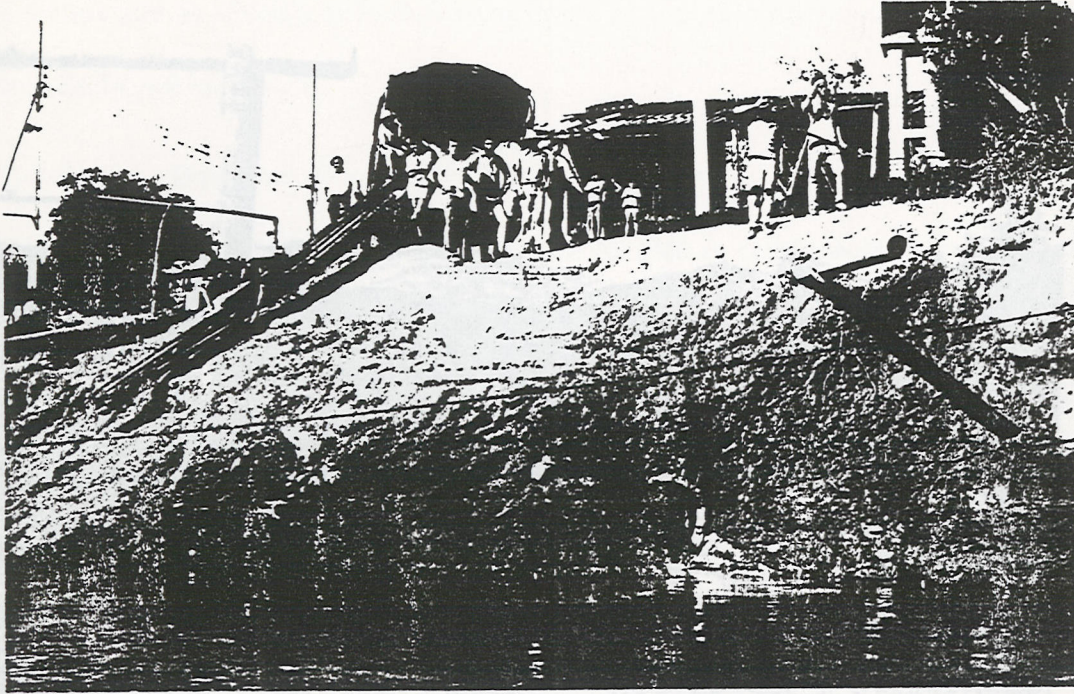
Reducir la sedimentación

Provisión y mantenimiento de los estanques de almacenamiento o canales alternos.

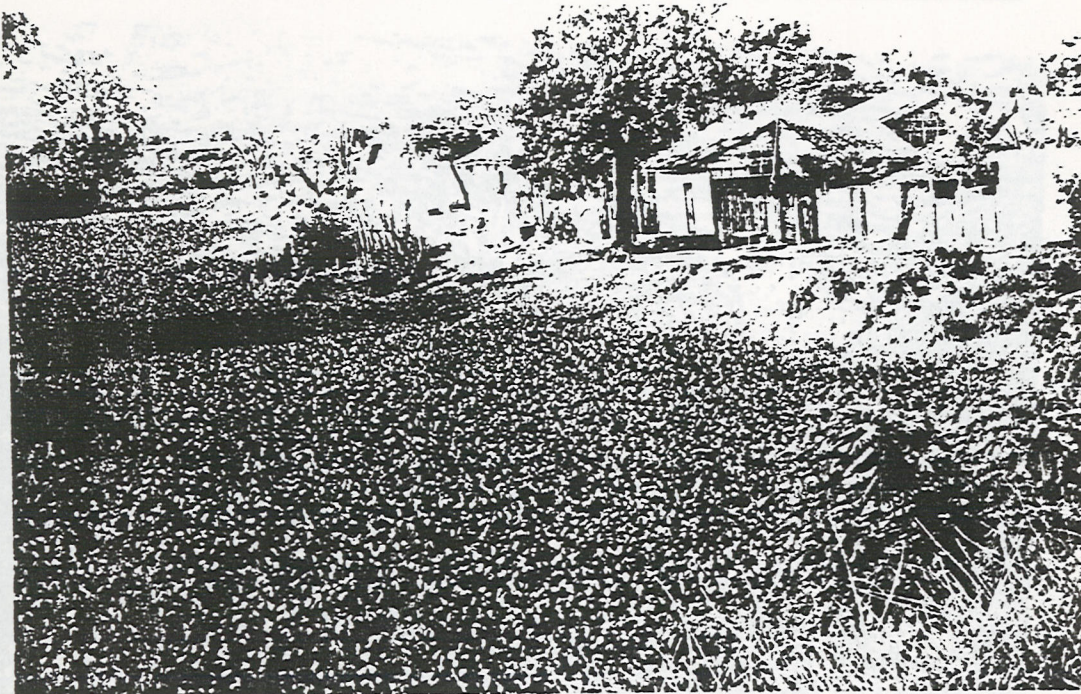
Dragado de los canales y elevación de las riveras existentes.

Gráfica 9a. CONTAMINACION DEL RIO CAUCA

La fotografía muestra una pequeña sección de la ribera del río, abajo de Cali. Un gran camión está descargando los residuos agrícolas, directamente al agua, a lo largo de un conducto. Otras tres galerías son claramente visibles en la desnuda y desgastada ribera. -



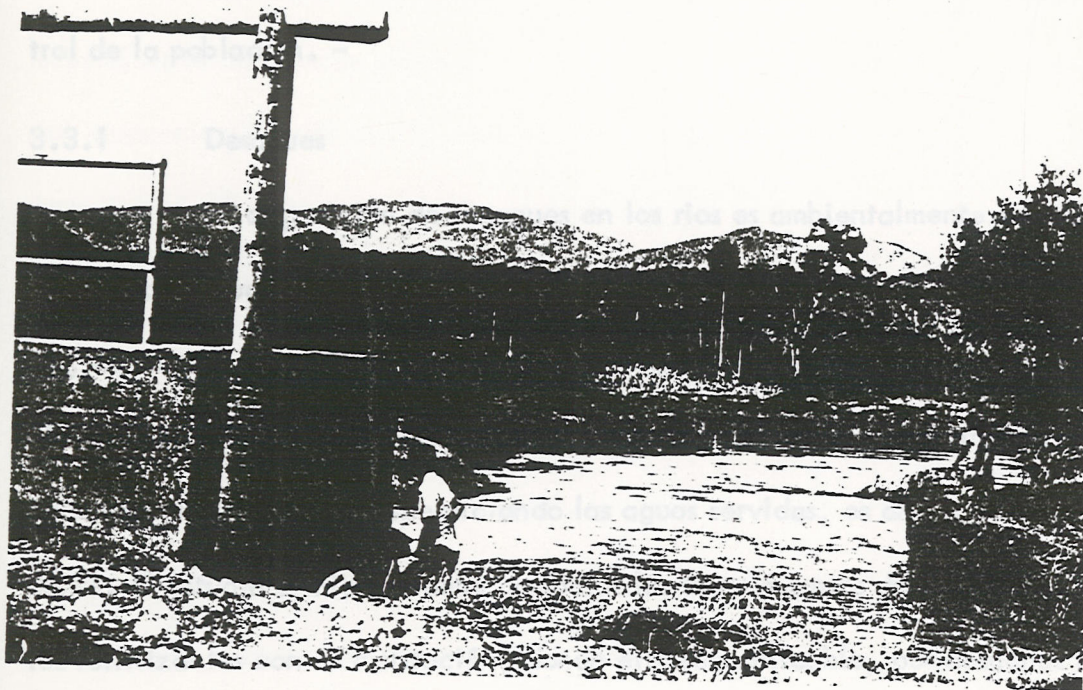
Gráfica 9b. CONTAMINACION DEL RIO CAUCA



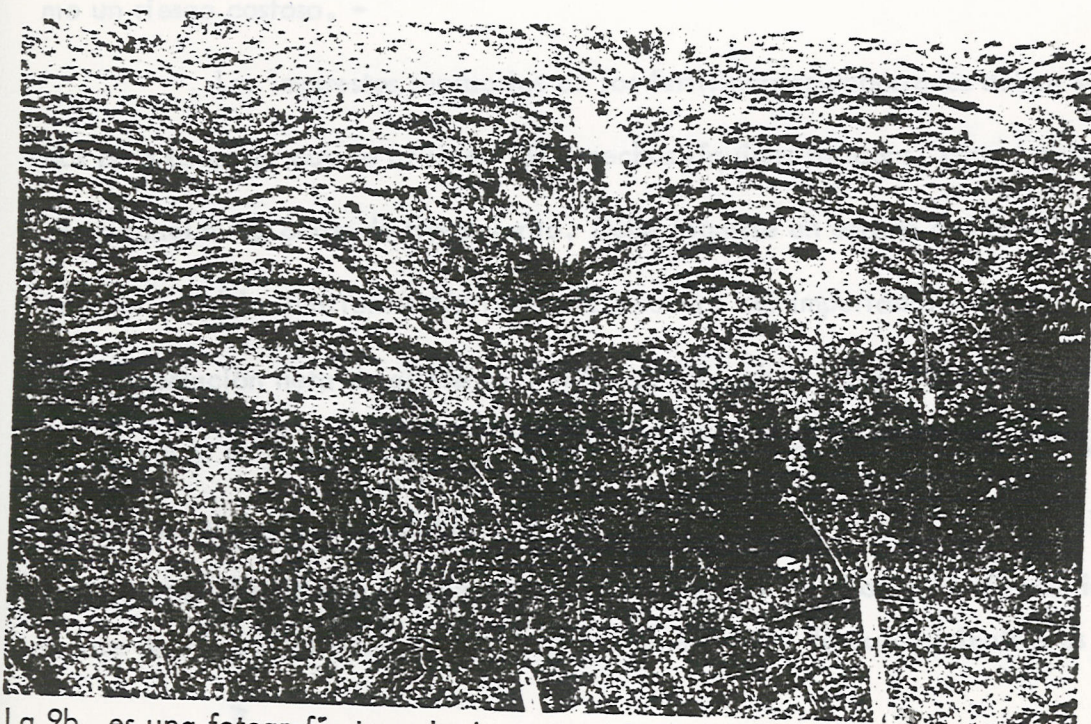
La fotografía 9b. muestra una alcantarilla abierta dirigida hacia el Río Cauca. El canal está completamente obstruido con el jacinto de agua que florece en el substrato eutrófico. El cieno característico y las viviendas existentes en el borde del desagüe deberían incluirse en cualquier campaña de salud pública.

Gráfica 9c. CANAL CARLINA Y EL EXCESO DE PASTOREO

La fotografía 9c. muestra el Canal Carlina que conecta el río Cauca con la Laguna de Sonso en la parte del fondo. Parte de la esclusa de la "Chapoleta" puede observarse en el lado izquierdo. -



Gráfica 9d. CANAL CARLINA Y EL EXCESO DE PASTOREO



La 9b. es una fotografía tomada de cerca del exceso de pastoreo en las laderas, en el área proyecto. Puede verse mucha tierra pelada, entre el césped restante. Ya han empezado a aparecer las hondonadas y las capas erosionadas.

des ejecutando aún la baja meta del 0.5-1.5 ppm DO para 1980 y un cuando esta meta es básicamente sólida y debe ser vigorosamente lograda, fallará eventualmente, a menos que se vincule a la descentralización o algún programa de regulación o control de la población. -

3.3.1 Desagues

La disposición de desagues en los rios es ambientalmente aceptable si la calidad del agua no se deteriora lo suficiente como para impedir los otros usos del rio, como es la actual situación en el área de proyecto (ver Desarrollo de Peces). Sin embargo, el observar una región importando cantidades crecientes de abonos, cada vez más costosos, desperdiciando las aguas servidas, es ambientalmente discordante. El estudio ambiental debe comparar los futuros costos de la importación de los fertilizantes con su sustitución, donde ello sea aplicable, por desechos líquidos tratados. Los desechos deben ser valorados como un recurso en esta situación y no como un riesgo costoso. -

Los impuestos suntuarios de los fertilizantes importados deben ser elevados para asegurar que se utilicen los desechos líquidos tratados, con el objeto de poder financiar las obras de tratamiento. Debe lograrse un estado de equilibrio dinámico en el cual los nutrientes (fertilizantes) puedan ser importados solo para compensar una exportación neta de alimentos nutritivos (cosechas) sobre aquellas recuperadas de las aguas servidas. No es accidental que el 100% de pescadores vistos en acción durante el viaje de inspección de la CVC (viernes 23 de enero 1975-0800-1200 horas), fueron observados en la zona más eutrófica del rio. Todas las riveras inmediatamente debajo de los desagues estaban llenas de peces, lo cual, mientras es peligro-

so para la salud, indica de otra forma un recurso desperdiciado (gráfica 6). -

3.3.2 Efluente industrial

Las experiencias en los países industriales sugieren que el efluente industrial es reducido más efectivamente por incentivos fiscales, por impuestos exigidos proporcionalmente con la cantidad de la capacidad absorvida del río que se consume por el afluente o por ajustes económicos que hacen que la industria considere la recirculación como económicamente factible. La propuesta del PRRC para prevenir más contaminación industrial y gradualmente tratar de restringir las industrias existentes, debería ser enérgicamente promovida y acelerada. Las minas de carbón y bauxita cerca de Popayán y Jamundí, las fuentes de piedra caliza en Pitayó y Taucuyó, las minas de azufre en Puracé y otras río arriba, se encuentran actualmente en expansión y es de esperar que arrojen materiales al río Cauca (Antequar, 1974).

3.3.3. Contaminantes agrícolas

Los contaminantes producidos por la agricultura son de dos clases: primero, los desechos agrícolas y fertilizantes que no son exportados en forma de cosechas, que eventualmente llegan al río y segundo, los insecticidas químicos, fungicidas, herbicidas y otros plaguicidas que también caen eventualmente al río. Estos desechos agrícolas ya han causado eutroficación (Ej: Lago de Sonso), con el consecuente perjuicio para los peces y aún la existencia de peces muertos (Almeida Rocha 1973), y la peligrosa proliferación de plantas acuáticas, especialmente buchón, "Eichhomia". Aparte del daño biológico que estos desechos causan, ésta es otra contradicción ambiental discordante: un valioso recurso que es comprado en el extranjero a un costo

elevado, no sólo es vertido en el agua del río más cercano, sino que una vez allí causa costosos problemas de contaminación y eutroficación. -

La política básica de comprar fertilizantes extranjeros y plaguicidas a un costo elevado, esencialmente en intercambio por alimentos sin procesar y a bajo precio es errónea. Desde que el ambiente del Cauca ha comenzado a sufrir esta política, la protección del ambiente debe estar dirigida a modificar esta política. -

Un tema importante que el estudio del medio ambiente debe explorar es aquel de las alternativas a la solución de la dilución propuesta por el PRRC. La dilución en sí misma puede hacerse menos peligrosa si el efluente es vertido, de tal manera que sólo un lado del río sufre el choque del efluente no diluido, tomando ventajas de la afortunada situación de que todos los efluentes entran por la rivera occidental. Esta práctica puede ser de gran utilidad en la preservación de los peces, porque los peces evitarían efluentes tóxicos, si hay una oportunidad para hacerlo. - El estudio por consiguiente debe examinar la posibilidad de almacenamiento de efluentes diluidos o de tuberías de difusión dentro del río, paralelas a la rivera occidental, diseñados con respecto a las mezclas de agua, corrientes y batimetría. -

Algunos efluentes ya pueden ser tratados fácil y económicamente. Ramirez y Salazar, por ejemplo, encontraron que el licor negro, el más eutrófico e importante contaminante del agua, de las fábricas de azúcar, puede ser tratado en lagunas de estabilización o estanques de oxidación. Esta solución puede ser aún más atractiva si los peces son cultivados en las etapas finales. -

3.3.4 Pesticidas.

Los hidrocarburos clorados, clasificados entre los más tóxicos y resistentes de todos los pesticidas, en toneladas desconocidas han sido esparcidos en el Valle del Cauca, muchos de ellos desde el aire (ej: Patiño 1969). Los productos agrícolas, producidos y puestos en venta para el consumo humano en Cali, están contaminados con BHC, Heptacloro, Aldrin, DDE, TDE, Dieldrin, DDT y Endrin. Como algunas de estas sustancias son acumulativas, estas es, que el cuerpo no las metaboliza y rechaza, cualquier consumo puede ser perjudicial. Sin embargo, Gallego (1973), encontró pesticidas venenosos que excedían los límites establecidos por la FAO, en el arroz, -maíz repollos, fresas y uvas. Pero es aún peor el que en cada producto agrícola que fué analizado se encontró que contenía al menos 2 hidrocarburos clorados, mientras que muchos productos estaban contaminados en más de 4 o 5 residuos diferentes (Gallego 1973). No hay duda de que estos venenos están circulando por la corriente sanguínea humana. Guerra y Hernández (1972) analizaron muestras de la sangre vallecaucana y encontraron contaminación por residuos de hidrocarburos clorados. Gómez Angel (1973), encontró que el Picloram, un hidrocarburo clorado cíclico (hormonas herbicidas) deja residuos tan venenosos que las cosechas que crecieron donde inicialmente se había usado, sufrieron síntomas de intoxicación. -

Esta investigación del ICA (Gómez Angel 1973) sin embargo, no ha detenido al Instituto Colombiano Agropecuario de recomendar su uso. Aún el CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical, continúa estimulando el uso de picloram (o Todon) (Doll, Angel y Piedrahíta, (1974), junto con una docena y más de

Gráfica 10. COMENTARIOS SOBRE LOS PESTICIDAS PERMITIDOS Y LOS

GRADOS DE TEMPERATURA SUGERIDOS POR LA CVC

(Solicitados por el Ing. Raul Arias de la CVC y el Ing. Alejandro Palau de la OPS).

<u>PESTICIDAS</u>	<u>Máxima concentración permitida g-lt = ppb</u>	<u>COMENTARIO</u>
Aldrin	0.01	0.03 ppm mortal para camarones en 96 horas.
DDT	0.002	0.75 ppb mortal para pececillos en 29 horas.
Dieldrin	0.005	0.05 ppm mortal para truchas en 24 horas
Heptachlor	0.01	0.25 tóxico para truchas en 24 horas
Clordane	0.04	2.0 ppb tóxico para camarones en 48 horas.
BFC (BHC)	0.002	0.04 ppm tóxico para peces
Malathion	0.008	12 ppm mortal para peces en 96 horas
parathion	0.0004	0.2 ppb mortal para peces en - 96 horas.
Carbaryl *	0.02	1.500.0 ppb mortal para truchas en 48 horas.
Zectran **	0.1	8000.0 ppm mortal para truchas en 48 horas.

* Los niveles permitidos pueden ser menos rígidos

** Los niveles permitidos pueden ser más amplios.

Niveles permitidos se refieren al agua del río y no al efluente.

TEMPERATURA Y PECES

1. Cualquier temperatura debajo de los 34°C es aceptable (pero nótese la relación del oxígeno disuelto).
2. La mayoría de las especies de peces se reproducen adecuadamente a 25°C y más
3. La mayoría de las especies de peces crecen adecuadamente hasta los 34°C
4. Algunas especies de peces toleran condiciones más calientes que los 34°C pero no se reproducen.
5. Las zonas de igualación de temperaturas deben restringirse al sitio de descarga del río y nunca debe permitirse ocupar toda la corriente, por tanto, en el lado opuesto puede mantenerse una sección más fría.

otros venenos químicos, en su mayoría derivados del petróleo (Doll 1975). La CVC está estableciendo niveles permitidos de plaguicidas para el río Cauca. Estas sugerencias se comentan en la gráfica 10.

La situación puede ser resumida señalando que bajo el sistema ecológico agrario existente, los plaguicidas derivados del petróleo son contaminantes de la sangre humana y para los alimentos en Cali. El punto de vista ambiental es que si tales plaguicidas envenenan la sangre humana y los alimentos, cualquier cambio reduciendo la necesidad de los plaguicidas mejoraría la salud humana, la estabilidad ambiental y la independencia económica. -

3.4 SEDIMENTACION

Los planes para el manejo del recurso hídrico son por lo general descuidados en cuanto a asegurar la cantidad de suministro de agua y su carga de sólidos suspendidos. La supresión de los bosques (solo un menguado 17% de la cuenca permanece arborizada), la excesiva construcción de caminos y las prácticas agrícolas introductorias, especialmente en terreno no montañoso, frecuentemente aceleran la erosión y aumentan inevitablemente la sedimentación en la cuenca del río; empiezan a ocurrir ya deslizamientos de tierra en el área proyecto (gráfica 5). Como Gottschalk (1964) observó, la eliminación de la capa natural de vegetación de un área específica puede aumentar la tasa de erosión en más de cien veces. La CVC está informada de estos problemas y ejercerá extremas precauciones para evitar erosiones desastrosas y deslizamientos de tierra, semejantes a aquellos que acortaron la duración de la represa de Anchicayá (Allen, 1972) adyacente al área proyecto

que ahora se encuentra falta de corriente de agua y río, sin capacidad de almacenamiento. -

La represa de Salvajina se estima que contiene espacio para 100 años - de sedimentación, según las tasas proyectadas por la CVC (1975) pero el 78% de las aguas del PRRC entran al Cauca de tributarios abajo de la represa propuesta. El informe ambiental estudiará y despejará estas incógnitas. En todo caso, la reforestación de las márgenes de la represa se recomienda ampliamente. Ello reducirá la sedimentación y posiblemente mejorará las condiciones para los peces. El manejo de la cuenca y particularmente la reforestación de grandes áreas para proteger el suministro de agua, ha sido recomendado en la sección de el control de inundaciones. -

Los sedimentos continuarán siendo llevados al río Cauca por sus tributarios y su contribución debe ser analizada y vigilada donde sea necesario. La Represa de Salvajina retendrá los sedimentos anteriormente depositados en el Valle del Cauca. Libre de cieno, el río abajo de la represa fluirá más rápidamente y se llevará su lecho. Esto ocasionará un derrumbamiento de las riveras del río, a menos que se tomen adecuadas medidas de precaución. El estudio ambiental examinará el criterio empleado en determinar la localización de los diques con respecto a las riveras del río. Del diseño más detallado que hay disponible (CVC 1975, gráfica 2. 1:200,000) se observa que los diques están a una distancia bastante uniforme de las riveras, así a 500 mts. Los diques deben desplegarse con respecto a la evolución geomorfológica y al estado fluvial y debe examinarse en el informe ambiental.

Gráfica 11. PLANTAS PARA LA ESTABILIZACION DE LAS RIVERAS

<u>Internacional</u>	<u>Nativo .</u>	<u>Familia</u>
Aegiphila	Totumo	Verbenaceae
Alnus	Cerezo aliso	Betulaceae
Andira	Avinge	Leg. Papilionoideae
Arundinella	Caña brava	Gramineae
Arundo	Caña brava	Gramineae
Cassia	Flor amarilla	Leg. Caesalpinioideae
Cordia	Biyuyo	Boraginaceae
Croton	Drago	Euphorbiaceae
Enterolobium	Dormilón	Leg. Mimosoideae
Erythrina	Cambulo	Leg. Papilionoideae
Eugenia	Arrayán	Myrtaceae
Ficus	Higuerón	Moraceae
Guadua	Guadua	Gramineae
Gauzuma	Guasimo	Sterculiaceae
Gynerium	Caña brava	Gramineae
Inga	Guamo	Leg. Mimosoideae
Salix	Sauce	Salicaceae
Solanum	Lulo	Solanaceae
Trema	Surrumbo	Ulmaceae

3.4.1 Control de la Sedimentación.

En común con todos los ríos de estación que circulan a lo largo de la planicie, el Cauca está desgastando activamente sus riveras en algunos sitios y levantándolos en otros. La ilustración (gráfica 9) muestra por ejemplo cortes perpendiculares y sesgados en las riveras, cerca de Cali. El PRRC no parece haber considerado el control de la erosión de las riveras del Río Cauca, ni de los costosos y extensos terraplenes de diques y canales. El informe ambiental debe señalar este tópico y sugerir soluciones de baja energía como alternativas a los continuos dragados. Mucho o casi todas las riveras de los ríos y los sistemas de diques y canales, deben estar protegidos por una vegetación cuidadosamente diseñada, que consiste principalmente de plantas peréptuas. Las seleccionadas para esta vegetación deberán ser aquellas que desarrollan un extenso sistema de raíces y son muy resistentes a las inundaciones. Los árboles madereros, phreatorhytes, y aquellos que contribuyen a la comida para los peces, o nido y cubierta para la vida silvestre y el ganado, deben incluirse igualmente. Se incluye una lista de las plantas madereras más comunmente observadas cerca o en las riveras del río Cauca. (gráfica 11). Esta lista puede ser aumentada por Pérez - Arbeláez (1956), Espinal (1968), y por Fandiño y Ramírez (1973).-

La vegetación debe consistir de yerba, juncos, y muchas leguminosas herbáceas. En general, el PRRC debería plantar todas las tierras que se hallen sin vegetación. -

La completa confianza en las oligoculturas anuales en el Valle del -

Cauca podría dar lugar a erosiones y condiciones de grandes vendavales de polvo en algunos lugares. Por esta razón, el estudio ambiental debe examinar la posibilidad de incrementar el uso de vallas contra el viento. Estas otorgan las ventajas adicionales de reducir la evaporación y si son leguminosas, también aumentarán la fertilidad del suelo. La vegetación phreatorhytic puede emplearse para ayudar a disminuir el nivel de las aguas en las áreas húmedas. -

3.5 BIOLOGIA ACUATICA Y LA PESQUERIA

3.5.1 Deterioro ambiental

Uno de los más recientes informes sobre empeoramiento de la calidad del agua fué el presentado por Patiño (1969), quién documentó una "muerte masiva de peces" de una variedad de especies en el Rio Cauca en el sitio Mediacanoa-Yotoco y otra asfixia en el Rio Guachal de Tilapia mossambica.

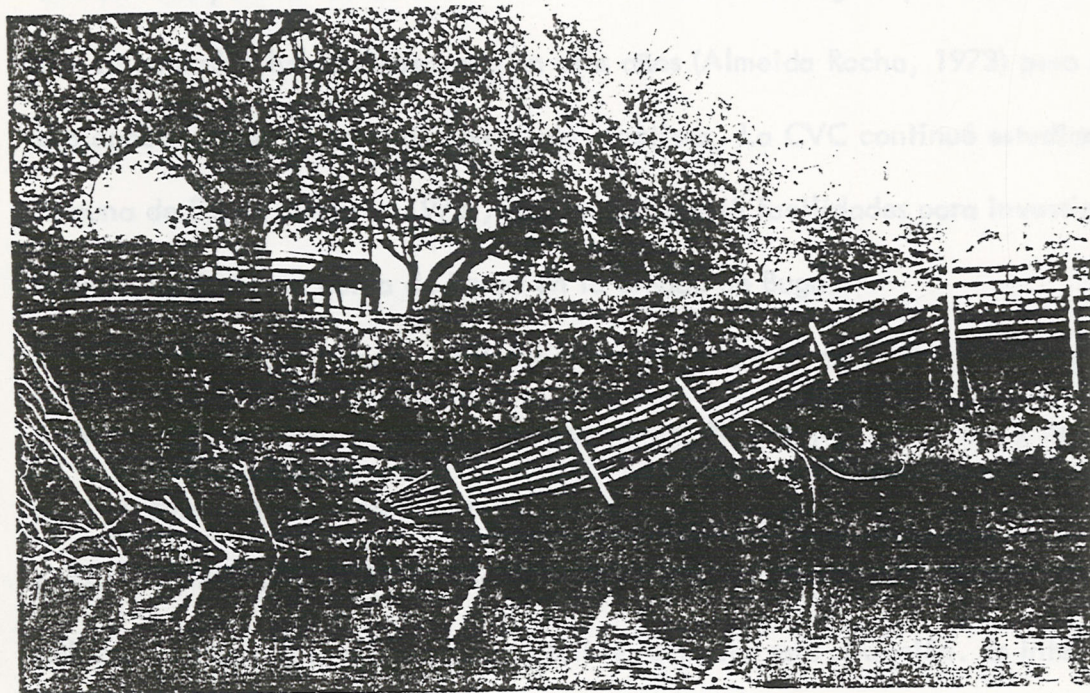
La Unión de Pescadores (Gremio, 1973), representando más de 2.000 pescadores profesionales, tomó el paso sin precedentes de reunirse y enviar una comunicación oficial al Presidente de la República, el Ministro de Agricultura, el Gobernador del Valle, a las "Autoridades y la Opinión Pública" y particularmente a la CVC. La comunicación afirma brevemente que los peces están comenzando a escasear cada año, debido al envenenamiento de las aguas por las fábricas de Cali, Palmira, Yumbo y otras ciudades y también por las basuras municipales, desechos y pesticidas que se depositan en el rio. El drenaje y llenado y el bloqueo de los brazos muertos del rio, aguas estancadas y lagunas, se reclamó, también destruyen los sitios de incubación de los peces. La Laguna de Sonso, en la que anteriormente

pescaban más de 500 personas, alrededor de varias toneladas diariamente, hoy esta llena de buchón, jacimiento de agua (*Eichhornia*) y basura municipal. El documento critica a la CVC por haber construido la esclusa "Chapaleta" en el canal estacional de Carlina, el cual ahora deja salir el agua que regresa al río durante la creciente. El informe protesta contra la deforestación del borde del lago, contra la fumigación (algunas de ellas aéreas) que caen al río, contra las talegas llenas de docenas de perros muertos, de ganado, "Ahora que la carne no puede ser adquirida por el pobre, el pescado es un recurso del cual ganamos muy poco y por el que el Gobierno debería defender a los pescadores" ... El pliego pregunta por qué se otorgó permiso para el bloqueo de los brazos muertos del río y de las aguas estancadas de Yotoco, Videles, San Gerardo, Guadualito y otros. -

El problema se intensificó cuando el Departamento de Biología de la Universidad del Valle escogió la Laguna de Sonso para un estudio de la Ecología Aplicada, una edición que se conoció como la "Batalla Ecológica" (Patiño 1970) para salvar la Laguna de Sonso. Las razones para esta determinación ambiental del Valle del Cauca, llamado el "Paraiso de América" por Alejandro Von Humbolt (1852), es ejemplarmente esbozada por Patiño (1971) en su ensayo "El Paraiso Amenazado" y está sustentado por otros estudios (Patiño 1971), (1972). Es axiomático que la presión del medio ambiente en cualquier lugar dentro de la cuenca, eventualmente afecta el río y puede causar problemas en cualquier sitio, río abajo. La CVC condujo una seria y admirable evaluación de la situación y también documentó una matanza de 150 toneladas de peces en 1969 en el Río Cauca. Este estudio (Arias, Uribe et al., 1971) concluyó: "La vida de los peces, debido a la crecien-

Gráfica 13a. EROSION E IRRIGACION

La ribera vertical del río Cauca que aparece en la fotografía se ha erosionado tan rápidamente que la relativamente nueva cerca de bambú se ha caído al río. La sedimentación de semejante actividad podría llegar a ser un problema en la región, intensificando inundaciones y entorpeciendo los trabajos de irrigación.



Gráfica 13b. EROSION E IRRIGACION



La fotografía muestra parte del área de irrigación de Roldanillo-La Unión-Toro, y al fondo las montañas que se levantan en pendiente.

te contaminación del Rio Cauca, habrá desaparecido completamente dentro de pocos años, si no se toman urgentes y drásticas medidas para evitar este fenómeno". Dos años después la CVC comisionó otros estudios hidrológicos, el cual encontró que la situación había empeorado en esos años (Almeida Rocha, 1973) pero el estudio concluyó con recomendaciones más efectivas. La CVC continuó estudiando la Laguna de Sonso (Ramírez 1973), a,b) y estableció facilidades para investigación y criadero de peces cerca de Sonso en la ciudad de Buga. -

El estudio ambiental debe considerar seriamente estos hallazgos de la CVC relativos a la situación de los peces (Noreña 1974, a,b,c 1975) y debe evaluar las recomendaciones; sin embargo, aunque la nociva baja calidad actual del rio Cauca, abajo de Cali-Yumbo es reconocida, no debería exagerarse. Antes bien, debe enfatizarse que todavía no es posible remediar esta situación. Es interesante anotar que el número de pescadores profesionales censados por la CVC (Noreña - 1974a) operaron en la zona más contaminada. Esto corrobora las observaciones personales en el viaje de inspección del 22 de enero de 1976. Noreña (1974a, cuadro No. a, anexo) registra el número de pescadores por sitio. Eliminando el Darién, debido a que está fuera de la Cuenca del Cauca y similamente la de Ansema, porque está rio abajo del área del PRRC, la mayor actividad pesquera ocurre en la zona de Yotoco-Mediacanoa-Puerto Isaac-Yumbo y Rio Frio. -

3.5.2 Acumulación Biológica de Contaminantes

En Cali se presentan residuos venenosos de hidrocarburos clorados, en los alimentos (Gallego 1973) y en la sangre humana (Guerra, 1972). Vamoli (1974)

informa que 3.000 personas fueron afectadas por matamalezas (2.4D, 2.4.5-T), mientras que Jiménez Niño (1975) reclama que el berilio, el cadmio, plomo y arsénico, todos corren en el río Cauca. Estos contaminantes difieren ~~marcadamente~~ de los desechos líquidos y residuos orgánicos en sus efectos acumulativos. Un organismo puede acumular pequeñas dosis de estos contaminantes diluidos durante un largo período, en el cual los venenos pueden ser concentrados. Otro organismo en la cadena de alimentos que sea consumido por otro organismo puede ser severamente afectado. ~~Por esta razón la atribución de contaminación propuesta por el PRRC puede~~ adecuarse para los desechos y otros efluentes orgánicos, pero esto es menos efectivo para los contaminantes acumulables. El estudio ambiental examinará cuidadosamente cuáles contaminantes acumulables se presentan en el río, su origen y su ruta a través del sistema ecológico. De esta información pueden obtenerse efectivos procedimientos de prevención. -

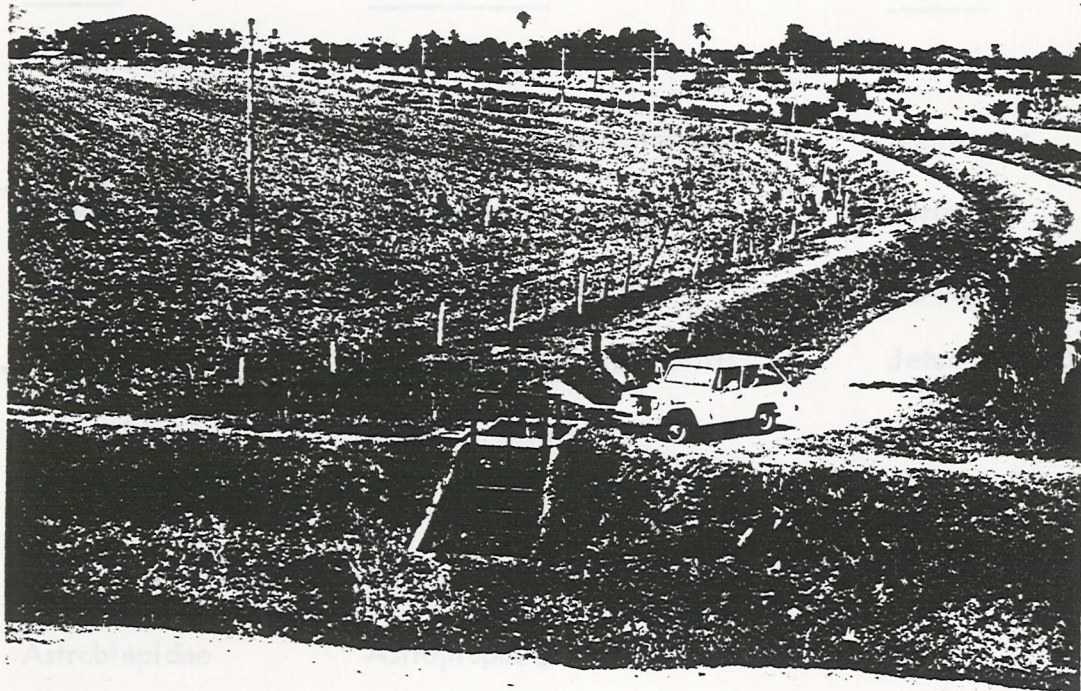
3.5.3 Desarrollo de la pesca

Admirablemente, la CVC ya ha elaborado un programa potencialmente más efectivo para la pesquería y el cultivo de peces (Noreña 1974c, 1975) que impone el estudio ambiental: existen tres preocupaciones principales: la desaparición de aguas estancadas, la barrera de contaminación Cali-Yumbo y los 50 mts. de variación en la altura de la proyectada represa de Salvajina. -

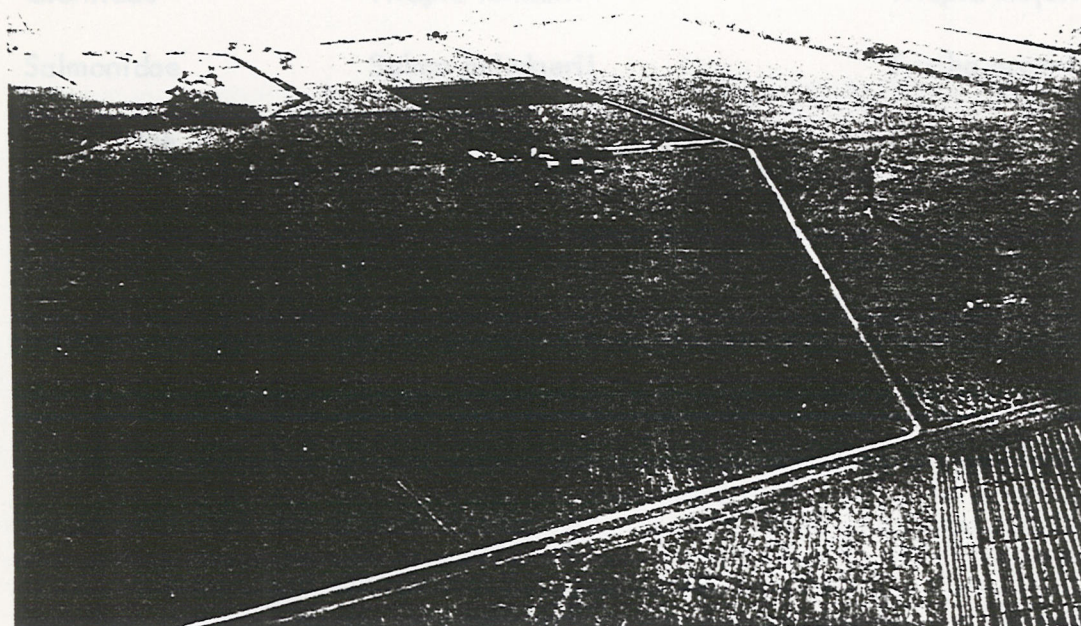
Las aguas estancadas y los brazos muertos del río son biológicamente significativos puesto que se piensa que serán los sitios principales de incubación de peces, particularmente de las especies económicamente valiosas y abundantes boca

Gráfica 13c. IRRIGACION

La fotografía muestra el área de irrigación de Roldanillo-La Unión Toro. Se observa una compuerta, el canal de irrigación y el dique, similar a aquellos propuestos por el PRRC.



Gráfica 13d. IRRIGACION



El área de irrigación de Roldanillo-La Unión Toro, vista desde un aeroplano volando a baja altura. Nótese la ausencia de vegetación natural, excepto por algunos grupos de guaduas. Los canales de irrigación y drenaje pueden verse en los campos intensamente cultivados.

Gráfica 12. PECES COMUNES DEL RIO CAUCA

(Incluyendo otros mencionados en el texto)

<u>Familia</u>	<u>Internacional</u>	<u>Nombre</u>	<u>Nativo</u>
Pimelodidae	<i>Pimelodus grosskopfii</i>		Barbudo
Pimelodidae	<i>Pseudopimelodus bufonicus</i>		Bagre sapo
Sternarchidae	<i>Sternopygus macrurus</i>		Viringo
Characidae	<i>Prochilodus reticulatus</i>		Bocachico
Characidae	<i>Ichthyoclephas longirostris</i>		Jetudo, Patalo
Characidae	<i>Salminus affinis</i>		Picuda, Raydada
Characidae	<i>Brycon henni</i>		Sabaleta
Characidae	<i>Leporinus muscorum</i>		Cuatro ojos
Astroblepidae	<i>Astroplepus grixaluii</i>		Negrilo
Cichlidae	<i>Cichla ocellaris</i>		Tucanaré pavon
Cichlidae	<i>Tilapia mossambica</i>		Tilapia
Cichlidae	<i>Tilapia rendalii</i>		Tilapia mojarra
Salmonidae	<i>Salmo gairdnerii</i>		Trucha arco-iris
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio v. specularis</i>		Carpa espejo

chico (*Prochilodus reticulatus magdalenae*). Noreña (1974b) enumera 53 aguas estancadas y lagunas, pero solo encontró 12 en relativo buen estado, mientras que el resto se han secado o tienden a su extinción. El estudio ambiental por consiguiente deberá verificar si estas especies se pueden criar en otros lugares, o si ellos pueden ser sustituidos aceptablemente. Mientras que se acepta que algunas de las aguas estancadas deberían ser "utilizadas" para la agricultura, bien valdría la pena desde el punto de vista ambiental, que la CVC preserve intacta una muestra representativa de estos peces y de sus habitat silvestre. La CVC muy encomiosamente planea ahora preservar la Laguna de Sonso. El estudio ambiental sugerirá cuál de los 11 habitat restantes deben ser igualmente preservados. -

Muchas especies rheophilicas o lóticas de los peces del rio Cauca se cree que son potadromas, esto es que migran río arriba, antes del desove. No se ha averiguado aún hasta donde debe ser la migración, qué tan esencial es y para cuales especies. -

Los pescadores estan preocupados de que la zona contaminada pueda actuar como una barrera a esta migración, Aun que esta preocupación es de alguna forma justificada no debe exagerarse por las siguientes razones: la migración de los peces de agua fresca es solo "x" kilómetros río arriba, desde cualquier lugar en el que empiece el pez, de tal manera que sólo la población de peces que serán afectados serán aquellos localizados dentro de los "x" kilómetros río abajo de Cali-Yumbo. No todos los peces del Cauca migran y aún se encontrará que sólo pocas especies son obligatoriamente migratorias, esto es, que necesitan emigrar para sobrevivir. La contaminación entre Cali-Yumbo no es una barrera en aguas bajas -

aún en la actualidad. Al contrario, parece que atrae a los peces, incluyendo al Bocachico. En cualquier caso, las migraciones de peces ocurren durante la estación de crecientes, cuando la contaminación está más diluida. Finalmente, el sistema de tuberías de difusión recomendado en la sección 3.2.3, puede muy bien mejorar la situación. -

Los múltiples usos de la represa de Salvajina atenúan el impacto ambiental. Siempre que sea posible, los pescadores comerciales deben ser animados - en estos grandes recursos hídricos y el estudio ambiental debe examinar la posibilidad de este desarrollo. La ventaja de la represa de Salvajina es que el sitio de entrada de la compuerta de la esclusa está localizada en la parte más profunda del lago, lo cual significa que el agua circulará. Si el sitio de entrada se coloca en la parte alta de la represa, el agua abajo de la entrada no circula tan libremente y se toma desoxigenada e inútil en cuanto se relaciona con el desarrollo de los peces. - La principal desventaja del proyecto de Salvajina es la esperada variación de 50 mts. de altura durante la estación seca, planeada con el objeto de diluir la contaminación y proveer agua de irrigación río abajo. Muchos, si no la mayoría de los peces, desovan en agua poco profundas a las orillas de los lagos o de las represas. Aquí, los huevos incubados y las crías crecen en una o varias semanas. Una variación de 50 mts. que ocurra durante este período probablemente matarían los peces en su etapa juvenil. Los esperados 50 mts. de variación del nivel podrían por ejemplo, concentrar los peces en la zona del depósito de agua carente de oxígeno. -

El estudio ambiental evaluará esta situación y recomendará alterna-

tivas apropiadas. Por ejemplo: muchas especies pueden criar durante la estación lluviosa, cuando la represa pueda mantenerse a un nivel constante. La fisiografía del lago es tan accidental que sus estanques laterales pueden aislarse fácilmente. Si son lo suficientemente grandes, pueden ser apropiados para el cultivo de peces. Estos habitats se reconectarán automáticamente a la represa cuando las aguas suban después de la estación seca, repoblando así el lago. El agua altamente oxigenada al pie de la represa y cerca de la confluencia del río Mondomo, también puede convertirse en sitio más propicio para la reproducción de peces. -

3.5.4 Programa de Desarrollo Piscícola

Mientras que cualquier programa piscícola debería enfatizar la producción comercial de una fuente de proteína para las gentes imposibilitadas de comprar carne, también deberían incluir otros objetivos. La comunidad de peces debería ser balanceada y diversa, y debe contener cebos superficiales y bentivos herbívoros y carnívoros. Deben incluirse especies para el control de las malezas de agua (ej. Buchón y lechuguilla) y para el control de los vectores potenciales de enfermedades (larvas de mosquitos). Los bordes de todos los cuerpos de agua deben plantarse para proveer alimento y sombra a los peces y animar otra vida silvestre. Los planes pesqueros deben implementarse antes de que la represa empiece a llenarse, puesto que podrían encontrarse algunos estanques laterales que pueden ser utilizados. El cultivo de peces desde plataformas flotantes que provean sitios de desove pueden superar los efectos de la variación del nivel del agua. Debe tenerse sin embargo, mucho cuidado cuando se introduzcan especies exóticas. También puede ser

factible repoblar el área con manatíes, dantas y otras especies que anteriormente abundaban, a medida que la administración de los bosques de la cuenca empiece a prosperar. -

3.5.5 Plantas Acuáticas

Las plantas acuáticas proliferan cuando los ríos rápidos se detienen en represas calmadas y cuando la sedimentación y la eutroficación empiezan a aumentar. Las malezas de agua limitan el potencial para los usos múltiples del recurso hídrico, ellas aumentan la pérdida de agua por evapotranspiración, proveen habitats para vectores de enfermedades, perjudican el desarrollo de los peces y la navegación y pueden obstruir las puertas de las esclusas, las bombas de irrigación, los canales y las compuertas. El jacinto de agua es ya un problema serio en la Laguna de Sonso. El estudio ambiental recomendado debe dirigir este tópico, predecir qué puede ocurrir y sugerir medidas correctivas. Algunas de las plantas acuáticas observadas durante la breve inspección de campo, se enumeran en la gráfica 14, aquellas marcadas con un asterisco son potencialmente las malezas más molestas. -

Gráfica 14 PLANTAS ACUATICAS DE LA REGION DEL PRRC

(Incluyendo perjuicios potenciales)

<u>Género</u>	<u>Familia</u>	
Cabomba	Cabombaceae	
Cyperus *	Cyperaceae	Caña brava
Eichhomia *	Pontederiaceae	Buchon
Elodea	Hydrocharitaceae	
Hydrocotyle	Hydrocotylaceae	Sombrerito
Laetia	Flacourtiaceae	Manteco
Leersia	Gramineae	
Limnobium	Hydrocharitaceae	Cucharito de agua
Marsilea	Marsileaceae	
Nymphaea	Nymphaeaceae	
Nymphoides	Menyanthaceae	
Pistia *	Araceae	Lechuguilla
Polygonum *	Polygonaceae	
Potamogeton	Potamogetonaceae	
Riccia	Hepaticae	Hepática acuática
Salvinia *	Salviniaceae	Helecho de agua
Thalia *	Marantaceae	
Typha *	Typhaceae	Tule

* Potenciales formadores de esterilla

Gráfica 15. LISTA DE ABREVIACIONES

ANADENA	Asociación Nacional para la Defensa de la Naturaleza
asl	Por encima del bajo nivel del mar
BHC	Plaguicida, Benceno
BOD	Demanda biológica de Oxígeno
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIDE	Centro de Investigaciones de Desarrollo Económico
CVC	Corporación Autónoma Regional del Cauca
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DDT	Un insecticida hidrocarburo clorado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DO	Oxígeno disuelto
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
INDERENA	Instituto Nacional de Desarrollo de Recursos Naturales
ha	Hectáreas
MPN	Número más probable - una unidad bacteriológica
PAHO	Oficina Sanitaria Panamericana
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
ppm	Partes por millón
ppb	partes por billón
PRRC	Proyecto de Regulación del Rio Cauca

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES RECOMENDACIONES

Una serie de recomendaciones se presentan para evitar problemas potenciales del medio ambiente y para disminuir el impacto ambiental del PRRC (Proyecto de Regulación del Río Cauca). Proveer las bases para un plan completo que aborde el impacto ambiental del proyecto, se recomienda como una detallada y extensiva evaluación de su impacto. Tal evaluación debe incluir todos los tópicos mencionados en este estudio. La evaluación recomendada debe comprender todo el medio ambiente, como se menciona, por ejemplo en los términos de referencia (anexos) emitidos por el Banco Mundial (BIRD).

ECOLOGIA HUMANA

1. Efectuar una encuesta catastral. Esta debe incluir la población, propiedades, recursos naturales y artefactos que sean afectados por cualquiera de las partes del proyecto. -
2. Evaluar alternativas en un intento de evitar desorganización de los asentamientos, tales como la Zona de Canteras D. (La población de la Balastera) y la desviación de la Autopista Suárez. -
3. El proceso de reubicación e indemnización debe ser planeado por un Sociólogo o por un especialista, en estrecha cooperación con las autoridades gubernamentales y la población afectada. La legislación relacionada con las políticas de contratación del proyecto, educación y adiestramiento deben impulsarse vigorosamente. -
4. Deberán anticiparse los peligros potenciales de salud en el área del proyecto. Un programa preventivo, razonable, debe ser planeado para evitar las

enfermedades contagiosas relacionadas con el agua, tales como el cólera, la oncosis y la esquistosomiasis. Educación en salud, profilaxis y terapia sin costo se recomiendan muy especialmente. -

ADMINISTRACION DEL RECURSO HIDRICO

1. La jurisdicción de la CVC debe ser incrementada en forma tal que incluya la totalidad de la cuenca, la cabecera del río Cauca y los tributarios que alimentan el área del proyecto. -
2. Un plan muy amplio sobre administración de la cuenca y zonificación de la tierra utilizada debe ser formulado e implementado para efectos de control de inundaciones, irrigación, disminución de la erosión y sedimentación y mejoramiento de la calidad del agua. Todas las propuestas para control de inundaciones deben encaminarse a una administración integrada de la misma.
3. La contracorriente del río Cauca y sus brazos muertos (madreviejas) deben - evaluarse para control de inundaciones y su potencial para cría de peces, con una visión muy amplia para su uso, como una fuente de proteínas y como un recurso de pesca. El uso múltiple del embalse de aguas debe ser explotado en su totalidad, especialmente para la cría de peces con precauciones especiales en los 50 metros aguas abajo. -
4. La migración de los peces y el control de la contaminación puede ser mejorada con el uso de tuberías que diluyan el efluente dentro del río, paralelamente a la orilla occidental, mientras que se preserva la calidad del agua

5. Se recomienda altamente el diseño de un sistema ecológico para el cultivo del arroz. Los peligros de irrigación, tales como enfermedades, pestes, - evaporización y salinización deben pronosticarse y evitarse. -
6. Cuando sea posible usar otras fuentes de energía disponibles localmente, - estas deben sustituir los combustibles importados. -

Las principales recomendaciones son:

1. Una completa evaluación del medio ambiente.
2. Un programa de administración efectivo y detallado de la cuenca.