



**Environmental Evaluation of the
Water Options in the Indio, Caño
Sucio and Toabré River Watersheds**

**Evaluación Ambiental de las
Opciones de Agua en las Cuencas de
los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré**

URS Holdings, Inc.

Mayo del 2003

Contrato No. 117595

Resumen Ejecutivo

RESUMEN EJECUTIVO

URS fue seleccionada por la ACP para realizar el análisis ambiental de las opciones de agua en los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré y determinar cuales son las opciones factibles y preferidas desde el punto de vista de los impactos socioambientales y la posibilidad de manejarlos adecuadamente. Como parte del esfuerzo se deben presentar dos informes de Evaluación Ambiental, uno para las opciones de agua en la cuenca del Río Indio y otro para las opciones que involucran al menos dos de las tres cuencas. Este informe se refiere al análisis ambiental para las opciones que involucran al menos dos de las tres cuencas.

ANTECEDENTES

Actualmente la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) realiza una serie de estudios para formular un Plan Maestro para la Ampliación y Modernización del Canal. Esos estudios incluyen la definición de nuevas fuentes de agua pues se considera que el aumento en la demanda para el tráfico de barcos y el consumo de la población sobrepasaría la capacidad de abastecimiento del sistema actual, que depende de los lagos Alhajuela y Gatún. Las opciones de agua más promisorias han sido identificadas en la Región Occidental de la Cuenca del Canal (ROCC), ubicada hacia el oeste del Canal y del Lago Gatún (Figura RE-1), con un área aproximada de 2131 Km² y un promedio anual escurrimiento de agua de 4410 millones de metros cúbicos (MMC). Para fines de comparación, la Región Oriental de la cual depende actualmente el abastecimiento tiene una superficie aproximada de 3310 Km² y una descarga aproximada de 4655 MMC.

La intención de la ACP es que la alternativa seleccionada sea diseñada, construida y operada de acuerdo al Manual Ambiental de la ACP, cumpla con las leyes y reglamentos de la República de Panamá y con los lineamientos y requerimientos de las organizaciones internacionales de financiamiento tales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial.

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES Y RIESGOS DE LOS PROYECTOS HIDRÁULICOS

Hoy en día se sabe que la manipulación a gran escala del entorno geográfico para el aprovechamiento de los recursos hídricos con fines específicos implica la generación de impactos socioambientales y riesgos considerables⁽²⁰⁾. El establecimiento de presas y embalses típicamente desplaza comunidades y altera la geodinámica local y el proceso evolutivo natural. De tal forma que se impone una carga adicional a poblaciones rurales que son típicamente pobres y se establecen nuevas condiciones para los ecosistemas regionales. Entre los principales impactos socioambientales y riesgos del desarrollo de proyectos hidráulicos en las tierras bajas

del trópico, como son las condiciones en las cuencas de los Ríos Toabré Caño Sucio e Indio, se deben considerar:

- El desplazamiento de población y las dificultades y complicaciones que la reubicación acarrea a esa población incluyendo pérdidas materiales y valores sociales además de la susceptibilidad a enfermedades y los efectos de un medio desconocido.
- La deforestación y destrucción de ecosistemas y hábitat natural, normalmente asociado por el desarrollo inducido, un efecto que desencadena una serie de procesos que conllevan a un empobrecimiento progresivo de las condiciones ambientales y sociales de la región.
- La erosión y sedimentación en la cuenca, importante tanto para la longevidad del embalse, como para las condiciones ambientales en el mismo y que pueden ser fuertemente incrementadas por la deforestación y las actividades de construcción.
- El riesgo de eutrofización y deterioro de la calidad del agua en los embalses, los cuales son también influenciados por las actividades que se realizan en la cuenca.
- El riesgo de infestaciones de malezas acuáticas, las cuales pueden favorecer la proliferación de vectores e influenciar las características del embalse y del agua misma, limitando su uso.
- La reducción o desaparición de especies de vida silvestre, especialmente migratorias, como resultado de la alteración de las áreas terrestres y estuarinas que puedan servirles de hábitat así como de cambio en el hidropérido.
- La pérdida y destrucción de sitios arqueológicos.

El conocimiento actual de estos problemas nos indica que la mayor parte de los mismos pueden ser prevenidos, reducidos o controlados, cuando el proceso de evaluación socioambiental y de riesgos es parte inseparable del ciclo de vida de los proyectos. Esta estrategia conduce a la generación de un programa de mejoramiento ambiental de las cuencas, incluyendo las áreas de influencia directa e indirecta de los embalses, principalmente las ubicadas aguas arriba por medio del manejo y uso apropiados de los bienes y servicios naturales de las mismas.

EL MANEJO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS

El manejo integrado de los recursos hídricos (MIRH) es un proceso que promueve el desarrollo coordinado y la gestión del agua, suelo y recursos relacionados, para maximizar el beneficio social y económico de manera equitativa y sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales⁽³³⁾. El proceso del MIRH ha atraído particular atención desde 1992, con la Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente llevada a cabo en Dublín y la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Río De Janeiro. Desde entonces, el MIRH ha encontrado apoyo universal a través de la comunidad internacional. En el caso particular de la ACP, el enfoque del MIRH coincide indudablemente con el mandato y la política institucional y debe ser visto como un proceso que la asista en sus esfuerzos por tratar

los asuntos del agua de una manera sostenible y con efectividad de costos.

OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

El objetivo primordial de la evaluación ambiental es incorporar las consideraciones de carácter socioambiental al proceso de selección de la opción de agua necesaria para el abastecimiento al sistema del Canal de Panamá. Para ello se debe cumplir con los requerimientos de análisis ambiental establecido tanto por el manual de la ACP como por los procedimientos de la ANAM y los lineamientos y requerimientos de organizaciones financieras internacionales como el Banco Mundial y el BID. De manera más específica se pueden incluir los siguientes objetivos:

1. Identificar, calificar y cuantificar en base a la información existente los posibles impactos socioambientales que podrían ser causados por cada una de las opciones de agua consideradas en las tres cuencas, detectando posibles sinergias en el proceso.
2. Determinar las necesidades de manejo y mejoramiento socioambiental, que serían necesarias para que la ejecución de las opciones consideradas sea socio-ambientalmente viable.
3. Incorporar la opinión de los interesados y de la sociedad civil en general al proceso de selección de la mejor opción.
4. Determinar las opciones factibles al considerar tanto los elementos de carácter técnico como los de carácter económico, financiero, social y ambiental.

LAS OPCIONES DE AGUA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS INDIO, TOABRÉ Y CAÑO SUCIO

Aún cuando las Opciones 1 y 2 (opciones de agua sólo para la cuenca de Río Indio) ya han sido descritas en el informe sobre las opciones de agua en la cuenca del Río Indio, se incluyen nuevamente dado que estas dos opciones conforman, en combinación con otras cuencas, las opciones aquí descritas. Estas opciones (1 y 2), así como las opciones 5 a la 10, se describen brevemente a continuación y sus características principales se muestran en forma comparativa en el Cuadro RE-1 y su distribución geográfica en la Figura RE-2.

Opción 1: Indio 80-40. Esta opción incluye una presa sobre el Río Indio, en el sitio conocido como Cerro Tres Hermanas (UTM: 994700N, 590300E), con cota de coronación de 85 metros sobre el nivel del mar- msnm. Esta presa da origen a un reservorio que operaría normalmente entre las cotas de 80 y 40 msnm con un volumen máximo de 1577 MMC y mínimo de 283 MMC, lo cual proporciona un almacenamiento útil de 1294 MMC. El embalse a la cota máxima de operación (80 msnm) inunda una área de 45.6 Km² y de 17.7 Km² al nivel de operación mínima de 40 msnm. El agua sería transferida desde el embalse al Lago Gatún por un túnel de 8.35 Kms de largo y 4.5 m de diámetro interno.

Cuadro RE-1:
**Resumen Comparativo de la Información Crítica de las Seis Opciones Consideradas en las Cuencas
de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré**

| Escenario del proyecto | Opción 1 | Opción 2 | Opción 5 | | Opción 6 | | Opción 7 | | Opción 8 | |
|-----------------------------|-------------|-------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| | Indio 80-40 | Indio 45-40 | Caño Sucio 100-90 | Opción 1 Indio 80-40 | Caño Sucio 100-90 | Opción 2 Indio 45-40 | Toabré 95-50 | Opción 1 Indio 80-40 | Toabré 95-50 | Opción 2 Indio 45-40 |
| Hidrología | | | | | | | | | | |
| Precipitación (mm/yr) | 3,078 | 3,078 | 3,500 | 3,078 | 3,500 | 3,078 | 2,800 | 3,078 | 2,800 | 3,078 |
| Caudal promedio (m3/s) | 25.8 | 25.8 | 7.5 | 25.8 | 7.5 | 25.8 | 41 | 25.8 | 41 | 25.8 |
| Embalse | | | | | | | | | | |
| Cuenca (Km2) | 381 | 381 | 111 | 381 | 111 | 381 | 727 | 381 | 727 | 381 |
| Nivel máximo (msnm) | 80 | 45 | 100 | 80 | 100 | 45 | 95 | 80 | 95 | 45 |
| Volumen (MMC) | 1,577 | 400 | 72.7 | 1,577 | 72.7 | 400 | 918 | 1,577 | 918 | 400 |
| Superficie (Km2) | 45.6 | 22.5 | 12.41 | 45.6 | 12.41 | 22.5 | 39 | 45.6 | 39 | 22.5 |
| Nivel mínimo (msnm) | 40 | 40 | 90 | 40 | 90 | 40 | 50 | 40 | 50 | 40 |
| Volumen (MMC) | 283 | 283 | 4.2 | 283 | 4.2 | 283 | 90 | 283 | 90 | 283 |
| Transferencia/Túnel | | | | | | | Toabré a Indio | Indio a Gatún | Toabré a Indio | Indio a Gatún |
| Longitud (Km) | 8.35 | 8.35 | 8.42 | Ninguno necesario | 8.42 | Ninguno necesario | 16.0 | 8.35 | 16.0 | 8.35 |
| Diámetro (m) | 4.5 | 4.5 | 5.5 | ---- | 5.5 | ---- | 5 | 4.5 | 5 | 4.5 |
| Costo estimado | | | | | | | | | | |
| Costo de const. (\$ M's) | \$230 | \$185 | \$79 | \$230 | \$79 | \$185 | \$391 | \$230 | \$391 | \$185 |
| Costo anual (\$M's) | \$1.94 | \$1.39 | \$1.19 | \$1.94 | \$1.19 | \$1.39 | \$2.34 | \$1.94 | \$2.34 | \$1.39 |
| Rendimiento estimado | | | | | | | | | | |
| Esclusajes/día | 15.5 | 1.4 | 18.0 | | 3.9 | | 31.6 | | 17.02 | |
| MMC/año | 1,177 | 106 | 1,367 | | 296 | | 2,406 | | 1,307 | |

| Escenario del proyecto | Opción 1 | | Opción 2 | | Opción 9 | | | Opción 10 | | |
|-----------------------------|-------------|-------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|--|--|
| | Indio 80-40 | Indio 45-40 | Toabré 100-90 | Caño Sucio 100-90 | Opción 1 Indio 80-40 | Toabré 100-90 | Caño Sucio 100-90 | Opción 2 Indio 45-40 | | |
| Hidrología | | | | | | | | | | |
| Precipitación (mm/yr) | 3,078 | 3,078 | 2,800 | 3,500 | 3,078 | 2,800 | 3,500 | 3,078 | | |
| Caudal promedio (m3/s) | 25.8 | 25.8 | 41 | 7.5 | 25.8 | 41 | 7.5 | 25.8 | | |
| Embalse | | | | | | | | | | |
| Cuenca (Km2) | 381 | 381 | 727 | 111 | 381 | 727 | 111 | 381 | | |
| Nivel máximo (msnm) | 80 | 45 | 100 | 100 | 80 | 100 | 100 | 45 | | |
| Volumen (MMC) | 1,577 | 400 | 1,130 | 72.7 | 1,577 | 1,130 | 72.7 | 400 | | |
| Superficie (Km2) | 45.6 | 22.5 | 46 | 12.41 | 45.6 | 46 | 12.41 | 22.5 | | |
| Nivel mínimo (msnm) | 40 | 40 | 90 | 90 | 40 | 90 | 90 | 40 | | |
| Volumen (MMC) | 283 | 283 | ---- | 4.2 | 283 | ---- | 4.2 | 283 | | |
| Transferencia/Túnel | | | | | | | | Indio a Gatún | | |
| Longitud (Km) | 8.35 | 8.35 | Ninguno necesario | 8.42 | Ninguno necesario | Ninguno necesario | 8.42 | Ninguno necesario | | |
| Diámetro (m) | 4.5 | 4.5 | ---- | 5.5 | ---- | ---- | 5.5 | ---- | | |
| Costo estimado | | | | | | | | | | |
| Costo de const. (\$ M's) | \$230 | \$185 | \$419 | \$79 | \$230 | \$419 | \$79 | \$185 | | |
| Costo anual (\$M's) | \$1.94 | \$1.39 | \$2.34 | \$1.19 | \$1.94 | \$2.34 | \$1.19 | \$1.39 | | |
| Rendimiento estimado | | | | | | | | | | |
| Esclusajes/día | 15.5 | 1.4 | 26.2 | | | 12.1 | | | | |
| MMC/año | 1,177 | 106 | 1,989 | | | 989 | | | | |

En el sitio de presa la descarga media anual del río ha sido estimada en 814 MMC y el sistema contribuye un total de 15.5 esclusajes diarios a la operación del canal lo que equivale a 1177 MMC/año. Esta opción tiene un costo total de inversión de B./ 230 millones y su costo operativo anual se estima en B./ 1.94 millones.

Opción 2: Indio 45-40. Esta opción es una versión reducida de la anterior con una presa más pequeña y un nivel máximo de operación normal de 45 msnm, en el cual el embalse almacena un total de 400 MMC y cubre un total de 22.5 Km². Estos cambios reducen la contribución de agua a 1.4 esclusajes/día (106 MMC) y reducen los costos de inversión a B./ 185 millones y los costos de operación a B./ 1.39 millones/año.

Opción 5: Caño Sucio 100-90 / Indio 80-40. La Opción 5 consta de un embalse en Caño Sucio combinado con la Opción 1 (Indio 80-40). Esta opción incluye una presa sobre el Río Caño Sucio, sobre el canal principal del río alrededor de las coordenadas 987340N, 576015E (Sistema de coordenadas UTM), con cota de coronación de 103.3 metros sobre el nivel del mar- msnm. La presa en Caño Sucio creará un embalse con una capacidad bruta de almacenamiento de aproximadamente 73 MMC a El. 100, nivel de embalse lleno. El embalse útil entre El. 100 y El. 90 será de 68.5 MMC. El embalse a la cota máxima de operación (100 msnm) inunda una área de 12.41 Km² y de 2.54 Km² al nivel de operación mínima de 90 msnm. Esta opción incluye un túnel de transferencia de 1300 metros de largo, 5.5 metros de diámetro al Embalse de Indio.

Opción 6: Caño Sucio 100-90 / Indio 45-40. La Opción 6 incluye los elementos descritos anteriormente para el embalse de Caño Sucio en combinación con la Opción 2 (Río Indio 45-40).

Opción 7: Toabré 95-50 / Indio 80-40. La Opción 7 consta de un embalse en Toabré combinado con la Opción 1 (Indio 80-40). Esta opción incluye una presa sobre el Río Toabré, sobre el canal principal del río alrededor de las coordenadas 981500N, 566000E (Sistema de coordenadas UTM), con cota de coronación de 99.5 metros sobre el nivel del mar- msnm. La presa en Toabré creará un embalse con una capacidad bruta de almacenamiento de aproximadamente 918 MMC a El. 95, nivel de embalse lleno. El embalse útil entre El. 95 y El. 50 será de 828 MMC. El embalse a la cota máxima de operación (95 msnm) inunda una área de 39 Km² y de 6 Km² al nivel de operación mínima de 50 msnm. Esta opción incluye un túnel de transferencia de 16000 metros de largo y 5 metros de diámetro hasta el Embalse de Indio.

Opción 8: Toabré 95-50 / Indio 45-40. La Opción 8 incluye los elementos descritos anteriormente para el embalse de Toabré en combinación con la Opción 2 (Río Indio 45-40).

Opción 9: Toabré 100-90 / Caño Sucio 100-90 / Indio 80-40. La Opción 9 incluye los elementos descritos anteriormente para el embalse de Toabré en combinación con la Opción 5 (Río Caño Sucio 100-90 más Indio 80-40).

Opción 10: Toabré 100-90 / Caño Sucio 100-90 / Indio 45-40. La Opción 10 incluye los elementos descritos anteriormente para el embalse de Toabré en combinación con la Opción 6 (Río Caño Sucio 100-90 más Indio 45-40).

CONDICIONES EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS INDIO, TOABRÉ Y CAÑO SUCIO Y SUS ÁREAS DE INFLUENCIA

Las cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré, forman parte de los sistemas hidrográficos más importantes que se localizan hacia el oeste del Canal de Panamá y el Lago Gatún y forman parte de la ROCC. En el caso de Río Indio un 68% aproximadamente del área total del sistema hidrográfico se encuentra dentro de la ROCC. El área que drena Río Indio (cuenca) tiene una superficie total de 565 Km² y el área que forma parte de la ROCC es de solamente 386.6 Km². En el caso de Caño Sucio, este es un tributario del Río Miguel de la Borda. El sistema completo del Río Miguel de la Borda drena un área de aproximadamente 550 Km², pero la proporción de la misma dentro de la ROCC es aún más pequeña (18%).

Por el contrario, en el caso del Río Toabré el 100% de su área de drenaje está comprendida dentro de la ROCC. Toabré es en realidad un tributario del Río Coclé del Norte, que se une a este en el sitio conocido como Boca de Toabré. El Río Coclé del Norte el cual drena un área total de 1,725 Km², de los cuales 1,643 Km², o sea el 95% de la misma se encuentra dentro de la ROCC. Por su parte, el Río Toabré drena un área total de 788 Km², lo cual representa el 48% de la cuenca del Río Coclé del Norte, comprendida dentro de la ROCC. El área del Río Toabré hasta el sitio posible de cierre es de 729 Km², lo cual representa el 93%, aproximadamente, del total.

En conjunto, tomando en cuenta la localización de los posibles puntos de cierre, los tres ríos drenan un área total de 1,235 Km² y tienen una producción media combinada de agua de 2,334 millones de metros cúbicos (MMC) por año. Esta descarga es equivalente a un caudal promedio de 74 metros cúbicos por segundo (MCS), lo cual representa el 40% aproximadamente de la descarga que estos sistemas hidrográficos descargan al Mar Caribe.

El área de mayor interés, que consiste en la sección de las cuencas aguas arriba de los sitios de presa propuestos en cada uno de los tres ríos, y las áreas adyacentes al cauce principal del río aguas debajo de los embalses que se formarían, incluye territorios de tres Provincias de la República de Panamá (Coclé, Colón y Panamá), seis Distritos (Antón, La Pintada, Penonomé, Chagres, Donoso y Capira) y 13 corregimientos.

La población en estas áreas se encuentra en una situación de pobreza a pobreza extrema y la mayoría de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas naturales se han reducido significativamente. Con el deterioro de las condiciones naturales se agudiza el empobrecimiento de las comunidades locales. Los indicadores de calidad de vida y los servicios básicos de salud, educación, agua potable, electricidad, telefonía y transporte son significativamente inferiores a los promedios nacionales y el área se caracteriza por exportar población, especialmente mujeres jóvenes que salen a los centros urbanos en busca de empleo.

Las causas principales del deterioro ambiental son la deforestación y los incendios forestales que transforman el paisaje, naturalmente dominado por bosque de gran desarrollo estructural, en un mosaico de pastizales y rastrojos. Con la deforestación y las quemas el ciclo natural de nutrientes pierde su principal reservorio que es la biomasa misma del bosque. Esos sistemas forestales son muy frágiles a la pérdida de los nutrientes, pues pierden su alta productividad y diversidad biológica asociadas y su capacidad para regular y amortiguar otros procesos importantes como el mismo ciclo del agua y su efecto sobre los procesos de erosión y transporte de sedimento.

• **Principales Características Biofísicas**

Geológicamente la mayor parte de la ROCC, está emplazada sobre formaciones litológicas del Período Terciario Inferior - Superior e Indiferenciado, que se caracterizan por la presencia de rocas de origen sedimentario y volcánico. En el sector bajo más cerca del mar se distinguen las formaciones sedimentarias Gatún y Chagres, que se formaron principalmente durante el Terciario Inferior y Superior. El sector medio está dominado la formación sedimentaria Gatún y las rocas típicas incluyen arenisca tobácea, lutita tobácea, toba y calizas foraminíferas. Finalmente, en el sector superior, se presentan formaciones de origen volcánico. La **topografía** es mayoritariamente ondulada y quebrada con un basamento rocoso y afloraciones. La región es **cálida** (media mensual entre 23.2°C y 27.4°C) y **lluviosa** (media anual entre 1400 y 4700 mm/año), lo cual ha dado origen a la lixiviación de los **suelos**, los cuales son pobres y con muchas restricciones para la agricultura y ganadería tradicional. Bajo esas condiciones existe un considerable **escurrimiento** superficial de agua que para el área de la ROCC oscila entre 392 y 3073 mm/año.

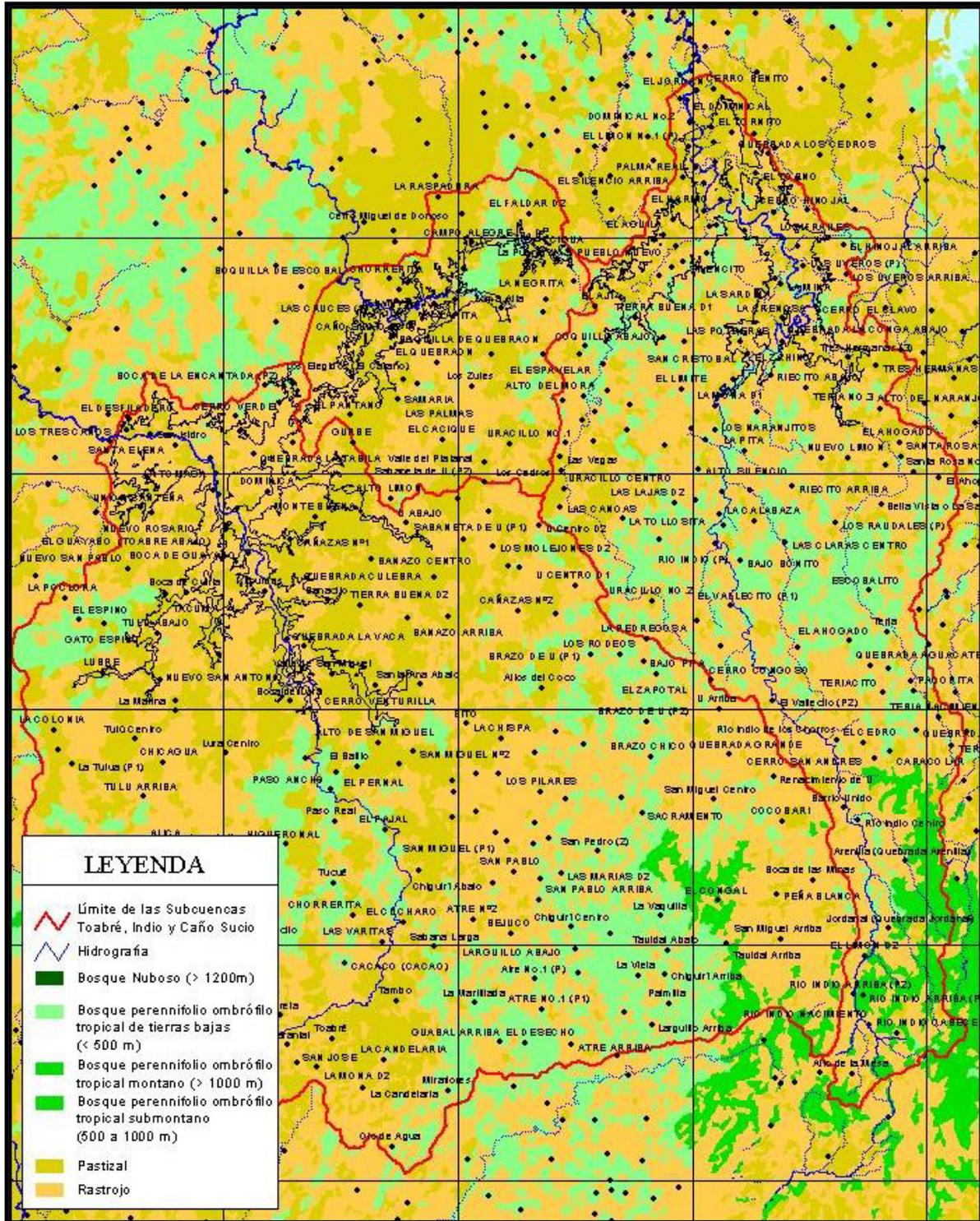
En su estado natural los ecosistemas nativos fueron principalmente **bosques tropicales perennifolios** de gran desarrollo vertical y biomasa. Estimaciones basadas en las condiciones climáticas y edáficas y observaciones puntuales sugieren que los árboles dominantes del bosque primario en esta región de Panamá deben haber alcanzado los 50-52 metros de altura con una estructura compleja de hasta cuatro niveles de árboles además de la vegetación del sotobosque y una **alta diversidad biológica**. Por las condiciones de alta pluviosidad y temperatura que tienden a remover rápidamente los nutrientes que no están formando parte de la materia viva, la estrategia evolutiva del sistema consiste en minimizar el período de tiempo que los nutrientes se encuentran en forma inorgánica soluble. El ecosistema, que depende de este ciclo cerrado de nutrientes (poco intercambio con el exterior), es muy susceptible a la **deforestación** y las **quemadas** porque, especialmente estas últimas al mineralizar los nutrientes, abren el ciclo, favorecen la solubilidad y el arrastre por el agua, aumentando significativamente la exportación de los mismos.

Por esas razones, la vocación regional es mayormente forestal y conservacionista con gran capacidad para la producción de agua y para el desarrollo de actividades de turismo naturalista. Sin embargo, actualmente la situación es muy diferente y la mayor parte de los bosques (65%) han sido eliminados (Figura RE-3) y con ellos la mayoría del hábitat para las especies silvestres. La colonización espontánea, la fragilidad de los ecosistemas y los esquemas de agricultura itinerante por medio de la tumba-roza-quema han empobrecido los ecosistemas a tal grado, que se convierten en pastizales para el uso mayoritario de una ganadería extensiva, que a mediano plazo es también insostenible. Este proceso de empobrecimiento natural conlleva a un empobrecimiento socioeconómico y cultural que se acelera al incrementar la depredación de los bienes y servicios naturales, especialmente cuando en esta región hay gran incidencia de incendios forestales.

▪ **Aspectos Socioeconómicos**

Junto con los ecosistemas se empobrecen los residentes de las comunidades locales. Esta situación ha sido típica de otras partes del trópico húmedo latinoamericano y panameño, cuando campesinos sin tierras se desplazan a zonas húmedas en busca de tierras para sus actividades agrícolas. Consecuentemente, la población de las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio es muy pobre, con un ingreso promedio menor que la tercera parte del promedio nacional y emigra hacia otras regiones del país en busca de oportunidades para una mejor condición de vida. A manera de comparación en la tabla siguiente se muestran algunas características comparativas de la población de la ROCC y el país.

Figura RE-3: Estado del Hábitat Natural en las Cuencas de Río Indio, Caño Sucio y Toabré

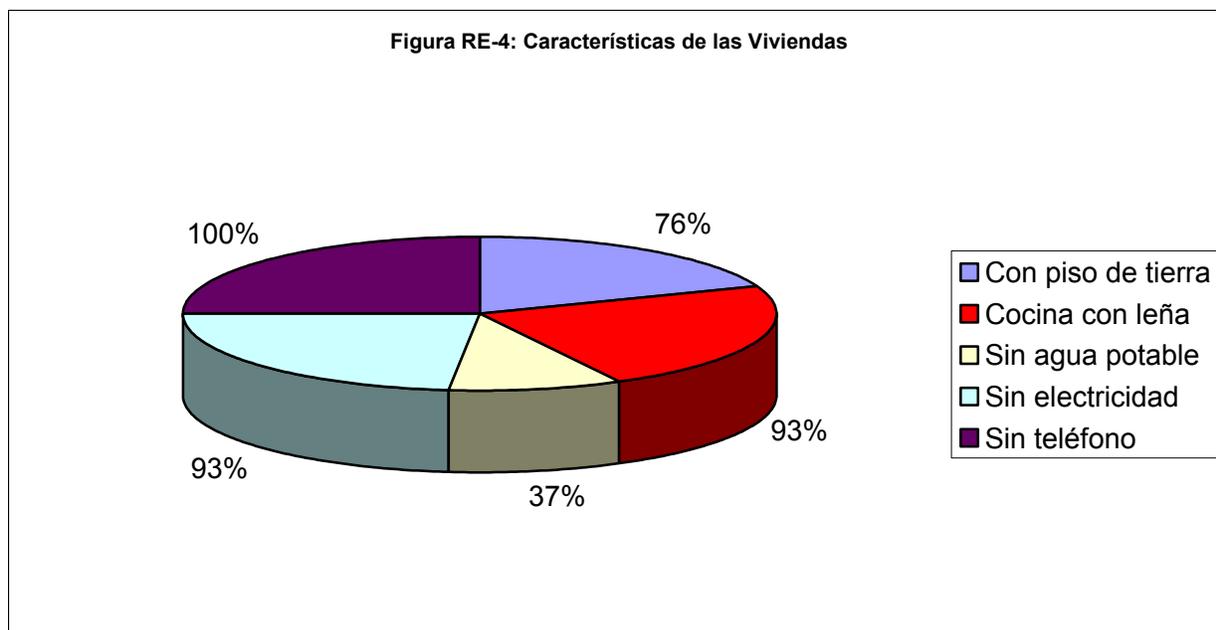


Cuadro RE-2:
Comparación de algunas características importantes de la población

| Aspectos Demográficos | Nacional | ROCC |
|--|-----------|--------|
| Población | 2,830,177 | 35,727 |
| Densidad Hab/Km ² | 32 | 16.8 |
| Tasa de natalidad (por mil habitantes) | 25 | 35.7 |
| Tasa de mortalidad infantil (por mil nacidos vivos) | 23.2 | 34 |
| Tasa de crecimiento (1990-2000) | 2 | 0.96 |
| Esperanza de vida (en años) | 73.9 | 68.5 |
| Mediana de ingreso mensual (B/. por población ocupada) | 271 | 72 |
| Tasa de analfabetismo (% de población de 10 años o más) | 8 | 9.6 |

Fuente: URS, 2003.

Según el análisis de la información de los Censos de 2000 en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio existían a esa fecha un total de 5284 viviendas. Las principales características de esas viviendas se presentan en la gráfica a continuación.

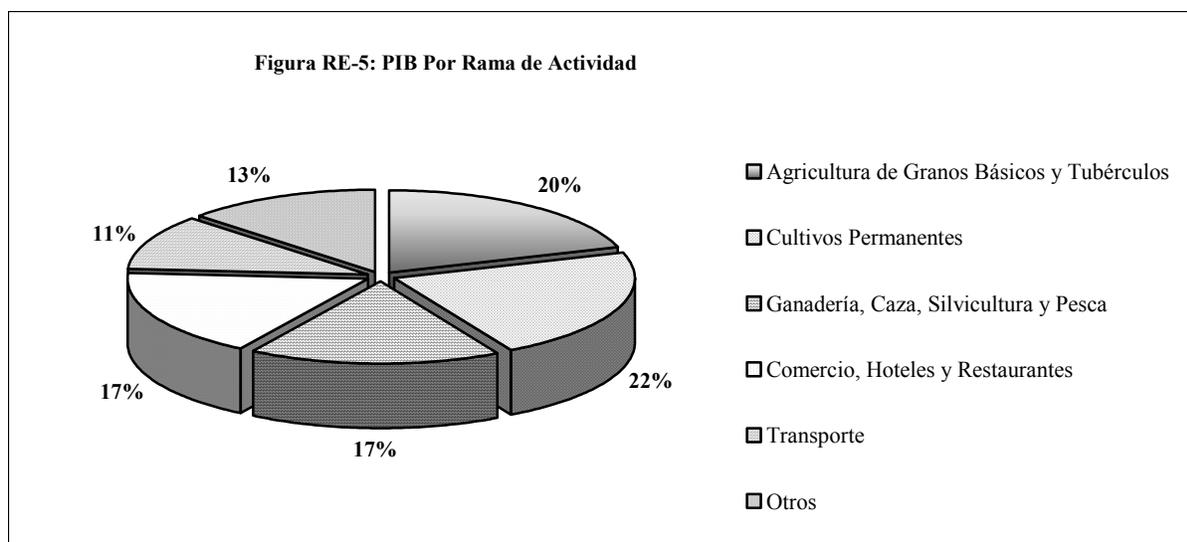


Como es de esperar en esta situación, la infraestructura de servicios básicos es muy limitada y el acceso mismo a la mayoría de las comunidades es difícil y costoso. La colonización del área no ha sido planificada sino desordenada y espontánea y se realizó de manera diferente desde el norte y el sur de las cuencas. Desde el norte el proceso dependió mayormente del acceso por el cauce de los principales ríos y sus tributarios mayores principalmente durante la época de lluvias, mientras que desde el sur la colonización se realizó principalmente durante la época seca por caminos de penetración desde la carretera panamericana y otras vías secundarias.

En resumen, el proceso histórico de colonización espontánea, no planificada y depredadora de los bienes y servicios naturales de la región ha llevado a la ocupación desorganizada y desarticulada del territorio. Los paisajes existentes en la cuenca muestran los efectos de ese proceso de colonización, ocurrido en parte por la falta de seguridad de la tenencia de la tierra y otros factores políticos y socio – económicos, que se manifiestan en una situación actual de alto empobrecimiento ambiental y social. La tendencia hacia una profundización del empobrecimiento ambiental y social en las tres cuencas, constituye un riesgo para la estabilidad de las opciones de agua en caso de que una o más de estas se llegue a ejecutar.

Dentro de las actividades agrícolas, las que más contribuyen al PIB son los cultivos permanentes y la agricultura de subsistencia. La agricultura de granos básicos (arroz, maíz) y los tubérculos aportan el 42% del PIB regional. El rubro más importante y el que genera excedentes monetarios para el intercambio con el exterior es la agricultura permanente, siendo los

principales cultivos el café y el guineo, plátano, naranjas y pixbae, entre otros. Esta información se resume en la gráfica a continuación.



• Recursos Arqueológicos en la Cuenca de Río Indio

El inventario realizado por el estudio de recopilación de datos ambientales y culturales⁽⁵³⁾ revisó 11 sitios conocidos en la ROCC e identificó 72 sitios más. En las cuencas de Río Indio, Toabré y Caño Sucio existen varios sitios importantes que se describen a continuación:

- **Uracillo / Pn-50.** Es una aldea sobre la que informara Stirling en 1951. Éste es uno de los sitios más importantes en la ROCC y tiene importancia tanto regional como nacional. Fue ocupado en el Período Cerámico Medio y llegó a su apogeo para el 750 – 900 DC.
- **Cantera Prehistórica / Cp-52.** Este es otro sitio importante en esta cuenca es donde se obtuvo material lítico criptocristalino. Este sitio también tiene importancia regional y nacional en relación con las primeras tecnologías y el uso de materia prima en Centroamérica y el área más amplia del Caribe.
- **Caserío / Cp-41.** Este es un sitio de potencial moderado en la cuenca de Río Indio que incluye varios abrigos rocosos y un caserío, el cual data de aproximadamente 550– 750 DC y contiene entierros documentados.
- **Otros Sitios.** Otros sitios, principalmente de abrigos rocosos incluyen algunos cementerios (Cp-44, Pn-21), algunos con petroglifos (Cp-37 y Cp-43) y otros con potencial de contener depósitos sellados intactos, (por ejemplo C-35 y Cp-58) y algunos caseríos con talleres líticos (Do-66).

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

La identificación y clasificación de los posibles impactos socio-ambientales y riesgos toma en consideración las actividades típicas de este tipo de obra, relacionándolas con los aspectos socio-ambientales que pudieran ser afectados, a través del uso de matrices. Para la identificación de los impactos potenciales se utilizó una matriz de identificación de impactos de Leopold, reformada y adaptada para este tipo de proyecto.

Con la ayuda de esa matriz que incluyó 21 actividades relacionadas a las opciones de agua y 22 aspectos del ambiente, se identificaron 171 interacciones aplicables a este tipo de obras, de un total de 462 interacciones posibles (Cuadro RE-3). A continuación se resumen los impactos potenciales, positivos y negativos, identificados mediante el análisis matricial.

Cuadro RE-3
Número de Interacciones Positivas y Negativas

| Tipo de Impacto | Etapas | | | | | Total |
|-----------------|---------------|--------------|-----------|----------|-----------|-------|
| | Planificación | Construcción | Operación | Abandono | No Acción | |
| Positivo | 1 | 19 | 4 | 4 | 11 | 39 |
| Negativo | 8 | 97 | 11 | 1 | 15 | 132 |
| | 9 | 116 | 15 | 5 | 26 | 171 |

En la etapa de planificación se identificaron 9 impactos de los cuales 8 son negativos y 1 positivo. Este último se refiere al empleo de personas del área para acompañar los trabajos de levantamiento de información y servicios de transporte a caballo o en lancha. Los impactos negativos potenciales identificados en esta etapa se refieren a los aspectos socioeconómicos, derivados de la especulación de lo que podría ocurrir, afectando lógicamente a las personas, la cohesión comunitaria, la producción agropecuaria, la tenencia de la tierra y la infraestructura. En la etapa de construcción, como se aprecia en el cuadro anterior es donde ocurre el mayor número de impactos. Los impactos positivos potenciales se refieren a la generación de empleo y el aumento del comercio. Los impactos socioambientales y riesgos potenciales serán descritos en los párrafos a continuación.

En la etapa de operación los impactos positivos potenciales se refieren también a la generación de empleo y al aumento del turismo. En la etapa de abandono, un impacto negativo potencial es que los trabajadores del proyecto perderían su empleo. Finalmente, el no realizar el proyecto (no acción), genera también impactos socio-ambientales. Los impactos potenciales positivos se refieren a la implementación de los proyectos de desarrollo regional y los impactos negativos a la tendencia del cambio de uso del suelo y su efecto de empobrecimiento socioambiental.

▪ **Geología y Sismología**

En términos generales, la construcción y presencia posterior de las obras civiles asociadas con cualquiera de las seis opciones podría afectar las condiciones geológicas y geotécnicas del área. Más que impactos propiamente dichos estos pueden calificarse como riesgos, puesto que no se tiene la certeza de que los mismos puedan ocurrir. Los temas a considerar son el riesgo sísmico, deslizamiento de taludes y estabilidad geológica.

Conceptualmente hablando, los impactos socio-ambientales y riesgos potenciales de carácter geológico y geotécnico son de naturaleza similar para las seis opciones analizadas. El nivel de impacto dependerá de la opción y, en general, será mayor en proporción a la magnitud del proyecto, es decir, tamaño del embalse y altura de la presa, entre otros. La Opción 9 es la que presenta el mayor riesgo geológico, geotécnico y sísmico, dado que es la que incluye embalses de mayor tamaño y en general estructuras más grandes. Luego le sigue las opciones 10, 7 y 5 y las opciones de menor riesgo son las restantes, 5, 8 y 6, en ese orden. El nivel de riesgo asignado a cada opción dependió en general, de la magnitud del proyecto, es decir, tamaño del embalse, mayor movimiento de tierra, altura de la presa, etc.

El riesgo de **inestabilidad de taludes** en suelos residuales dependerá en gran medida del espesor de estos. De acuerdo con la información reportada en los estudios realizados hasta la fecha, se estima que el área del Río Toabré es probablemente la más susceptible a problemas de inestabilidad en suelos, incluyendo deslizamientos de taludes y erosión, debido al mayor espesor de suelos residuales y a las condiciones geomorfológicas del área. El área del proyecto en el Río Caño Sucio, por otro lado, pareciera incluir el menor espesor de suelos residuales. Esto, además del tamaño relativamente pequeño del embalse, resulta en un menor riesgo de deslizamientos de tierra. El espesor de suelos en las áreas de Río Indio se estima intermedio entre las condiciones prevalecientes en las áreas de Caño Sucio y Toabré.

Además de las condiciones geológicas, uno de los factores que hace el riesgo de deslizamiento de taludes en las laderas de los embalses un problema crítico es la gran fluctuación en el nivel del embalse propuesto en todas las opciones. Uno de estos casos es la Opción 9, Caño Sucio 100-90 / Toabré 100-50 / Indio 80-40, donde el nivel de los embalses variaría, en el caso de Caño Sucio entre 90 y 100 msnm, el río Toabré variará entre los 50 y 100 msnm y río Indio de 80 msnm (nivel de operación normal máximo) hasta un nivel mínimo de 40 msnm. Fluctuaciones similares también se proponen para las otras Opciones.

▪ **Suelos**

Las opciones de agua en las cuencas de los ríos Toabré, Caño Sucio e Indio tienen el potencial de afectar los suelos porque tanto los embalses como la infraestructura permanente y temporal utilizarán el espacio que actualmente es utilizado por suelos de diferentes clases. Estos impactos se producirían principalmente durante la fase de construcción de la opción u opciones de agua que se seleccionen para implementarse (Cuadro RE-4). Además, se espera que el desarrollo inducido que seguramente se producirá también durante las fases de construcción y operación en el área, afectará a los suelos que tienen limitaciones agropecuarias. El impacto será por la erosión y el deterioro de los suelos que no tienen vocación agropecuaria. Estos impactos al suelo se pueden prevenir mediante la implementación del plan de zonificación de usos del suelo de las cuencas y la adopción de medidas de protección de suelos en las actividades agropecuarias.

Cuadro RE-4
Impactos potenciales sobre los suelos que serían afectados por las opciones de aguas consideradas en las cuencas de los ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

| COMPONENTE | | CLASE | | | | | TOTAL | | |
|---------------------|--|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | | III | IV | VI | VII | VIII | | | |
| Río Indio Caminos | | 4.4 | 17.3 | 31.2 | 56.3 | 0 | 109.2 | | |
| Embalse 80-40 | | 0 | 0 | 2,516.20 | 2,022.20 | 0 | 4,538.30 | | |
| Embalse 45-40 | | 0 | 0 | 1,515.60 | 578.4 | 0 | 2,093.90 | | |
| Caño Sucio Caminos | | 0 | 0 | 71.4 | 3.4 | 10.4 | 85.1 | | |
| Embalse | | | | 1,322.70 | 21.6 | 10.3 | 1,354.50 | | |
| Toabré Caminos | | 0 | 0 | 25.1 | 35.7 | 18.8 | 79.6 | | |
| Embalse 100-90 | | 0 | 0 | 1394.8 | 1874.6 | 1665.9 | 4,935.30 | | |
| Embalse 95-50 | | 0 | 0 | 1,250.10 | 1,224.10 | 951 | 3,425.10 | | |
| Sitios de Préstamo | | 0 | 203 | 327.4 | 165.3 | 0 | 695.6 | | |
| Cantera Arenisca | | 0 | 0 | 0 | 58.8 | 0 | 58.8 | | |
| Depósitos Fluviales | | 0 | 0 | 85.9 | 0 | 0 | 85.9 | | |
| CLASE/DESCRIPCIÓN | | Opciones | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| III | Arable, severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere conservación especial o ambas | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 |
| IV | Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere manejo muy cuidadoso o ambas | 220.3 | 220.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 |
| VI | No arable, con limitaciones severas, apta para bosques, pastos, tierras de reservas | 2,960.7 | 1,959.9 | 2572.3 | 1571.7 | 3822.6 | 2822 | 5361.3 | 4360.7 |
| VII | No arable, con limitaciones muy severas apta para bosques, pastos, tierras de reservas | 2,302.5 | 858.7 | 2099.1 | 655.3 | 3338.2 | 1894.4 | 4013.6 | 2569.8 |
| VIII | No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales | 0.0 | 0.0 | 1439.6 | 1439.6 | 969.8 | 969.8 | 1705.4 | 1705.4 |
| TOTAL | | 5,487.90 | 3,043.30 | 6,132.7 | 3,688.30 | 8,152.20 | 5,707.80 | 11,102.00 | 8,657.70 |

A manera de comparar el impacto sobre el suelo por cada una de las opciones de agua, se toma como parámetro el área total afectada por el embalse, presa y otras obras, canteras y bancos de préstamo y la construcción de nuevos caminos y campamentos. La opción 9 es la que más área afecta directamente, esta opción incluye a las opciones de Indio 80-40, Toabré100-90 y Caño Sucio 100-90, seguida cercanamente de las opciones 7 (Toabré 95-50 y Indio 80-90) y 10 (Toabré100-90, Caño Sucio 100-90 y Indio 45-40), alrededor de la mitad de su valor para las opciones 5 (Caño Sucio 100-90 y Indio 80-40) y 8 (Toabré 95-50 y Indio 45-40); y finalmente la opción 6 (Caño Sucio 100-90 y Indio 45-40) con aproximadamente un tercio de su valor como se observar en el cuadro RE-4 donde se presentan los datos para cada una de las opciones. Las opciones 1 y 2 representan cerca del 50% y 80% de la suma total de la opción dónde están incluidas. El impacto en el suelo por las opciones de agua en el área de influencia indirecta en las etapas de construcción y operación (desarrollo inducido), se considera que es un riesgo similar para todas las opciones y se debe prevenir a través de un plan de zonificación de usos del suelo y promoción de medidas de conservación y protección de suelos en las actividades agropecuarias, con fondos del proyecto.

▪ **Recursos Hídricos**

Las opciones de agua en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio tienen el potencial de afectar los recursos hídricos porque tanto los embalses como la infraestructura permanente y temporal modifica el flujo del agua y pueden aportar elementos contaminantes. Los impactos potenciales a los recursos hídricos en la cuenca de Río Indio se han dividido en cuatro categorías funcionales: a) reducción de niveles de agua y caudales aguas abajo de la presa; b) sedimentación en el embalse y su impacto potencial en la operación de la presa y aguas abajo; c) riesgo de eutrofización en el (los) embalse(s); y d) calidad de agua en el canal fluvial aguas abajo del embalse y sitios de construcción y préstamo. Se espera que estos impactos se presenten mayormente durante la fase final de la construcción (llenado) y durante la fase de operación de las opciones de agua. La categoría que también se presenta de manera significativa durante la fase de construcción de las obras es el riesgo de deterioro de la calidad del agua aguas abajo de los sitios de presa y de los sitios de construcción en general.

Los impactos directos e indirectos sobre la calidad del agua tanto durante la fase de construcción como por el mantenimiento en la fase operación y desarrollo inducido en ambas está directamente asociado con el incremento de sedimento en suspensión, y los desechos tanto de carácter biodegradable como sustancias peligrosas. Estos impactos son prevenibles con las medidas adecuadas de manejo durante todo el ciclo de vida de las obras.

Con la construcción del proyecto habrá una atenuación significativa de los caudales en los ríos de las tres cuencas, aguas abajo de la presa, y por lo tanto, una reducción en los riesgos de inundación. La reducción de los riesgos de inundación, debido al efecto de la atenuación de caudales aguas abajo de los sitios de presa, dependerá de la ubicación de cada uno de los sitios de presa. Las alternativas que tienen sus sitios de presas más arriba, la reducción de los riesgos de inundación abarcarán un tramo mayor del río.

El análisis de la información existente sugiere que la sedimentación en el embalse no representaría un problema potencial y no se anticipa la necesidad de dragado. La información disponible indica que las tasas de erosión son del orden de 1.4 mm/año y que en un período de 100 años eso representa una pérdida de menos del 2% de la capacidad. Sin embargo, se debe enfatizar la necesidad de asegurar que las condiciones continúan similares en el futuro, para lo cual la zonificación de usos del suelo de acuerdo a su capacidad, y el mantenimiento periódico y rutinario a los caminos a fin de prevenir los derrumbes son muy importantes.

El análisis de los efectos sobre el lecho del río aguas abajo, debidos a la reducción de sedimentos atrapados en el embalse, indica que la degradación potencial del lecho fluvial sería insignificante, pero podría ocurrir un proceso de acumulación de sedimentos cerca de la desembocadura de los afluentes ya que al disminuir el caudal aguas abajo, también disminuye la capacidad del río de cargar sedimentos. Tampoco se anticipan problemas con la estabilidad de los bancos.

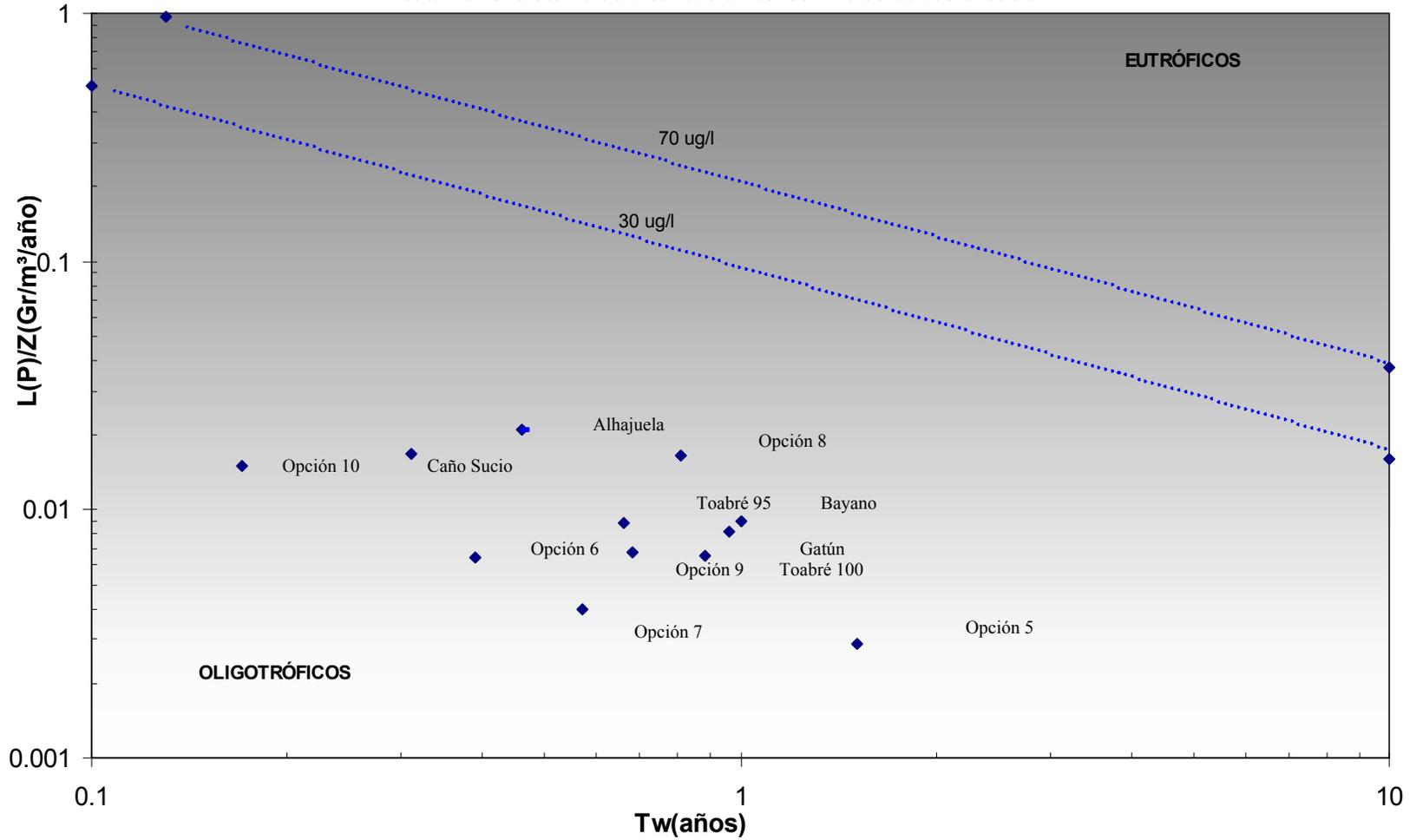
Por su parte el análisis del riesgo de eutrofización indica que el mismo es relativamente bajo (Figura RE-6) y se espera que con pequeñas diferencias los embalses asociados con todas las opciones tengan una capa oxigenada de 15 metros o más. Especialmente se considera que las opciones 8 y 9 serían similares a los embalses ya existentes, pero el análisis indica que las condiciones sean aún mejores para las opciones 5, 6, 7 y 10. Bajo estas condiciones se espera que los embalses de cualquiera de las opciones proporcionen un hábitat adecuado para el desarrollo de comunidades de peces que pueden contribuir a la alimentación y la economía de las poblaciones locales.

• Calidad del Aire y Ruido

El impacto potencial directo e indirecto sobre la calidad del aire y el ruido en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio y áreas aledañas, como resultado de la ejecución de una de las opciones de agua están principalmente asociados al incremento en el tránsito vehicular y el movimiento de tierra relacionado a las actividades de construcción. En el caso de la calidad del aire también se ha considerado el posible cambio en las tasas de incidencia de incendios

forestales. Para determinar las áreas que pudieran ser afectadas por las emisiones y ruidos de los vehículos, se consideró que la mayoría de las emisiones estarían localizadas a lo largo de las vías principales y de acceso al proyecto, así como en las áreas de canteras y frentes de trabajo.

Gráfico 4-1: Ubicación de las Opciones de Agua, estudiadas en la ROCC, y de los embalses Bayano, Alhajuella y Gatún en el Sistema de Distribución de los Niveles de Eutroficación



Basado en la experiencia previa de URS y en principios de dispersión de gases y partículas suspendidas en el aire, se ha establecido que a una distancia de 45 metros de cada lado de las vías se presentarían concentraciones permisibles de contaminantes atmosféricos, por lo tanto se asume que las áreas de impacto no irán más allá de esta “franja” de 90m.

La determinación del área de influencia por ruido se hizo con la metodología del U.S. Department of Housing and Development – Noise Assessment Guidelines para ruido ocasionado por tránsito vehicular. Utilizando un nivel sonoro promedio diurno-nocturno de 60 dB como valor deseado en el exterior de una estructura receptora, la distancia efectiva necesaria (del receptor del ruido al centro de la calle) deberá ser de 80 m aproximadamente. Por lo tanto, para evaluar aquellos receptores que serían afectados de una manera u otra se utilizó una franja de 160 m de ancho (80 m de lado y lado del centro de calle).

Una vez establecida el área de afectación, se procedió a contabilizar aquellos poblados que serían afectados negativamente por las distintas alternativas. Los resultados de este análisis indican que las Alternativas 9 y 10, las cuales involucran las tres subcuencas bajo estudio, afectarían la calidad de aire de la mayor cantidad de poblados, 63 y 62 respectivamente. Las opciones 9 y 10 afectarían la mayor cantidad de receptores sensibles.

En relación con los incendios forestales, la presencia misma de las obras y sobre todo de los cuerpos de agua que formarían parte de cualquiera de las opciones que resulte seleccionada reduciría la superficie susceptible a incendios forestales. Por lo tanto se espera que se reduzca la incidencia de los mismos por este concepto. Sin embargo, el efecto del desarrollo inducido podría ser que estos aumenten. Como conclusión se puede decir que con un manejo ambiental adecuado las posibilidades para reducir los incendios forestales son muy buenas.

▪ **Comunidades Vegetales Terrestres**

El impacto directo más significativo que ocurriría en la fase de construcción es la eliminación de la vegetación en las áreas de construcción e inundación. Cabe destacar que los bosques maduros en las tres cuencas se encuentra fragmentado. Este impacto es directamente proporcional a la magnitud de la opción y por lo tanto es mayor en la Opción 9. Las áreas de bosques, pastizales y rastrojos que serían afectadas por cada opción se indican a continuación (Cuadro RE-5).

Cuadro RE-5
Efecto Potencial Directo de las Opciones de Agua sobre la vegetación

| Opciones | Bosque | Pastizal | Rastrojo | Hectáreas |
|--|---------|----------|----------|----------------|
| 1-Indio 80-40 | 1148.01 | 1938.46 | 1642.30 | 4728.77 |
| 2-Indio 45-40 | 541.68 | 1019.46 | 868.30 | 2429.44 |
| 5-Caño Sucio 100-90, Indio 80-40 | 1,253.8 | 2,352.9 | 1,941.4 | 5,548.0 |
| 6-Caño Sucio 100-90, Indio 45-40 | 647.4 | 1,433.9 | 1,167.4 | 3,248.7 |
| 7-Toabré 95-50, Indio 80-40 | 1,711.6 | 3,180.0 | 2,821.6 | 7,713.2 |
| 8-Toabré 95-50, Indio 45-40 | 1,105.2 | 2,261.0 | 2,047.6 | 5,413.9 |
| 9-Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 80-40 | 2,009.3 | 4,160.0 | 3,577.7 | 9,747.1 |
| 10-Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 45-40 | 1,403.0 | 3,241.0 | 2,803.7 | 7,447.8 |

Nota: El bosque en la ROCC esta fragmentado, los datos representan la suma de los fragmentos que podrían ser afectados.

Fuente: SIG-URS

Además, se considera que el efecto de desarrollo inducido que se espera generaría cualquiera de las opciones de agua, puede contribuir a aumentar la tasa de cambio de uso del suelo y en consecuencia el corte de los distintos tipos de vegetación. Tanto en los efectos directos como en los indirectos, el corte de la vegetación arbórea tendría mayor efecto negativo sobre las comunidades terrestres.

• **Diversidad de Fauna Terrestre**

El desarrollo de una o más de las opciones de agua para apoyar la ampliación del Canal de Panamá podría afectar adversamente la diversidad de la fauna terrestre en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio. Sin embargo, todas las opciones de agua propuestas inundarán hábitat terrestres que tienen un valor relativamente bajo por el deterioro a que han sido sometidos. La mayoría de los impactos se pueden reducir y mitigar por medio de restauración ecológica para compensar por el efecto causado. En general, el bosque, y especialmente el bosque maduro es el tipo de hábitat más importante para las especies nativas. En el cuadro anterior (RE-5) se puede apreciar que las opciones 7 y 9 son las que afectan una mayor cantidad de hábitat forestal.

Un impacto también considerado directo en la etapa de construcción es la mortalidad de especies de fauna que podría ocurrir al eliminarse la vegetación e inundarse el área. Se recomienda un esfuerzo de salvamento de las especies menos móviles, anfibio y reptiles pequeños y huevos y crías de aves y mamíferos, principalmente.

- **Plantas acuáticas**

La infestación de los embalses con altos niveles de plantas acuáticas puede tener consecuencias negativas, además, sobre la salud pública, las actividades humanas, y la fauna acuática en general. Sin embargo, el riesgo de proliferación excesiva de plantas acuáticas en el largo plazo en los embalses es relativamente bajo.

Es probable que en los primeros años el sistema sea afectado por plantas flotantes (lechuga de agua y jacinto de agua) que se dispersan fácilmente por la acción del viento y sean favorecidas por los niveles altos de nutrientes característicos de la fase de estabilización del embalse. Sin embargo, en el largo plazo, si el proceso de eutrofización avanza más o menos lentamente se esperaría un cambio hacia una predominancia de Hydrilla. Con una columna de agua de bastante transparencia es posible que Hydrilla se establezca en aquellas áreas del embalse con profundidades inferiores a los 10 metros.

- **Peces y Macro-Invertebrados Acuáticos**

Los impactos esperados de la creación de uno o más embalses en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio, sobre las poblaciones de peces y macro-invertebrados acuáticos, se manifestarán mayormente a largo plazo y durante la fase de operación de la opción de agua que resulte seleccionada. Estos están mayormente asociados con la barrera física de la presa que restringe el movimiento de las mismas hacia arriba y abajo del río y por la reducción de caudales en el tramo del río aguas abajo de la presa. Por otra parte la creación de un nuevo ambiente proporciona hábitat adicional para algunas especies ya existentes en el sistema hidrográfico y otras que seguramente llegarán.

Hay dos impactos que se consideran significativos. El primero se relaciona con el potencial desarrollo de pesquerías que contribuirían positivamente a la dieta de las poblaciones locales y que pudieran proporcionar una alternativa de ingreso significativo para un grupo de pobladores locales. El segundo es la posible eliminación de cinco especies de peces (*Sycidium altum* y *Awaous banana*, *Agonostomus monticola*, *Joturus pichardi* y *Pomadasys crocro*) y cinco de crustáceos (*Macrobrachium carcinus*, *M. acanthurus*, *M. crenulatum*, *Atya scabra* y *Potimirim glabra*), de las secciones de la cuenca aguas arriba de la presa.

- **Desplazamiento Potencial de Población**

El impacto relativo de las seis opciones de agua contempladas en las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio no es lineal en cuanto al impacto social, puesto que no hay una relación aritmética entre los espejos de agua y la población afectada. Esto se debe a que la localización de los asentamientos poblacionales depende de factores diferentes de los factores que determinan el

caudal producido por las opciones analizadas. Por lo tanto, cada opción tiene impactos diferentes que no están necesariamente relacionadas con el caudal de agua producido (Cuadro RE-6)

Cuadro RE-6
Población Afectada Directamente por las Opciones de Oferta de Agua

| Opción | Viviendas | Población | Índice comparativo de impacto sobre la población |
|--|-----------|-----------|--|
| 1-Indio 80-40 | 327 | 1568 | 1.00 |
| 2-Indio 45'40 | 199 | 939 | 0.60 |
| 5-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 | 438 | 2,170 | 0.65 |
| 6-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40 | 310 | 1,541 | 0.46 |
| 7-Toabré 95-50+Río Indio 80-40 | 468 | 2,300 | 0.68 |
| 8-Toabré 95-50+Río Indio 45-40 | 340 | 1,671 | 0.50 |
| 9-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 | 684 | 3,361 | 1.00 |
| 10-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40 | 556 | 2,732 | 0.81 |

Fuente: URS-Dames & Moore, 2003. Censo del 2000.

▪ **Impacto sobre la Cohesión Comunitaria**

Aunque no hay manera de determinar el impacto directo de las opciones sobre la cohesión comunitaria en forma exacta, se puede hacer una aproximación a través del número de asentamientos afectados por cada opción (Cuadro RE-7). Aunque el número de asentamientos es una aproximación burda del posible impacto de cada opción, el tamaño del asentamiento es muy importante también, puesto que es mucho más difícil reconstruir la cohesión social de los asentamientos a medida que aumenta su tamaño. Los datos de campo indican que el número de asentamientos con más de 10 casas es relativamente pequeño, pero significativo.

Cuadro RE-7
Impacto de las Opciones sobre los Asentamientos de Población por Tamaño

| Opción | Asentamientos | Asentamientos con 10 casas o más | Asentamientos con 20 casas o más |
|--|---------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1-Indio 80-40 | 37 | 14 | 3 |
| 2-Indio 45'40 | 23 | 9 | 2 |
| 5-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 | 56 | 18 | 3 |
| 6-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40 | 42 | 13 | 2 |
| 7-Toabré 95-50+Río Indio 80-40 | 57 | 19 | 6 |
| 8-Toabré 95-50+Río Indio 45-40 | 38 | 15 | 6 |
| 9-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 | 78 | 29 | 9 |
| 10-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40 | 64 | 24 | 8 |

Fuente: URS-Dames & Moore, 2003. Censo del 2000 .

▪ **Riesgos a la Salud Pública**

Desde el punto de vista de las enfermedades se deben considerar las enfermedades transmitidas por vectores, entre las cuales destaca en importancia en las cuencas la Leishmaniasis. Aunque esta enfermedad no está directamente ligada al agua pues ni los agentes etiológicos, vectores u hospederos silvestres serían afectados en sus poblaciones por la ejecución de la opción de agua seleccionada, es posible que el movimiento de población hacia otros sitios la ponga en contacto con áreas de alta incidencia de hospederos infestados. Otras enfermedades transmitidas por vectores que deben ser monitoreadas muy de cerca, por su relación con el agua incluyen la malaria la encefalitis equina venezolana, la fiebre amarilla y el dengue.

▪ **Impacto Potencial sobre el Empleo y el Ingreso**

Todas las opciones consideradas tienen el potencial de generar mucho empleo e ingreso entre la población local especialmente sobre aquellos poblados que pudieran ser desplazados, siempre y cuando se invierta en programas de capacitación que permitan a la población económicamente activa adquirir nuevas destrezas y aumentar su productividad. Una manera eficiente de facilitar este impacto es a través de capacitación ejecutada por entes independientes, bajo contrato con la ACP. Aunque es difícil predecir la proporción de mano de obra que se califique bajo este sistema, se puede predecir el impacto del empleo basándose en proporciones crecientes de participación de la mano de obra local en los trabajos de construcción de la opción de agua seleccionada, tal como se presenta en el Cuadro RE-8

Cuadro RE-8
Impacto potencial del empleo local sobre el PIB regional

| Opción | Número de Familias | % de participación laboral | | | Impacto sobre PIB ¹ | | |
|--|--------------------|----------------------------|---------|---------|--------------------------------|-------|--------|
| | | 10% | 25% | 50% | 10% | 25% | 50% |
| 1-Indio 80-40 | 327 | 78,480 | 196,200 | 392,400 | 1.42% | 3.54% | 7.08% |
| 2-Indio 45'40 | 199 | 47,760 | 119,400 | 238,800 | 0.86% | 2.16% | 4.31% |
| 5-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 | 438 | 105,120 | 262,800 | 525,600 | 1.90% | 4.74% | 9.49% |
| 6-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40 | 310 | 74,400 | 186,000 | 372,000 | 1.34% | 3.36% | 6.72% |
| 7-Toabré 95-50+Río Indio 80-40 | 468 | 112,320 | 280,800 | 561,600 | 2.03% | 5.07% | 10.14% |
| 8-Toabré 95-50+Río Indio 45-40 | 340 | 81,600 | 204,000 | 408,000 | 1.47% | 3.68% | 7.37% |
| 9-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 | 684 | 164,160 | 410,400 | 820,800 | 2.96% | 7.41% | 14.82% |
| 10-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40 | 556 | 133,440 | 333,600 | 667,200 | 2.41% | 6.02% | 12.04% |

Fuente: URS, 2003. Censo del 2000.

¹ Evaluado sobre el PIB de la ROCC

El efecto del empleo adicional entre la población desplazada sobre el PIB regional, puede llegar a ser sustancial. Si un adulto, en el 10% de las familias desplazadas, es empleado en las obras a un salario de B/.200 mensuales, el impacto anual sobre el PIB regional actual podría llegar hasta un 2.96% adicional. Si el 50% de las familias desplazadas tienen un adulto trabajando en las obras, el impacto adicional podría llegar hasta un 14.82%. En ambos casos el mayor efecto se observa para la Opción 9.

- **Impacto Potencial sobre los Canales de Comercio y Mercadeo**

El cambio físico que experimentarían los ríos de las cuencas involucradas en la opción seleccionada por la construcción de las obras civiles asociadas con cualquiera de las opciones, alteraría los patrones de comunicación y comercio dentro del área. Esto afectará a las poblaciones localizadas en la ribera del río, las cuales experimentarían una fuerte reducción en sus actividades comerciales al efectuarse una sustitución neta del tráfico comercial de la modalidad fluvial a la modalidad terrestre. Esta transformación es de esperarse, debido a la presencia de las carreteras de acceso incluidas dentro del programa de construcción de las opciones y la presencia misma de la presa. En la parte más alta de la cuenca ya existe una conexión con centros de consumo, como Capiro, Penonomé y La Pintada. Los canales de mercadeo ya están bien definidos y es muy dudoso que experimenten una transformación radical como consecuencia de las actividades de construcción.

- **Impacto sobre la Infraestructura Local**

Dado que la presencia de infraestructura en una zona es directamente proporcional a su importancia económica, no sorprende encontrar que la infraestructura potencialmente afectada por las opciones de agua es relativamente modesta (Cuadro RE-9). Las iglesias son las infraestructuras más numerosas, seguido de los cementerios, las escuelas y los centros comunales. Los centros de salud son poco numerosos en comparación, lo cual es un indicador adicional de la baja calidad de vida de la región.

Es importante mencionar que la población afectada por la desaparición de dicha infraestructura trasciende a la población desplazada. Cada obra de infraestructura social o económica tiene un área de influencia que, en la mayoría de los casos, traslapa solamente en parte con las áreas que serían inundadas. Como consecuencia, una escuela puede servir a tres poblados, de los cuales solamente uno va a ser inundado. El impacto real de la desaparición de dicha escuela incluye a la población de los tres poblados.

• **Impacto Potencial sobre la Producción Agropecuaria**

La pérdida de producción representaría—en promedio—el 42% del consumo familiar. Por lo tanto, el costo de la producción agropecuaria que se perdería por las inundaciones es un componente muy importante del ingreso total regional. Dado que la agricultura de la región es mayormente de subsistencia, y cambia de localidad año a año, por lo que la evaluación se basó en el área total apta para cultivos como el punto de referencia para medir el impacto total sobre la producción (Cuadro RE-10). En cuanto al valor de la producción perdida, los estimados son aproximados. De acuerdo con el estudio de base de 2003⁽⁷⁷⁾, una finca típica produce un ingreso bruto de B/.232 per capita². Por lo tanto, *anualmente* se dejaría de producir un valor que oscila entre B/.360 mil y B/.780 mil en las áreas directamente afectadas por las opciones.

Cuadro RE-9
Resumen del Impacto de las opciones sobre la infraestructura local

| Infraestructura | Indio 80-40 | Indio 45-40 | Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 | Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40 | Toabré 95-50 + Río Indio 80-40 | Toabré 95-50 + Río Indio 45-40 | Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 | Toabré 100-90+ Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40 |
|------------------------|--------------------|--------------------|--|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| | No. | No. | No. | No. | No. | No. | No. | No. |
| Edificaciones | No. | No. | No. | No. | No. | No. | No. | No. |
| Escuela | 11 | 3 | 11 | 3 | 19 | 11 | 19 | 11 |
| Centro de Salud | 3 | 1 | 3 | 1 | 5 | 3 | 5 | 3 |
| Área Recreativa | 6 | 4 | 6 | 4 | 11 | 9 | 13 | 11 |
| Cementerio | 8 | 4 | 8 | 4 | 12 | 8 | 16 | 12 |
| Iglesia | 15 | 6 | 15 | 6 | 21 | 12 | 22 | 13 |
| Junta Comunal | 9 | 4 | 9 | 4 | 12 | 7 | 12 | 7 |
| Caminos | Km. | Km. | Km. | Km. | Km. | Km. | Km. | Km. |
| Permanentes | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Verano | 18.8 | 8.7 | 18.8 | 8.7 | 18.8 | 8.7 | 18.8 | 8.7 |
| Herradura | 71.8 | 40.8 | 94.8 | 63.8 | 127.2 | 96.2 | 176.8 | 145.8 |
| Instalaciones | No. | No. | No. | No. | No. | No. | No. | No. |
| Antena telefónica | 3 | 2 | 3 | 2 | 6 | 5 | 7 | 6 |
| Postes de luz | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Puente Colgante | 0 | 7 | 3 | 10 | 0 | 7 | 3 | 10 |
| Puente de concreto | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 9 | 14 | 14 |
| Puente de Madera | 8 | 0 | 8 | 0 | 8 | 0 | 8 | 0 |
| Kiosco (Comercio) | 16 | 7 | 16 | 7 | 16 | 7 | 16 | 7 |
| Parada de buses | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| Cabina telefónica | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| Tanque de almacenam. | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |

Fuente:URS, 2003.

² Este cálculo se basa en el 42% del ingreso per capita de B/.547 observado en la región en 2003. El restante 58% proviene de remesas familiares y de actividades no agrícolas.

Cuadro RE-10

Valor implícito anual de la producción afectada por las opciones de agua (B/)

| Opción | Población | Valor implícito |
|--|-----------|-----------------|
| 1-Indio 80-40 | 1,568 | 363,776 |
| 2-Indio 45-40 | 939 | 217,848 |
| 5-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 | 2,170 | 503,440 |
| 6-Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40 | 1,541 | 357,512 |
| 7-Toabré 95-50+Río Indio 80-40 | 2,300 | 533,600 |
| 8-Toabré 95-50+Río Indio 45-40 | 1,671 | 387,672 |
| 9-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 80-40 | 3,361 | 779,752 |
| 10-Toabré 100-90+Caño Sucio 100-90 + Río Indio 45-40 | 2,732 | 633,824 |

Fuente: datos de población URS, 2003 obtenidos del Censo del 2000.

En cuanto al impacto sobre la ganadería, es difícil de estimar un impacto directo debido a que los animales son semovientes. Es decir, se pueden trasladar a zonas localizadas fuera del perímetro de inundación sin que pierdan su valor. Por otro lado, la contabilización de los animales a ser desplazados es solamente una aproximación, puesto que los inventarios actuales se desplazan dentro de varios corregimientos.

Impacto Potencial Sobre Concesiones Mineras

Existen seis concesiones mineras que incluyen porciones de las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio según el informe de Datos Socioeconómicos⁽⁷⁷⁾. Sin embargo, debido a que esa información proviene de un estudio realizado en el año 2000, durante el transcurso de este estudio se contactó al departamento de Recursos Minerales del Ministerio de Comercio e Industria, quienes indicaron que ninguna de estas concesiones tiene vigencia en la actualidad.

• Recursos Culturales

La información disponible indica que los impactos sobre los recursos arqueológicos conocidos son diferentes para cada una de las seis opciones (Cuadro RE-11). Los sitios de impacto que el estudio de inventario⁽²⁵⁾ considera que son de importancia media y alta se identifican según el código del sitio (por ejemplo, Pn-50); los sitios de baja importancia se cuentan según su número total solamente.

Cuadro RE-11
Resumen de Impactos Arqueológicos Posibles por Opción

| Opciones | Sitios Arqueológicos con Impacto Potencial | | | Puntaje de Impacto Ponderado |
|-----------|--|--|---|------------------------------|
| | Alta Importancia (1 sitio = 10 puntos) | Moderada Importancia (1 sitio = 5 puntos) | Baja Importancia (1 sitio = 1 punto) | |
| Opción 1 | 1 – (Pn-50) | 1(Cp-37) | 14 | 29 |
| Opción 2 | 1 – (Pn-50) | 1(Cp-37) | 5 | 15 |
| Opción 5 | 1 – (Pn-50) | 3- (Pn-27; Pn-35;Cp-37) | 8 | 33 |
| Opción 6 | 1 – (Pn-50) | 2- (Pn-27; Pn-35) | 5 | 25 |
| Opción 7 | 2 – (Pn-21; Pn-50) | 7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35) | 9 | 58 |
| Opción 8 | 2 – (Pn-21; Pn-50) | 7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35) | 3 | 55 |
| Opción 9 | 2 – (Pn-21; Pn-50) | 7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35) | 13 | 62 |
| Opción 10 | 2 – (Pn-21; Pn-50) | 7-(Cp-37; Do-66; Pn-22; Pn-23; Pn-27; Pn-35) | 7 | 56 |

Fuente: Louis Beger. 2003.

▪ **Paisaje y Recursos Escénicos y Recreativos**

La población utiliza algunos sitios del área actividades diversas como lo son la natación, paseos en bote, paseos a caballo, pesca, casería y caminatas, entre otras. Para identificar aquellos poblados que podrían ver afectados sus recursos paisajísticos y/o recreativos, se utilizó la base de datos de SIG de datos socioeconómicos para sobreponer los mismos sobre la cobertura de las distintas alternativas (Cuadro RE-12).

Cuadro RE-12
Recursos Escénicos y Recreativos que Podrían ser Afectados Según Opción Recursos Escénicos que Podrían ser Afectados Según Opción

| Alternativa | Poblado | Lugar de Interés Local | Tipo de Actividad Asociada |
|----------------------------------|--|---|---|
| 1-Indio 80-40 | Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo Tres Hermanas | Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Piedras Indígenas, Cascadas | Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo Paseo |
| 2- Indio 45-40 | Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo | Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas | Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo |
| 5-Caño Sucio 100-90, Indio 80-40 | Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo Tres Hermanas El Torno | Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Piedras Indígenas, Cascadas Río Indio | Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo Paseo Paseo en bote y natación |
| 6-Caño Sucio 100-90, Indio 45-40 | Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo Los Uveros | Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Las Depresiones geomorfológicas | Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo Paseo a caballo. |
| 7-Toabré 95-50 Indio, 80-40 | San Isidro San Cristóbal La Conga Abajo | La Boquilla de la Gloria; La Piedra del destiladero. Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas | Paseo en Bote y Natación, paseo a Caballo Paseo, pesca, cacería Paseo |

| Alternativa | Poblado | Lugar de Interés Local | Tipo de Actividad Asociada |
|---|--|--|--|
| 1-Indio 80-40 | Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo Tres Hermanas | Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Piedras Indígenas, Cascadas | Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo Paseo |
| 2- Indio 45-40 | Boca de Uracillo San Cristóbal La Conga Abajo | Praderas del Río Indio y Uracillo Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas | Paseo en bote y natación Paseo, pesca, cacería Paseo |
| | Banacito | Río Banazo | Paseo a Caballo |
| 8-Toabré 95-50, Indio 45-40 | San Cristóbal La Conga Abajo Santa Elena La Inglesa | Río Indio, Charcos, Cascadas Piedras / Escritos Indígenas Santa Elena Las Cascadas en el Río | Paseo, pesca, cacería Paseo Charcos, Cascadas, pesca. Paseo caballo, rápidos |
| 9-Toabré 100-90, Caño Sucio 100-90, Indio 80-40 | San Isidro Santa Elena La Inglesa Los Uveros | La Boquilla de la Gloria; La Piedra del destiladero. Santa Elena Las Cascadas en el Río Las Depresiones geomorfológicas | Paseo en Bote y Natación, paseo a Caballo Charcos, Cascadas, pesca Charcos, Cascadas, pesca Paseo a caballo |
| 10-Toabré 100-90, Sucio 100-90 Indio 45-40 | San Cristóbal El Tornito Santa Elena | Río Indio Río Indio, los Cerros bien Inclinaados. Santa Elena | La pesca o cacería. Paseo a caballo Charcos, cascadas, pesca |

Nota: Caño Sucio no tiene Recursos escénicos. Fuente: Elaboración propia con datos de la base de datos socioeconómica de la ROCC

▪ Resumen de Impactos Potenciales y Riesgos Socioambientales de las Opciones de Agua

Para finalizar la sección de impactos, el Cuadro RE-13 al final de este resumen ejecutivo muestra un resumen de los impactos y sus correspondientes medidas de mitigación. Como muestra el Cuadro, la opción 9 fue la que recibió la mayor puntuación de 145, ya que el valor que obtuvo en los impactos geológicos y sísmicos, en suelos, en la calidad del aire, las comunidades terrestres y acuáticas, y en el aspecto socioeconómico fue el más alto. Las opciones 7 y 10 le sigue con un puntaje de 127; sugiriendo los impactos potenciales mayores en esta opción sobre los recursos hídricos, la calidad del aire, el ruido, las comunidades terrestres y acuáticas. La opción 8, con un puntaje de 110 puntos, tiene una tendencia a afectar la socioeconomía, calidad del aire, las comunidades terrestres y acuáticas. La opción 5 alteraría potencialmente la calidad del aire y las comunidades acuáticas, aumentaría el ruido y la socioeconomía. Las opciones 6 obtuvo un puntaje de 62, esta opción que afectaría menos el entorno físico, la diversidad biológica y los aspectos socio-económicos y culturales. Es importante resaltar que en este análisis solamente se toman en consideración los impactos producidos por las opciones, independientemente del beneficio (producción de agua) que generan. Para realizar una comparación entre alternativas es necesario tomar en cuenta este factor “beneficio”. En otra sección del Resumen Ejecutivo se presenta la comparación de las opciones tomando en consideración el costo (inversión e impactos ambientales, sociales, económicos, culturales) y el beneficio (producción de agua en esclusajes).

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Sobre la base de las apreciaciones anteriores se considera que para viabilizar social y ambientalmente cualquiera de las opciones de agua es necesario un plan de manejo ambiental (PMA) que trabaje en dos ejes principales: la relocalización adecuada y el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades locales; y la recuperación, mejoramiento y conservación de los bienes y servicios ambientales asociados con los ecosistemas originales de la cuenca. Por lo tanto, los dos componentes principales del PMA son:

- Un **plan de reasentamiento y desarrollo humano** que compense y resarza, y que especialmente mejore las condiciones de vida para las comunidades, familias y personas que podrían ser afectadas por la opción u opciones que resulten seleccionadas; y
- Un **plan de recuperación y protección de las condiciones biofísicas** de las cuencas de los ríos Indio, Toabré y Caño Sucio, a fin de restablecer plenamente los bienes y servicios ambientales de las mismas, reduciendo así los riesgos ambientales para la operación del Canal.

Estos dos grandes componentes del PMA incluye las medidas de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales y riesgos potenciales, las cuales están dirigidas directamente a evitar y minimizar los efectos de los posibles impactos socioambientales y riesgos negativos y maximizar los positivos. En la práctica esto implica un conjunto de acciones orientadas a prevenir los impactos socioambientales y riesgos que pueden prevenirse, reducir los que no pueden ser prevenidos, compensar o resarcir por los efectos netos que no pueden ser prevenidos o reducidos, y potenciar los beneficios directos e indirectos. Además de estos dos grandes componentes, para completar el PMA se hace necesario incluir otros elementos necesarios para que el PMA logre sus objetivos. Entre estos los más importantes incluyen:

- Un **plan de monitoreo socioambiental** con los parámetros e indicadores que se deben utilizar y la frecuencia de obtención de información para cada uno de ellos. Las actividades de monitoreo persiguen un doble propósito, por una parte se quiere verificar periódicamente que las medidas de prevención, reducción y control estén cumpliendo su cometido con relación a sus objetivos; y por otra parte se quiere conocer el estado de “salud” socioambiental del área de influencia.
- Un **programa de verificación y control**, con sus mecanismos de ejecución. Las actividades de verificación y control tienen una estructura similar a la de monitoreo pero, con el objeto de demostrar que las acciones que se deben estar tomando efectivamente se ejecutan. Más que para determinar la “salud” ambiental de la región, es la efectividad de la “gestión” ambiental y de los procedimientos administrativos. Se deberá coordinar con la Autoridad

Nacional del Ambiente (ANAM) para encontrar el mecanismo para la verificación de estas actividades.

- Un **plan de contingencia**, el cual incluye las medidas para prevenir, reducir y controlar, o dar respuesta, a las situaciones de emergencia. El plan incluye la prevención y control de cualquier derrame y otras contingencias especialmente durante la etapa de construcción. Durante la fase de operación se deberá disponer de un plan de evacuación y protección de las comunidades aguas abajo, en caso de que se llegue a producir una falla de la presa; y
- Un **presupuesto adecuado** a los costos de las medidas de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales, las actividades de monitoreo y las actividades de verificación y control que conforman, de manera conjunta, el PMA.

A continuación se describen los principales elementos del PMA y en el Cuadro RE-13 al final del capítulo se incluyen en forma resumida las medidas principales de prevención y control para cada uno de los impactos considerados.

• **Plan de Reasentamiento y Desarrollo Humano**

El plan de reasentamiento y desarrollo humano incluye las acciones de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales y riesgos potenciales a la población que pudiera ser directa e indirectamente afectada en caso de que se ejecute alguna de las opciones de agua consideradas. El objetivo primordial del plan es prevenir, reducir y controlar los impactos socioambientales y riesgos potenciales negativos, potenciar los positivos y mejorar la infraestructura socioeconómica local para dejar a los habitantes del área de influencia de la opción seleccionada en mejores condiciones de vida que antes del desplazamiento.

La ejecución de cualquiera de las opciones de agua contempladas tiene impactos directos e indirectos sobre la población actualmente localizada en las zonas potenciales de inundación. A nivel familiar dichos impactos incluyen el desplazamiento de las familias de las áreas afectadas, sus pertenencias, sus fuentes de producción y auto subsistencia y su tejido social comunitario. A nivel comunal los impactos incluyen la pérdida de la infraestructura social y económica, el traslado de los núcleos de actividad comercial y la red institucional informal en la que se desarrolla la comuna.

Por otro lado, la ejecución de cualquiera de las opciones tiene también impactos positivos, como la generación de empleo remunerado en una de las regiones más pobres del país, lo mismo que la oportunidad de adquirir nuevas destrezas productivas que podrían generar un mayor ingreso permanente a las familias afectadas. Finalmente, la ejecución de las opciones de agua presenta la oportunidad de mejorar el desarrollo regional y la infraestructura socioeconómica pública,

apoyándose en las economías de escala que traerían las actividades de construcción de las opciones. Los impactos y riesgos potenciales sobre los aspectos socio-económicos y culturales fueron descritos en la sección de impactos.

Indudablemente que las opciones de agua contempladas tendrán impactos directos e indirectos sobre la población de las cuencas de los ríos involucrados. Para minimizar dichos impactos es necesario tomar en cuenta tres factores principales:

- a. **Una estimación adecuada de la compensación a la población afectada.** Los montos de compensación, la administración y desembolso de dichos montos y la minimización de los desequilibrios locales que estos pueden causar son de suma importancia para reducir el impacto social y aumentar la armonía entre los desplazados y los no desplazados. Sobre todo, hay que evitar el recalentamiento de las economías locales que se pueda producir debido a la inyección repentina de recursos líquidos dentro de un grupo poblacional reducido. Este posible recalentamiento produciría niveles altos de inflación local que perjudicaría a la población receptora de las familias desplazadas, creando así un factor de discordia local. Como se verá más adelante, la compensación debe evitar la creación de ganadores y perdedores dentro de una comunidad.
- b. **Crear un ambiente de oportunidad.** Cuando se vive en extrema pobreza y se recibe de repente un alto nivel de asistencia económica y social se crea un incentivo para el asistencialismo, es decir, para crear un clima de dependencia que no conduce al desarrollo local. Por lo tanto, los mecanismos de compensación deben orientarse a la creación de oportunidades (vg: desarrollo de la infraestructura económica local y de capacitación y educación locales) y no a las de una mera transferencia de dinero.
- c. **Proveer bienes públicos.** Para evitar el resentimiento por parte de las familias no compensadas, es necesario que el programa de mitigación enfatice la provisión de bienes públicos, como el agua potable, la educación básica de calidad, los servicios de salud básica y los medios de comunicación y transporte que beneficie tanto a los desplazados como a los no desplazados. De esta forma se crea una consistencia entre la distribución de los beneficios entre ambos grupos, produciendo también la captura local de una parte de los beneficios de la expansión del Canal³.

³ Estos tres puntos son fundamentales y completamente consistentes con las lecciones aprendidas sobre el desplazamiento involuntario y el reasentamiento de familias en situación similar a la cuenca de Río Indio, las cuales están resumidas en: World Bank, 1996. "Resettlement and Development: The Bankwide Review of Projects Involving Involuntary Resettlement 1986-1993." Environment Department Paper No. 032, Washington DC. Dichas lecciones indican que **la estimación adecuada** de la compensación, junto con la supervisión constante del **cumplimiento de los acuerdos** con los desplazados son de suma importancia para el éxito de los programas de reasentamiento.

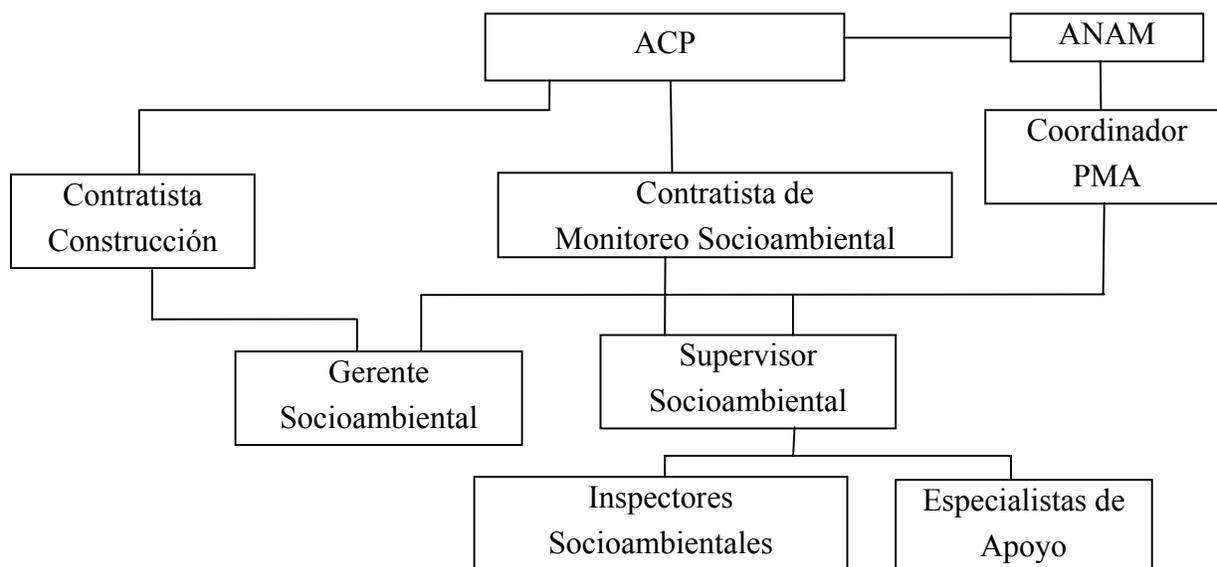
• **Plan de Recuperación y Protección de las Condiciones Biofísicas y Culturales**

El plan de recuperación y protección de las condiciones biofísicas y culturales incluye las acciones de prevención, reducción y control de los impactos socioambientales y riesgos potenciales a los bienes y servicios ambientales que suministran los ecosistemas de la cuenca y que pudieran ser directa e indirectamente afectados en caso de que se ejecute alguna de las opciones de agua consideradas. En el mismo se incluye las actividades específicas organizadas por programas en temas afines. El contenido de cada uno de los programas es similar y se inicia con una breve justificación, sus objetivos y la descripción de las medidas de prevención, reducción y control. Estas medidas deben ser para las etapas del diseño final, de la construcción, de la operación y de un eventual abandono. Los detalles asociados a las medidas de prevención, reducción y control se organizaron en los siguientes programas.

- A. Programa de protección de calidad del aire y control del ruido;
- B. Programa de sismología y geología;
- C. Programa de prevención y control de la erosión y del transporte de sedimentos;
- D. Programa de calidad del agua;
- E. Programa de protección y recuperación de la biodiversidad en ecosistemas terrestres;
- F. Programa de monitoreo y control de las plantas acuáticas;
- G. Programa de conservación y manejo de peces y macro-invertebrados;
- H. Programa de conservación de sitios arqueológicos;
- J. Otros Programas.

• **Organigrama para la ejecución del PMA**

La organización prevista para la ejecución del Plan de manejo Ambiental, de acuerdo a las funciones indicadas anteriormente de los involucrados, se muestra en el organigrama siguiente.



- **Costos del PMA**

Los costos asociados con el PMA varían entre B/. 12 y 33 Millones cuando se incluyen los costos de indemnización por eliminación de la vegetación que tendrían que ser pagados a la ANAM (Cuadro RE-14). Los principales rubros del PMA responden claramente al programa de relocalización y mejoramiento socioeconómico de las comunidades. En menor cuantía le sigue el programa de prevención y control de la erosión y transporte de sedimentos.

Cuadro RE-14
Presupuesto Global del PMA para las Opciones en las Tres Cuencas

| | OPCIONES | | | | | | | |
|---|------------|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Duración de la Etapa de construcción (años) | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 |
| A. Mitigación, Monitoreo y Verificación y Control | | | | | | | | |
| Reasentamiento y Desarrollo Humano | 18,414,574 | 10,620,217 | 23,070,401 | 14,139,884 | 25,056,177 | 17,783,460 | 35,814,192 | 27,157,035 |
| Calidad del Aire y Ruido | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C |
| Sismología y Geología | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C |
| Erosión y Transporte de Sedimentos | 4,750,000 | 2,850,000 | 5,700,000 | 4,750,000 | 6,650,000 | 5,700,000 | 6,650,000 | 5,700,000 |
| Calidad del Agua | 450,000 | 290,000 | 530,000 | 450,000 | 610,000 | 530,000 | 610,000 | 530,000 |
| Recuperación de Biodiversidad Terrestre | 996,960 | 370,800 | 1,221,120 | 594,960 | 1,080,000 | 453,840 | 1,342,080 | 715,920 |
| Plantas Acuáticas | 115,372 | 88,748 | 177,496 | 177,496 | 177,496 | 226,244 | 226,244 | 266,244 |
| Peces Macro-Invertebrados | 149,740 | 115,185 | 230,370 | 230,370 | 230,370 | 230,370 | 345,555 | 345,555 |
| Sitios Arqueológicos | 1,300,000 | 780,000 | 1,560,000 | 1,300,000 | 1,820,000 | 1,560,000 | 1,820,000 | 1,560,000 |
| Otros Programas | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C | S/C |
| SUB - TOTAL | 26,176,646 | 15,114,950 | 32,489,387 | 21,642,710 | 35,624,343 | 26,483,914 | 46,808,071 | 36,274,754 |
| B. Indemnización por Cambio de Uso | | | | | | | | |
| Bosque | 5,740,035 | 2,708,385 | 6,268,835 | 3,237,185 | 8,557,810 | 5,526,160 | 10,046,610 | 7,014,960 |
| Pastizal | 969,230 | 509,730 | 1,176,431 | 716,931 | 1,590,012.50 | 1,130,512.50 | 2,080,023 | 1,620,524 |
| Rastrojo | 1,642,300 | 868,300 | 1,941,416 | 1,167,416 | 2,821,617 | 2,047,617 | 3,577,734 | 2,803,734 |
| SUB - TOTAL | 8,351,565 | 4,086,415 | 9,386,682.0 | 5,121,532.0 | 12,969,439.5 | 8,704,289.5 | 15,704,367.0 | 11,439,217.5 |
| GRAND TOTAL | 34,528,211 | 19,201,365 | 41,876,069 | 26,764,242 | 48,593,783 | 35,188,204 | 62,512,438 | 47,713,972 |

S/C = Sin costo, incluidos en el contrato de obra. El bosque en la ROCC esta fragmentado, los totales representan la suma de los fragmentos que se serian afectados por cada una de las opciones.

Es importante señalar que los costos de monitoreo y verificación y control que aquí se presentan, se refieren especialmente durante la etapa de construcción. Los costos durante la operación deberán revisarse una vez que la obra haya sido finalizada. Los costos estimados han sido cuantificados de acuerdo a la calidad y cantidad de información existente para las opciones de agua y deben considerarse como indicativos solamente de los costos reales. Cuando se prepare el EIA definitivo para la opción seleccionada y se obtenga mayor información, se deben estimar los costos con un margen de error no mayor del 10% y los imprevistos, este margen de error es considerado aceptable por las instituciones internacionales de crédito como el Banco Mundial y el BID.

COMPARACIÓN DE LAS OPCIONES

La selección de una o más opciones de agua factibles para apoyar el Programa de Modernización y Ampliación del Canal se hace en base a dos criterios fundamentales:

- (i) La opción u opciones consideradas como factibles deben contribuir de manera significativa a la futura operación del canal con un nivel de confiabilidad hídrica del 99.6%;
- (ii) Entre las opciones factibles, la opción preferida debe de minimizar los costos tanto de orden económico y financiero como los de carácter social y ambiental.

Estos dos criterios se complementan de manera ideal. El primer criterio indica que la opción seleccionada debe proporcionar un caudal de agua suficiente como para mantener la confiabilidad hidrológica del Canal, bajo un esquema de mayor demanda. Mientras que el segundo criterio, impone límites sobre la viabilidad de algunas de las opciones, ya que pueden ser demasiado caras, afectar a demasiadas personas o causar impactos ambientales inaceptables.

El proceso de identificación y evaluación de impactos, realizado en torno a las opciones de agua consideradas en este estudio claramente determinó que los temas de mayor importancia son los que están asociados con los costos sociales. Por lo tanto, para evaluar y seleccionar a una o más de las opciones de agua se utiliza un modelo de Programación Lineal, el cual minimiza el costo social a ser obtenido por las opciones de agua, sujeto a las cuatro limitantes, que se describen a continuación:

- a. La opción u opciones seleccionadas deben proveer el agua necesaria para mantener la confiabilidad hídrica al nivel de 99.6%.
- b. La contribución de agua que se obtiene para la operación del canal en el futuro debe ser del orden de 15 esclusajes por día, o más.
- c. El costo del manejo socio-ambiental debe ser razonable.
- d. El costo directo de construcción no debe ser muy alto.

Como indicador del costo social de la ejecución de una o más de las opciones de agua, se ha seleccionado el número de familias que serían desplazadas en cada alternativa. Aunque esto no representa el costo social total, es sin lugar a dudas el aspecto más significativo y los otros costos están íntimamente relacionados al mismo.

El objetivo del modelo de programación lineal es minimizar la función objetivo: $\phi(\mathbf{x}) = \mathbf{c}\mathbf{x}$

Sujeto a las siguientes condiciones: $\mathbf{A}\mathbf{x} \geq \mathbf{b}$; $\mathbf{x} \geq 0$

Donde \mathbf{x} es un vector de variables x_1, \dots, x_6 que representa las doce opciones de agua a ser evaluadas; \mathbf{A} es la matriz de coeficientes técnicos más relevantes para la evaluación final; \mathbf{c} es el vector de familias desplazadas en cada opción \mathbf{x} , y \mathbf{b} es el vector de limitantes. La matriz \mathbf{A} no es cuadrada, lo cual indica que tiene más columnas que líneas, por lo que la relación $\mathbf{A}\mathbf{x} = \mathbf{b}$ provee una gama de valores de \mathbf{x} que pueden minimizar la función objetivo, $\mathbf{c}\mathbf{x}$.

En el caso de las opciones de agua dentro de la cuenca de Río Indio, \mathbf{x} es binaria, es decir, cada x_i ($i = 1, \dots, 6$) toma valores de 1 o 0 dependiendo si dicha opción es escogida a o no. Esto obliga al modelo a escoger cada opción en su totalidad o a rechazarla del todo dentro de la solución final. Además, puesto que las opciones se consideran excluyentes se ha incluido en el modelo la restricción de que las combinaciones no son posibles. En otras palabras se refleja el hecho de que las combinaciones de varias obras civiles (presas, canales, túneles) ya han sido realizadas en la definición de cada opción analizada.

La relación $\mathbf{A}\mathbf{x} \geq \mathbf{b}$ muestra las restricciones impuestas por el vector de costos y limitantes físicas sobre la selección de las opciones. Esto quiere decir que cada componente de la matriz tiene un limitante que es tomado en cuenta al momento de generar una solución. A veces esa limitante tiene un valor mínimo y a veces tiene un valor máximo. El vector \mathbf{b} debe incluir los costos del manejo ambiental requerido para asegurar que los impactos negativos potenciales son mitigados de manera adecuada por medio de medidas preventivas o de actividades compensatorias y las restricciones físicas relacionadas con el manejo sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad.

Al correr el modelo para minimizar el desplazamiento de la población, en las seis opciones se obtiene que la Opción 8 es la solución preferida (Cuadro RE-15). Esta opción que combina el embalse reducido de Río Indio (45-40) con Toabré 95-50 es la que proporciona suficiente agua para la operación del canal a un menor costo social. Aunque la cantidad de agua producida por otras opciones es mayor que la combinación Toabré 95-50 con Río Indio 45-40, los costos

sociales y en la mayoría de los casos los financieros son también mayores. Estos costos sociales y financieros adicionales no son deseables debido a que estas combinaciones producen y almacenan mucho más agua que las que requiere el Canal para mantener su confiabilidad hídrica.

Se realizó con el mismo modelo un análisis de sensibilidad cambiando la función objetivo para maximizar la producción de agua para la operación del canal, manteniendo las mismas restricciones que se aplicaron anteriormente. La solidez de la selección preferida en el caso de las opciones que combinan obras civiles en más de una cuenca no es tan fuerte como en el caso de la Cuenca de Río Indio. Cuando el modelo se corrió para maximizar la producción de agua la opción seleccionada es la Opción 5. Esta es la combinación Río Indio 80-40 / Caño Sucio 100-90, la cual rinde 18.3 esclusajes por día a un costo financiero y social un poco mayor que Río Indio 80-40, pero a un costo financiero significativamente menor que la Opción 8 seleccionada anteriormente.

CONCLUSIONES DE LA COMPARACIÓN DE LAS OPCIONES DE AGUA

Cuando se analizan las opciones en las tres cuencas—Río Indio, Toabré y Caño Sucio—la cantidad de agua generada es mayor que lo parece ser requerido para mantener la confiabilidad hídrica del Canal. Este exceso de agua no es gratuito—el costo de las obras que resultarían en una duplicación del número de esclusajes por día es casi tres veces el costo de proveer lo que aparentemente necesita el Canal con la Opción 1: Río Indio 80-40. Más aún, las opciones que incluyen a las tres cuencas tienen un impacto humano mayor, al desplazar a una mayor cantidad de población que la que desplazaría Río Indio 80-40.

La selección de las opciones de agua por el modelo son impulsadas por dos variables principales: (i) el número de esclusajes requeridos para mejorar y mantener la confiabilidad hídrica del Canal y (ii) la minimización del impacto sobre el número de familias desplazadas por las opciones. Alrededor de estas dos variables hay restricciones financieras y ambientales que pueden afectar la escogencia de una opción determinada. Para mantener el enfoque sobre los resultados se corrieron diferentes escenarios dentro del modelo, simulando variantes en el vector de limitantes para examinar la solidez de los resultados.

Cuando se considera la combinación de las tres cuencas, existen dos posibles soluciones dependiendo de si desea minimizar el impacto social o maximizar la producción de agua a un nivel de inversión dado.

De las seis opciones que involucran por lo menos dos de las cuencas dentro de la ROCC se puede decir que solamente dos factibles; estas son las opciones 5 y 8. Dos de las opciones

consideradas no producen suficiente agua y deben ser calificadas como no factibles por esa razón; esas son las opciones 6 y 10. Las otras dos opciones producen mucha más agua de la que parece ser necesaria, en este momento, pero a un costo mayor de inversión, operación y de afectación ambiental y social. Por lo tanto no se recomienda tampoco su ejecución.

Sin embargo, si en este momento la demanda de agua para los próximos 50 años se espera dentro de los 15 esclusajes, la opción de Río Indio 80-40 sola continúa siendo la opción dominante. La solución propuesta por el modelo depende del juicio que se ejerza sobre las dimensiones del vector de restricciones. Sin embargo, dentro de los parámetros actuales, Río Indio 80-40 parece ser la mejor opción para la ACP.

Cuadro RE-15
Opciones seleccionadas en las Cuencas de los Ríos Indio-Caño Sucio- Toabré,
cuando se minimiza el costo social

| | | | | |
|---|--------------|------------------|---------------|-----------------|
| Número de familias desplazadas | 340 | | | |
| Opción 8: Toabré 95-50 / Río Indio 45-40 | | | | |
| Limitantes | | | | |
| Variable | Valor | Limitante | Status | Sobrante |
| Costo del manejo socio-ambiental (miles de \$) | 20.02% | <= 30.0% | No limita | 9.98% |
| Proporción de bosque afectado % | 17.2 | >= 15 | No limita | 2 |
| Proporción de área afectada % | 5.0% | <= 15.0% | No limita | 10.0% |
| Proporción de población desplazada % | 7.1% | <= 35% | No limita | 27.9% |
| Riesgo de eutroficación - µg P/lt | 0.0059 | <=0.03 | No limita | 0.0241 |
| Familias desplazadas | 576,000 | <=600,000 | No limita | 24,000 |
| Producción de agua (106 m3/año) | 1,307 | >=0 | No limita | 1,307 |
| Tiempo de recuperacion (años) | 0.5 | <=2 | No limita | 1.5 |
| Costo directo de construcción (miles de \$) | 35,857 | <=45,000 | No limita | 9,143 |
| Esclusajes/día | 340 | <=450 | No limita | 110 |

PARTICIPACIÓN CIUDADANA

En este esfuerzo también se analizó la información sobre el proceso de participación ciudadana promovido hasta ahora por la ACP y se definió un plan de participación para continuar incorporando al proceso de selección de la opción de agua las sugerencias y opiniones de los posibles afectados y de los interesados en general. El plan de participación propuesto incluye un programa detallado para los eventos, un mecanismo para la selección democrática de los participantes, un formato para la invitación al mismo, una metodología de dinámica de grupo, un listado de resultados esperados, un mecanismo para devolver a las comunidades la información relevante, un presupuesto y un cronograma de implementación.

Se utilizó la información existente para anticipar los temas que pueden surgir durante la ejecución del plan de participación propuesto y cuales pudieran ser las opiniones de los representantes de las comunidades locales. La ejecución del Plan de Participación Ciudadana tendrá el siguiente efecto positivo sobre el proceso de evaluación y selección de opciones de agua:

- Facilitará el diseño, presentación y discusión de planes de mitigación, compensación, y reasentamiento, así como compromisos y condiciones para la ejecución de los mismos;
- Permitirá una participación activa de distintos segmentos sociales (mujeres, jóvenes y ancianos) ya que serían identificados durante el proceso de invitación a los eventos programados;
- Permitirá la aclaración de dudas e interrogantes de los pobladores frente a opciones de agua, medidas de mitigación, medidas de compensación, reasentamiento, etc.;
- Permitirá el diálogo directo y comunicación abierta entre las partes;
- Esclarecerá los temas asociados a la ampliación del canal y a las opciones que están siendo consideradas en la región (acabar especulación);
- Establecerá compromisos formales y cronogramas de actividades para la implementación;
- Facilitará el surgimiento de nueva dirigencia campesina con mayor disposición al dialogo.

Finalmente, sobre la base de la información analizada, se puede concluir lo siguiente:

- La información existente generada por el proceso de participación llevado a cabo hasta la fecha permite la identificación de algunas de las posturas que se pudieran manifestar durante la ejecución del Plan;
- Las posturas que se han podido identificar no necesariamente abarcan las posturas u opiniones de todos los grupos identificados como participantes en el proceso de consulta (desplazados, aislados, comunidades aguas abajo, etc.);
- El análisis realizado es un buen indicador de los temas a los que se debe prestar especial atención durante la ejecución del Plan de Participación.
- En términos generales, las preocupaciones de los pobladores se centran en los temas relacionados a la tenencia / titulación de las tierras y en la construcción de infraestructura para cubrir necesidades básicas, por encima de los temas ambientales.

Cuadro RE-16
Resumen de los Impactos Socio-Ambientales Potenciales y de las Medidas
de Mitigación de las Opciones de Agua en las Cuencas de los Ríos Indio, Caño Sucio y Toabré

| Impactos Socio-Ambientales Potenciales | Opción | Valor | Valor Acum | Medidas de Prevención y control | |
|--|--------|-------|------------|---|--|
| A. Impactos sobre el Entorno Físico | | | | | |
| 1. Geología y Sismología Las características geológicas y geotécnicas en la cuenca, no presentan ninguna condición adversa que no pueda ser mitigada por medio de un diseño convencional y métodos de construcción apropiados. Además, en el sitio de presa de las opciones 1 y 2, no se detectan fallas activas, ni materiales susceptibles a licuación durante un sismo. -En la fase de construcción los riesgos serán por: Deslizamientos de taludes: i) caminos (mayor riesgo en las opciones 11 y 12 por haber mayores pendientes); y ii) en las demás obras. La construcción del túnel con recubrimiento de concreto para evitar filtraciones de agua y presencia de gases peligrosos. Disposición inadecuada de material de desperdicio (mayor volumen con la opción más grande: 1, 12, 2, 11, 3 y 4, respectivamente). -En la fase de operación, los riesgos serán por: Deslizamientos de taludes: i) caminos; y ii) embalse (mayor riesgo donde habrá mayor fluctuación del nivel: opción 1, 12, 11 y el resto). Sismo: la posibilidad que un sismo afecte el proyecto es relativamente pequeña. Filtración de agua a través, por debajo o alrededor de la presa: i) Se considera mínima la filtración; ii) De ocurrir una falla, el daño mayor (aguas abajo) lo ocasionarían las opciones 11 y 12 por estar en la parte alta de la cuenca. | 1 | 10 | | A. Medidas sobre el entorno físico 1. Geología y Sismología <ul style="list-style-type: none"> • Hacer los estudios geológicos y geotécnicos detallados de la opción seleccionada e incorporarlos en el diseño. • Métodos apropiados de diseño y construcción. • Pendientes máximas de los taludes, dependiendo del tipo de roca. <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo y control filtraciones y gases peligrosos • Disponer adecuadamente el material de desperdicio. • Mantenimiento a los caminos (recolectar y disponer adecuadamente el material). • Red de monitoreo de sismos Considerar la incorporación de un drenaje en la fundación de la presa; Instrumentación para detectar la infiltración | |
| | 2 | 5 | | | |
| | 3 | 5 | | | |
| | 4 | 5 | | | |
| | 11 | 9 | | | |
| | 12 | 9 | | | |
| | 1 | 8 | 18 | | |
| 2. Suelos El mayor porcentaje de los suelos de la cuenca tienen poco valor agrícola (clases VI y VII). -A mayor tamaño del proyecto (embalse) mayor impacto al suelo (1, 12, 2, 11, 3 y 4). -Desarrollo inducido por el proyecto puede provocar deforestación y mayor actividad agropecuaria. | 2 | 5 | 10 | 2. Conservación de Suelos <ul style="list-style-type: none"> • Zonificación de uso del suelo; • Control de asentamientos inducidos. | |
| | 3 | 4 | 9 | | |
| | 4 | 4 | 9 | | |
| | 11 | 7 | 16 | | |
| | 12 | 7 | 16 | | |

| Impactos Socio-Ambientales Potenciales | Opción | Valor | Valor Acum | Medidas de Prevención y control |
|---|--------|-------|------------|--|
| <p>3. Recursos Hídricos Los recursos hídricos en la cuenca son de buena calidad, pero se puede deteriorar durante la construcción de las obras, de no implementarse las medidas para minimizar la escorrentía y derrames y tratar las aguas residuales. Durante la operación la calidad del agua del embalse será monitoreada a manera de determinar cambios y riesgo de eutrofización, a manera de tomar las medidas preventivas y correctivas necesarias.</p> <p>A. <u>Nivel del agua y caudal, aguas debajo de la presa:</u> -En la operación, los caudales máximos resultantes aguas debajo de la presa tendrán una atenuación significativa (alrededor del 85 al 90%; HEC-5), por lo tanto una reducción en las inundaciones. -En la operación, habrá una atenuación del lecho del río agua abajo. El lecho fluvial está compuesto de materiales gruesos (me=16.5 mm). La degradación del lecho será insignificante (no se requerirá de obras de estabilización). La reducción del caudal en el canal fluvial se manifiesta con la degradación en las bocas de los tributarios; La reducción de la capacidad del río para transportar sedimentos se manifiesta con la acumulación de sedimentos en las bocas de los tributarios.</p> <p>B. <u>Erosión y transporte de sedimentos:</u> -En la construcción, habrá deterioro de la calidad del agua por los sedimentos del movimiento de tierra. -En la operación, la sedimentación del embalse no será un problema y por lo tanto no será necesario dragar; La capacidad del embalse se verá afectada en no más de un 1 o 2% a los 50 y 100 años, respectivamente (1.4 mm/año; 1.04 ton/m³).</p> <p>C. <u>Calidad del agua y riesgo de eutrofización:</u> -En la construcción, deterioro de la calidad del agua por el aporte de sedimentos (erosión), aguas residuales y derrames de hidrocarburos. -En la operación, las concentraciones de <i>oxígeno disuelto</i> serán: i) aguas debajo de los sitios de presa: menores concentraciones en las capas cercanas al fondo y sobre todo cuando el embalse se este llenando, afectando a los ecosistemas y la calidad del agua; Esta situación se puede aliviar variando la profundidad de las salidas de agua; ii) Gatún: no se afectará la calidad del agua del lago por el trasvase de agua de cualquiera de las opciones en el río Indio; No se requerirá variar la profundidad de la toma. -En la operación, la <i>temperatura</i> o estratificación térmica será más o menos estable, se verá influenciada por la presencia de los vientos, especialmente durante la época seca; Las opciones de agua 3, 4 y en el embalse en la Cabecera del río Indio, el agua circulará con cierta frecuencia debido en parte a su comparativa baja profundidad media. La termoclina estará entre los 10 y 15 metros de profundidad. La penetración de la luz llegará hasta los 15 metros de profundidad. -En la operación, el riesgo de <i>eutrofización</i> es bajo. Las concentraciones de fósforo y clorofila en las opciones de agua van en orden ascendente de la siguiente manera: 12, 11, 1, 2, 3 y 4.</p> | 1 | 5 | 23 | <p>3. Recursos Hídricos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de los procesos de erosión y sedimentación y entrega de sedimentos al embalse • Establecimiento de un sistema de incentivos y multas para quienes mejoren o deterioren la calidad del agua. En forma directa o indirecta • Establecimiento del caudal ecológico mínimo para mantener las funciones vitales actuales de los ecosistemas • Medidas como barreras de agua, cercas filtrantes y estabilización de taludes. • Mantenimiento de las estructuras de prevención y control de la erosión; Monitoreo de sedimentos y del cambio de uso del suelo. • Medidas de prevención y control de la erosión y de las aguas negras y derrames. • Disponer de salidas de agua a distintas profundidades; Monitoreo de las concentración de oxígeno en toda la columna de agua. • Monitoreo de la temperatura en toda la columna de agua. • Se recomienda que se corten los árboles y la vegetación del área a inundarse. |
| | 2 | 5 | 15 | |
| | 3 | 6 | 15 | |
| | 4 | 6 | 16 | |
| | 11 | 7 | 23 | |
| | | | | |

| Impactos Socio-Ambientales Potenciales | Opción | Valor | Valor Acum | Medidas de Prevención y control |
|---|--------|-------|------------|---|
| 4. Calidad del aire Los impactos más importantes sobre la calidad del aire se relacionan principalmente por la emisión de polvo a partir de las áreas desprovistas de vegetación y por el tránsito de los camiones que transporten material en los caminos de terrecería. -En la construcción más que en la operación, las opciones 1 y 2 afectarían la calidad del aire de un número ligeramente mayor de poblados, pero las opciones 11 y 12 afectaría el mayor número de receptores sensibles (escuelas, iglesias y centros de salud), que las demás alternativas. -En la construcción, los trabajadores estarán expuestos al polvo y eventualmente otras sustancias. -En la operación, la incidencia de incendios forestales. El área del embalse ya no sería susceptible a los incendios (impacto positivo). Pero un mejor acceso al área podría intensificar la alteración de la cobertura vegetal y contribuir a más zonas con incendios. | 1 | 6 | 29 | 4. Calidad del aire • Medidas de prevención, reducción y control como regar agua y mantenimiento periódico y sistemático de los motores de los vehículos y de los sistemas de control de ruido y contaminantes. • Dotar de equipo de protección contra el polvo a los trabajadores. • Programas de control de asentamientos inducidos y prevención y control de los incendios. |
| | 2 | 5 | 20 | |
| | 3 | 3 | 18 | |
| | 4 | 3 | 19 | |
| | 11 | 5 | 28 | |
| | 12 | 6 | 29 | |
| 5. Ruido Los impactos más importantes del ruido se relacionan principalmente por las actividades de construcción y por el tránsito de los camiones que transporten material. -En la construcción más que en la operación, las opciones 1 y 2 a un número ligeramente mayor de poblados, pero las opciones 11 y 12 afectaría el mayor número de receptores sensibles (escuelas, iglesias y centros de salud), que las demás alternativas. -En la construcción, los trabajadores estarán expuestos al ruido, que excedan los niveles de seguridad. | 1 | 5 | 34 | 5. Ruido • Control del horario de tránsito vehicular y de la velocidad de los vehículos y mantenimiento periódico y sistemático de los motores de los vehículos y equipos. • Dotar de equipo de protección contra el ruido a los trabajadores. |
| | 2 | 5 | 25 | |
| | 3 | 3 | 21 | |
| | 4 | 3 | 22 | |
| | 11 | 3 | 31 | |
| | 12 | 5 | 34 | |

| Impactos Socio-Ambientales Potenciales | Opción | Valor | Valor Acum | Medidas de Prevención y control |
|---|--------|-------|------------|---|
| B. Impactos socio-ambientales y riesgos potenciales sobre la Diversidad Biológica | | | | |
| 6. Comunidades terrestres A causa del alto grado de intervención humana existente, la diversidad biológica tiene un valor relativamente bajo en la cuenca del río Indio. La construcción de cualquiera de las opciones resultará inevitablemente en la remoción de la vegetación permanente. A mayor el área del embalse mayor pérdida de vegetación; Ninguno de los impactos socio-ambientales y riesgos potenciales son significativos como para prevenir la ejecución del proyecto. -En la etapa de construcción, se cortarían para construir caminos, otras obras y el embalse entre 110 (opción 4) y 460 hectáreas (opción 12) de bosque maduro. -En la etapa de construcción, se afectaría negativamente a la mayoría de especies de fauna terrestre por la pérdida del hábitat, sobre todo del bosque poco intervenido. -En la etapa de operación, se proporcionará hábitat adicional para aves acuáticas. | 1 | 6 | 40 | B. Medidas sobre la diversidad biológica 6. Comunidades terrestres <ul style="list-style-type: none"> • Establecer un sistema e pago se servicios ambientales por la protección de la biodiversidad, especialmente del bosque en la cuenca, especialmente aguas arriba del embalse • Revegetar 30 metros a lo largo de corrientes y proteger vegetación adyacente. • Restricciones a los trabajadores de cacería, recolección de plantas y animales. • Incorporar la ROCC y especialmente la Cuenca del Río Indio como parte del Corredor biológico mesoamericano. |
| | 2 | 3 | 28 | |
| | 3 | 2 | 23 | |
| | 4 | 2 | 24 | |
| | 11 | 5 | 36 | |
| | 12 | 5 | 39 | |
| 7. Comunidades acuáticas La experiencia sobre el crecimiento de malezas acuáticas en los embalses panameños indica que éstas invadirán cualquiera de los embalses propuestos. -En la construcción, aún cortando la mayoría de la vegetación arbórea, proliferarán las <i>malezas acuáticas</i> . -En la operación, se cuenta con experiencia en el país en el control de las malezas acuáticas. Durante la etapa de operación del embalse, los peces estarán sujetos a un nuevo régimen: de lótico a léntico. La experiencia en los embalses del país indica que la introducción del pez sargento y tilapia, genera una actividad pesquera importante para las comunidades ribereñas. - En la operación, los <i>peces y macro-invertebrados</i> presentan las siguientes características: 23 especies de peces permanecerán en la zona lacustre y efluentes; 4 especies desaparecerán aguas arriba; La alteración en las poblaciones no será tan drástico aguas debajo de la presa; La fluctuación rápida del nivel del embalse afecta a los peces que utilizan las orillas para colocar sus huevos (troncos y malezas), ya que quedarían expuestos; Las 2 especies de importancia científica están asociadas a riachuelos aguas arriba y que permanecerán aún con el embalse; La introducción del pez sargento y la tilapia generará una actividad pesquera importante para las comunidades reubicadas alrededor del embalse. | 1 | 5 | 45 | 7. Comunidades acuáticas <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo. • Control integrado, si fuese necesario. • Diseño de escalera de peces, para proporcionar una alternativa fluvial a las especies migratorias. • Desarrollo de la pesca deportiva y del turismo natural en el embalse • Investigación de los recursos pesqueros. • Capacitar a los pobladores cercanos al embalse en las técnicas de acuicultura, para realizar cría de peces en recintos acuáticos. • Contribuir a la seguridad alimenticia y económica de las comunidades, a través del manejo sostenible de la tilapia y el sargento. |
| | 2 | 4 | 32 | |
| | 3 | 3 | 26 | |
| | 4 | 3 | 27 | |
| | 11 | 3 | 39 | |
| | 12 | 3 | 42 | |

| Impactos Socio-Ambientales Potenciales | Opción | Valor | Valor Acum | Medidas de Prevención y control |
|--|--------|-------|------------|--|
| C. Impactos socio-ambientales y riesgos potenciales sobre los Aspectos Socio-Económicos y Culturales | | | | |
| 8. Socioeconomía: La cuenca del río Indio, al igual que toda la región ROCC contiene núcleos familiares y pequeñas comunidades que viven mayormente en extrema pobreza. -En la construcción, se presentarán los siguientes impactos socio-ambientales y riesgos potenciales que son proporcionales al tamaño de cada opción: Habrá que desplazar entre 286 (opción 4) a 1,568 personas (opción 1); Habrá un impacto sobre la cohesión comunitaria, ya que una vez desplazada será difícil de reconstruir, más aún cuando los asentamientos sean más grandes; Habrá una fuerte reducción de las actividades comerciales de las poblaciones localizadas en la ribera del río; Habrá una pérdida de infraestructura; Habrá una pérdida de la producción agropecuaria que representa el 42% del consumo familiar; Habrá empleo local e ingresos, siempre y cuando se capacite a la población. Dada la pobreza de la región y la dispersión de su población, los costos directos de reemplazar la infraestructura económica y social son relativamente pequeños. Los costos mayores se asocian con los costos de compensación a las familias desplazadas y sus mecanismos para aminorara el impacto sobre la cohesión familiar y comunal. | 1 | 14 | 59 | C. Medidas de prevención, reducción y control socio-económicas 8. Socioeconomía <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de un plan de re-asentamiento y desarrollo humano para las comunidades, familias y personas que resulten afectadas por la/s opción/es seleccionada/s, que compense y resarza y especialmente mejore sus condiciones existentes • Evaluar cuales de las opciones cumplen con los requerimientos mínimos de volumen y confiabilidad, para aminorar un impacto innecesario sobre la población. • Programa de mejoramiento socio-económico de las comunidades que contempla: • Prevención, reducción y control del impacto directo del desplazamiento por inundación; • Prevención, reducción y control de la pérdida de producción para autoconsumo y comercio; • Prevención, reducción y control por la pérdida de la infraestructura social y cohesión social; • Prevención, reducción y control de la pérdida de la infraestructura económica. |
| | 2 | 11 | 43 | |
| | 3 | 8 | 34 | |
| | 4 | 8 | 35 | |
| | 11 | 12 | 51 | |
| | 12 | 12 | 54 | |
| 9. Recursos culturales El inventario arqueológico actual en la ROCC indica que existen 20 sitios arqueológicos conocidos de diferentes niveles de importancia. Se perderá información científica y cultural valiosa por la inundación. -Los sitios arqueológicos que serían afectados, han sido calificados de alta, moderada y baja importancia. Las opciones 1 y 2, reportan 1 sitio de alta importancia y el resto de opciones ninguna. Sin embargo, la opción 11 reporta el valor total más alto, porque reporta más sitios, 3 de moderada y 15 de baja importancia | 1 | 29 | 88 | 9. Recursos culturales Programa de investigación y salvamento o rescate de sitios arqueológicos de moderada a alta importancia. |
| | 2 | 15 | 58 | |
| | 3 | 8 | 42 | |
| | 4 | 8 | 43 | |
| | 11 | 30 | 81 | |
| | 12 | 18 | 72 | |

| Impactos Socio-Ambientales Potenciales | Opción | Valor | Valor Acum | Medidas de Prevención y control |
|--|--------|-------|------------|--|
| 10. Paisaje y recursos escénicos -Las opciones de agua 1 y 2, tienden a afectar un mayor número de lugares poblados que reportan recursos de interés para sus comunidades. | 1 | 11 | 99 | Desarrollar un programa comunitario para el desarrollo del turismo natural y de aventura, utilizando los paisajes y bienes y servicios escénicos |
| | 2 | 7 | 65 | |
| | 3 | 3 | 45 | |
| | 4 | 3 | 46 | |
| | 11 | 3 | 84 | |
| | 12 | 3 | 75 | |