1. INTRODUCCION

De acuerdo con lo planteado a nivel nacional, la adecuada distribución del recurso hídrico, requiere un modelo que permita su optimización bajo la dinámica natural del recurso y la participación activa de los principales actores (entidades del estado, ONG´S, gremios y los usuarios del agua en general).

Los elementos globales de un mecanismo de distribución comprende un proceso de planificación, manejo y conservación del recurso agua, en el que se consideren factores tales como: políticos, ambientales, culturales, jurídicos, institucionales, técnicos y una sincronización en su interactuar.

De acuerdo con lo anterior, la distribución del recurso agua debe comprender la satisfacción del usuario por el servicio prestado y la garantía de una entrega bajo condiciones de cantidad, calidad, oportunidad y equidad; razón por la cual un sistema eficiente debe considerar aspectos tan importantes como la planificación y construcción de infraestructura hidráulica y la creación de una organización que administre dicha estructura.

Partiendo de esta premisa, en la segunda fase del proyecto piloto de administración de aguas del río Bolo – "Río Bolo para Todos", se plantearon actividades con dan continuidad a los resultados obtenidos durante la fase I, haciendo énfasis en la evaluación hidráulica detallada, el bosquejo de un modelo conceptual para la evaluación técnico económica para el uso del agua superficial y subterránea en la cuenca del río Bolo y el proceso de participación y capacitación, uno de los pilares fundamentales de desarrollo del presente proyecto.

A continuación se hace una descripción general de las actividades desarrolladas y los resultados obtenidos.

Copia No Controlada CVC

Copia No Controlada CVC

2. ANTECEDENTES

Como consecuencia de la Ley 99 de 1993, desaparece en la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC lo que se conoció como *División de Aguas*, y junto con ella la *Sección de Administración de Aguas*, a través de la cual se atendían las labores de control y vigilancia sobre la distribución del recurso. Estas actividades fueron asumidas en la nueva estructura a través de funcionarios que debían cumplir con diversas actividades de diferentes temáticas, situación que influyó de manera directa sobre el nivel de atención de la distribución del agua.

La situación descrita ha sido manifestada en forma permanente por diferentes sectores de usuarios. Su inconformidad, la nueva estructura organizacional de la Corporación, la creciente y descontrolada demanda sobre el recurso agua y el desarrollo Normativo, han hecho "soñar" con organizar de manera conjunta "Institución – usuarios" con una entidad que vele por la administración y distribución eficiente de este recurso, que cada día es mas escaso.

A finales del año 2002, la CVC con la participación de la junta directiva de la Asociación de Usuarios del río Bolo – Asobolo, inició la estructuración de un proyecto en el cual se buscará mejorar las condiciones de aprovechamiento del agua, partiendo de reconocer los compromisos encargados por la ley acerca de la participación del Estado, en la administración de sistemas de distribución de aguas; y de los usuarios como los responsables de construir, operar y mantener las obras hidráulicas que los abastecen.

Resultado de toda esta labor se formuló el proyecto piloto de administración de aguas del río Bolo – "Río Bolo para Todos".

El Proyecto se estructuró en etapas, la primera de ellas se desarrolló mediante la contratación 0202 de 2003 durante el periodo enero del 2004 hasta mayo de 2005. En esta etapa se adelantaron las actividades de: Caracterización del área de trabajo, Inventario de usuarios, evaluación hidrológica, evaluación hidráulica preliminar, caracterización de actores, lineamientos para el plan de acción, planteamiento de una estructura organizativa y jornadas de Capacitación. Con la ejecución de esta primera etapa se identificaron como frentes de atención:

- **Aspectos organizacionales**: Fortalecimiento de la organización para la autogestión en la administración del agua
- **Gestión de la disponibilidad y la demanda**: Priorizar la formulación del plan de ordenamiento y manejo del territorio de la cuenca del río Bolo
- **Planificación y ejecución participativa de la infraestructura:** Evaluación de la infraestructura actual, mantenimiento del cauce principal y de la red de distribución

Copia No Controlada CVC

- **Fortalecimiento de la presencia institucional:** Determinación y evaluación de compromisos y nivel de intervención de actores
- **Sensibilización y educación en aspectos ambientales**: Trabajar con los usuarios para lograr la valoración ecológica y económica del recurso agua

Durante la fase I del proyecto se evidenció la necesidad de profundizar estudios concretos referentes a la necesidad de acotar el área de influencia del río Bolo, definiendo otras posibles fuentes de suministro en la zona, adelantar estudios en aspectos de calidad del agua, desarrollar evaluaciones hidráulicas y diseñar sistemas de medición y control, continuar en el trabajo conjunto con los usuarios de la zona alta y media en jornadas de capacitación y concertación de la organización.

Como resultado se analizó un modelo de organización para la administración del agua de riego y se propuso, conjuntamente con los usuarios una estructura administrativa, después de analizar varias alternativas para la estructura de la organización. El planteamiento de las diferentes alternativas propuestas requiere de análisis detallados, los cuales estén encaminados a estudiar la viabilidad y sostenibilidad económica y técnica.

Copia No Controlada CVC

3. LOCALIZACION

El área de la cuenca del río hasta su desembocadura es aproximadamente de 379.14 km², de los cuales el 70.7% se ubica en el municipio de Pradera, el 25.8% en Palmira, el 3.4% en Candelaria y el 0.1% en Florida.

La Cuenca del río Bolo se ubica en el flanco occidental de la cordillera Central, jurisdicción de los municipios de Pradera, Palmira y Candelaria, Departamento del Valle del Cauca. Limita al norte con la cuenca del río Nima, por el oriente con el departamento del Tolima, por el occidente con el Valle geográfico del río Cauca y por el sur con la cuenca del río Frayle.

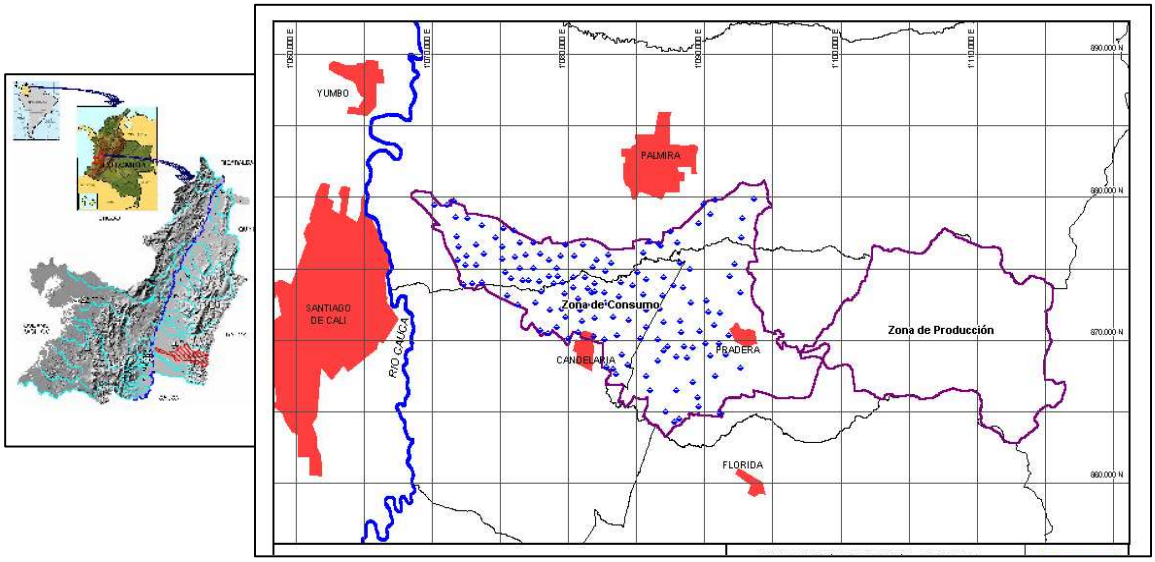


Figura No. 1. Localización general zona de estudio.

El río Bolo nace en el páramo de las Hermosas (3800m.s.n.m), presenta una longitud total de cauce de 64.22 km, y un caudal promedio de 3.9 m³/seg. (estación Bolo Arriba a una altura de 970 m.s.n.m). La confluencia de los ríos Bolo y Frayle dan origen al río Guachal. Sus principales afluentes son el río Aguaclara, las quebradas Bolo Blanco, El Silencio, El Danubio, La Esperanza, Los Negros, El Nogal, El Muerto, Tamboral, El Tablón y La Leona.

Copia No Controlada CVC

Copia No Controlada CVC

4. PLAN DE TRABAJO

Actividad 1: Comprende la **evaluación detallada de la infraestructura hidráulica** y posterior diseño de un sistema de medición y control. Las obras de trabajo fueron seleccionadas conjuntamente con los usuarios. Se adelantaron actividades de levantamiento topográfico de aquellas obras o estructuras consideradas como estratégicas, levantamiento de perfiles longitudinales, secciones transversales, niveles y levantamiento arquitectónico de la estructura. La intervención topográfica quedó amarrada a una poligonal construida a partir de 18 puntos GPS respectivamente monumentados.

Al finalizar esta actividad se conocieron las características del funcionamiento hidráulico de las obras efectuando recomendaciones para el mejoramiento del sistema de distribución o parte de el.

Complementario a esta labor se escogieron unos puntos sobre la red de distribución, donde se plantearon los diseños para un sistema de medición y control que permita a los usuarios y entes encargados de hacer vigilancia de los recursos naturales (CVC y a futuro la organización administradora), establecer de manera más precisa el caudal de tránsito en un canal en un momento determinado, información valiosa al momento de establecer planes de control y vigilancia.

Actividad 2: Asociada a los **procesos de participación y capacitación** a usuarios, con los cuales se buscó el empoderamiento por parte ellos, esta actividad se dividió en dos instantes. Un primer instante relacionado con la participación, el cual se inició con la presentación de los resultados obtenidos en la fase I, donde se manifestó la problemática de déficit existente en la zona y el planteamiento de posibles soluciones tendientes a mitigarlo, de igual manera sirvió para la escogencia de las obras a trabajar mediante la aplicación de una metodología de categorización de obras (selección y aprobación de criterios) de acuerdo con factores como número de usuarios beneficiados, uso, tipo de obra, orden de la fuente de abastecimiento y participación activa de usuarios entre otras. Una vez desarrollada la matriz, se obtuvo el listado de obras priorizadas. En desarrollo de estos mismos talleres, los usuarios de la zona media alta seleccionaron algunos temas de capacitación.

El segundo instante de trabajo con los usuarios, estuvo marcado por el desarrollo de los diferentes temas de capacitación, los cuales se convirtieron en espacios de encuentro de saberes y conocimientos por parte de los asistentes y de la persona encargada de desarrollar el tema.

Copia No Controlada CVC

Actividad 3: Se desarrolló teniendo como objetivo la **caracterización de la calidad de agua** a partir de información secundaria que existe en la CVC; a partir de ella se compararon los usos dados al agua (abastecimiento, agrícola, pecuario, recreación y vida acuática) frente a la normatividad ambiental vigente (decreto 1594/84). De igual, manera se aplicaron los índices de calidad ICA CETESB, ICA DINIUS y el índice de contaminación ICO.

Actividad 4: Se basó en la búsqueda preliminar de la mejor forma de **distribución del agua** entre los usuarios existentes, llegando a la conclusión que dado el nivel de producción hídrica de la fuente (datos existentes en CVC), se hacia necesario acotar el área piloto.

Actividad 5 : La finalidad de esta línea era establecer la **viabilidad económica de la organización,** para ello se hizo necesario la identificación y cuantificación de algunos impactos negativos y a sus vez compararlos con los beneficios que se pueden alcanzar producto de la puesta en marcha de la organización; para ello se desarrolló la matriz influencia – dependencia, con la cual se buscó categorizar en orden jerárquico los principales problemas generadores de la situación conflicto en el río Bolo. De igual manera se diligenciaron encuestas que buscaban conocer aspectos económicos asociados al manejo del agua y los impactos generados por no contar con ella en el momento oportuno.

Actividad 6: Establece las **competencias del ente que se encargaría de administrar el recurso hídrico** en la zona de influencia del río Bolo, para tal fin se consultaron documentos de casos exitosos en el mundo, sobre organizaciones lideradas por los usuarios, con las cuales se han mejorado las condiciones de distribución y manejo de agua, aminorando los conflictos que se presentan por esta labor. De igual manera se consultó la normativa ambiental vigente tratando de establecer las competencias propias dadas a algunos entes gubernamentales (CAR´S) y las que en algún instante podrían asumir los usuarios a través de la organización. Al final se obtuvo un documento de trabajo (borrador de estatutos) que fue dejada a consideración de los usuarios.

Es necesario dejar en claro que el desarrollo de cada una de estas líneas de trabajo, permitió generar información relevante para la consolidación a futuro de ese "Ente" encargado de la administración del recurso hídrico en la cuenca del río Bolo.

Copia No Controlada CVC

5. EVALUACION HIDRAULICA DETALLADA

Como se mencionó en el plan de trabajo, el punto inicial para adelantar la evaluación detallada de la infraestructura hidráulica, consistió en un levantamiento topográfico que incluyera el amojonamiento de 18 puntos GPS, el levantamiento arquitectónico y la nivelación; a continuación se describe el proceso.

5.1 ESTUDIO TOPOGRAFICO

Este estudio hace parte de la Fase II del proyecto río Bolo para Todos, donde se realizó la evaluación detallada de la infraestructura hidráulica del sistema de distribución de aguas del río Bolo y el diseño del sistema principal de medición y control, para esto se cuenta con un inventario de obras hidráulicas de gran importancia para el mejoramiento del abastecimiento. Por lo tanto, es necesario el estudio topográfico de las obras identificadas tales como canales, captaciones y obras de reparto; en el cuadro No. 1 se relacionan los sitios seleccionados para la evaluación.

Cuadro No. 1. Sitios seleccionados para la evaluación

No	Derivación	Sitio	No	Derivación	Sitio
1	**Derivación 1**	Estructural principal	12	**Derivación 2**	Estructural principal
2		Drenaje natural de la vía	13	**Derivación 3**	Estructural principal
3		Intersección Qda El Muerto	14		Captación predio Cantarohondo
4		Viaducto	15		Subderivación 3-1
5		Subderivación 1-1	16		Ramificación 3-1-1
6		Subderivación 1-2	17		Subramificación 3-1-1-1
7		Subderivación 1-3	18		Ramal 3-1-1-1-1
8		Ramificación 1-2-1	19		Ramal 3-1-1-1-2
9		Subderivación 1-4	20		Ramal 3-1-1-1-3
10		Subderivación 1-5	21		Ramal 3-1-1-1-4
11		Subderivación 1-6	22		Subramal 3-1-1-1-2-2

Copia No Controlada CVC

Cuadro No. 1. Sitios seleccionados para la evaluación (Continuación).

No	Derivación	Sitio	No	Derivación	Sitio
23		Subderivación 3-2	31		Subderivación 4-1
24		Subderivación 3-4	32		Subderivación 4-3
25		Subderivación 3-5	33		Subderivación 4-4
26		Ramificación 3-5-1	34		Subderivación 4-5
27		Obra Sarita - Mc	35		Subderivación 4-6
28		Subderivación 3-6	36		Ramificación 4-6-1
29	**Derivación 4**	Estructura principal	37		Subderivación 4-7
30		Subderivación 4-1´	38		Subderivación 4-8

Para el desarrollo del objeto de este estudio se programaron las siguientes actividades:

5.1.1 Visita de Reconocimiento de la zona de estudio

Para efectos de planificación se efectuó una visita de reconocimiento, que permitiera definir las rutas que dinamizaran el proceso y establecer una descripción detallada de los requerimientos necesarios para la evaluación hidráulica de cada sitio.

5.1.2 Revisión Cartográfica

Una vez conocida la distribución espacial preliminar de los sitios a evaluar, fueron localizados sobre la cartografía existente de la zona a escala 1:10000, de igual manera se ubicaron preliminarmente los 10 puntos GPS, los cuales servirán de apoyo topográfico.

5.1.3 Materialización de Puntos de Apoyo Topográfico

De acuerdo con los requerimientos de la CVC, se planteó la necesidad de materializar 18 puntos de apoyo topográfico con mojones en concreto de 30cm x 30cm x 40 cm, que sobresalen 10 cm, con placa de bronce incrustada. Todas las placas presentan su respectiva nomenclatura, encabezada por: **CVC PROAGUA – PLACA # - JULIO 2006.**

Copia No Controlada CVC

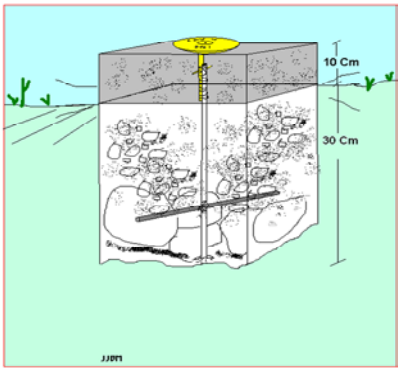


Figura No. 2. Aspectos constructivos de la monumentación

Foto No. 1. Construcción y aspecto final de los puntos de apoyo materializados (gps)

Sin embargo, éstos 18 puntos convenidos para el apoyo topográfico no fueron suficientes para cubrir la zona de estudio, dada la localización aislada de 4 sitios, para lo cual y por conveniencia de facilitar el amarre topográfico se materializaron tres pares de puntos para ser posicionados y que sirvieran de apoyo topográfico para estos sitios, esta materialización se realizó con mojones de 15 x 15 x 20 cm con sifones incrustados.

5.1.4 Posicionamiento con GPS y Post-proceso

El posicionamiento Estático-Diferencial minimiza los errores sistemáticos asociados con los relojes de los satélites y las efemérides, lo cual, sumado a la no disponibilidad de las efemérides precisas para los usuarios civiles, hace que el posicionamiento Relativo o Estático-Diferencial sea el más recomendable.

Copia No Controlada CVC

En consecuencia, el número mínimo de receptores debe ser dos, pero su incremento produce aumento de la producción, múltiple conexión entre estaciones adyacentes, repetición de líneas de base y mayor rigidez geométrica. Razón por lo cual se utilizaron tres receptores en el posicionamiento y un formato único para los archivos RINEX (Receiver Independent Exchange Format).

Foto No. 2. Proceso de posicionamiento Estático - Diferencial

Se partió del punto GPS 38 de la Red de Apoyo del PMC, localizado en la estación Bolo Los Minchos y se posicionó a partir de éste la Placa 4 por encontrarse aproximadamente en el centro de la zona de estudio con un tiempo de captura de datos de 2 horas, luego este punto se toma como base para el posicionamiento de los demás con tiempo de captura de datos de 30 minutos.

Finalizado el trabajo de campo se procedió a descargar la información organizando los archivos obtenidos en carpetas diferentes por fecha, construyendo una ficha de control con datos de fecha, posición ocupada, nombre del archivo hora de inicio, hora final de la toma y altura instrumental medida.

El post-proceso fue realizado con el software Trimble Total Control.

Posterior a esto fueron cargados los archivos con los cuales se construyeron las líneas y se efectuó el primer procesamiento de vectores. En esta etapa se debe tener en cuenta la carga de la totalidad de las líneas y su condición de fijas, en caso contrario se deben cargar por separado las líneas faltantes y depurar los datos.

Una vez se encuentran todas las líneas fijas se efectúa el segundo procesamiento consistente en el calculo de la red de vectores previamente cargados, obteniendo un reporte del método Chi-square indicando si los resultados del ajuste de la red aprueba o no con un 95% de confianza, este procesamiento se complementa fijando las coordenadas de los puntos de control horizontal y vertical y adoptando una estrategia de pesos adecuada a los resultados obtenidos en el procesamiento de las líneas, una vez aprueba el test, genera un reporte estadístico de precisiones con las coordenadas finales y los errores obtenidos por punto. En el siguiente cuadro se ilustran las coordenadas de los puntos GPS.

Copia No Controlada CVC

Cuadro No. 2. Coordenadas geográficas y planas de los puntos de apoyo topográfico

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	NORTE	ESTE
Placa 1	3º24´49.6" N	76º11`36.9"W	869285.77	1098247.15
Placa 2	3º24´45.1" N	76º11´41.0" W	869146.56	1098122.48
Placa 3	3º24´27.7" N	76º12´27.6" W	868610.16	1096685.13
Placa 4	3º24´21.0" N	76º12´47.1" W	868404.78	1096080.89
Placa 5	3º24´28.9" N	76º13´09.7" W	868646.87	1095383.91
Placa 6	3º24´38.6" N	76º13´14.2" W	868942.13	1095244.55
Placa 7	3º24´50.2" N	76º13´27.7" W	869299.87	1094828.49
Placa 8	3º24´50.2" N	76º13´43.1" W	869298.49	1094352.43
Placa 9	3º24´42.0" N	76º14´16.2" W	869046.51	1093330.28
Placa 10	3º24´30.1" N	76º14´17.4" W	868679.34	1093294.73
Placa 11	3º23´41.5" N	76º14´36.7" W	866879.69	1093061.02
Placa 12	3º23´41.7" N	76º14´37.6" W	866886.57	1093033.19
Placa 13	3º24´39.1" N	76º12´47.2" W	868653.47	1096441.61
Placa 14	3º24´40.0" N	76º12´47.1" W	868679.71	1096443.58
Placa 15	3º24´43.0" N	76º13´04.7" W	868771.88	1095901.53
Placa 16	3º24´43.0" N	76º13´02.4" W	868772.55	1095971.22
Placa 17	3º24´54.2" N	76º12´26.6" W	869117.689	1097078.217
Placa 18	3º24´54.1" N	76º12´02.4" W	869114.649	1097109.218

5.1.5 Nivelación

Se utilizaron procedimientos de nivelación geométrica para todos los puntos de apoyo topográfico y para los sitios donde se encuentran obras de reparto. Para la nivelación de los puntos se utilizó como BM el NP B123CW3, perteneciente a la red de nivelación geodésica del IGAC y para las obras se utilizaron como BM los puntos de apoyo topográfico más cercanos a éstas.

Foto No. 3. Proceso de levantamiento de información por parte de la comisión topográfica encargada de realizar la actividad de nivelación

Copia No Controlada CVC

Cuadro No. 3. Cotas de apoyo topográfico trabajados

PUNTO	COTA	PUNTO	COTA
Placa 1	1282.072	Placa 10	1069.549
Placa 2	1273.932	Placa 11	1054.728
Placa 3	1177.963	Placa 12	1053.691
Placa 4	1149.553	Placa 13	1168.874
Placa 5	1125.372	Placa 14	1163.211
Placa 6	1118.426	Placa 15	1144.333
Placa 7	1103.504	Placa 16	1147.072
Placa 8	1090.359	Placa 17	1194.575
Placa 9	1068.761	Placa 18	1194.422

5.1.6 Levantamiento Arquitectónico de Obras

Dado el detalle que se requiere para la diagramación de las obras existentes en los sitios a evaluar, se realizó el levantamiento arquitectónico de las estructuras presentes, con una comisión conformada por dos personas haciendo las medidas necesarias de estas y sus respectivos esquemas.

Se encontró que de los 38 sitios a evaluar 30 cuentan con obra.

Foto No. 4. Aspectos del levantamiento arquitectónico de las obras trabajadas

En esta actividad se tomaron los niveles necesarios para complementar los esquemas de las estructuras, por tratarse de distancias tan cortas se recurrió a un nivel de mano, y se utilizó el BM que se dejó en cada estructura.

5.1.7 Levantamiento Topográfico

Se realiza el levantamiento plani-altimétrico de los sitios a evaluar, teniendo en cuenta los requerimientos establecidos y presentados en el cuadro No. 2.

Para llevar a cabo esta actividad primero se realiza el amarre topográfico a los puntos de apoyo GPS. Con el amarre realizado se efectúa la captura de datos de todos los elementos que conforman el sistema de conducción de aguas, con un alto nivel de detalle definiendo coordenadas y cotas.

Copia No Controlada CVC

El equipo utilizado permite la medición electrónica de ángulos y distancias con un error angular de 5" y en distancia de 1 mm + 5 ppm, además permite almacenar la información del levantamiento en un colector de datos interno.

La información obtenida en campo se procesa en AUTOCAD LAND generando el dibujo de planos en formato DWG.

5.1.8 Procesamiento de Información

En esta actividad se ha contemplado:

- Postproceso de puntos GPS y construcción de fichas descriptivas de los puntos.
- Cálculo y ajuste de la nivelación.
- Dibujo en planta y en 3D de las estructuras.
- Cálculo y procesamiento de los datos colectados en el levantamiento topográfico.
- Dibujo en planta de cada sitio a evaluar.
- Construcción de secciones transversales de cada sitio.
- Construcción de perfiles longitudinales de cada sitio.
- Elaboración del informe final.

5.2 EVALUACION DETALLADA DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA PRIORIZADA

De acuerdo con información existente en la CVC, cerca del 86% de las asignaciones vigentes están destinadas a suplir las necesidades hídricas de los cultivos establecidos.

Desarrollar una actividad agropecuaria debiera contemplar un mínimo impacto ambiental y social. La CVC con la implementación del proyecto piloto de administración de aguas del río Bolo – "Río Bolo para Todos", busca generar un empoderamiento por parte de los usuarios frente al manejo eficiente del agua, a través de la creación de una organización que administre este recurso; aunado a esta situación se debe considerar la infraestructura hidráulica, elemento fundamental en los procesos de distribución.

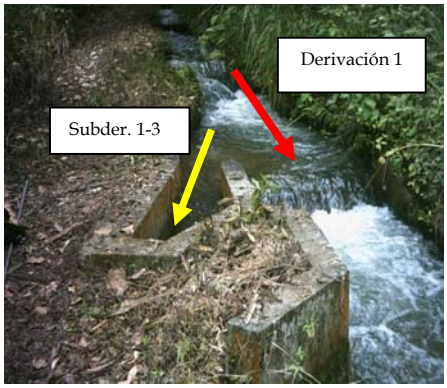
El proceso de evaluación hidráulica se desarrolló en 38 obras, las cuales fueron seleccionadas de manera conjunta entre la CVC y los usuarios del agua, mediante la aplicación de unas técnicas de priorización; ellas corresponden a obras principales (derivaciones) y obras existentes al interior de la distribución (subderivaciones, ramificaciones, ramales, etc), en las cuales se presentan problemas asociados a baja operatividad de la obra, o ausencia de una obra civil que garantice el tránsito de caudal hacia una zona de interés.

A cada una de las obras objeto de la evaluación se hace una ficha que contenga la siguiente información:

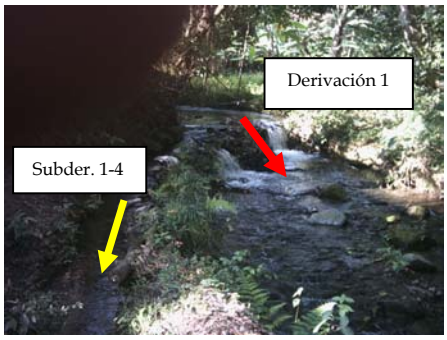
Copia No Controlada CVC

- Descripción de la situación actual de la obra.
- Cálculo de niveles de agua sobre los canales de llegada y salida
- Verificación de los porcentajes de derivación de aguas que tiene la estructura y su comparación con los valores asignados.
- Chequeo hidráulico en el funcionamiento de los vertederos u orificios sumergidos que posea la estructura.
- Determinación de la flexibilidad que ofrece la estructura frente a incrementos de caudal que puede manejar sin presentar desbordamientos o cambios negativos en las condiciones hidráulicas de funcionamiento.

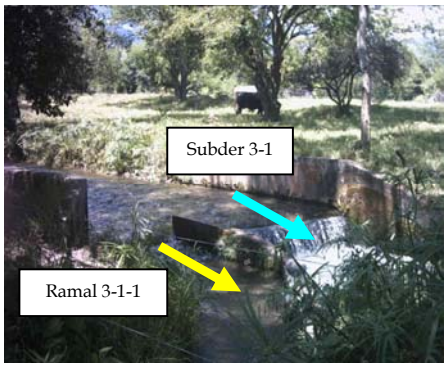
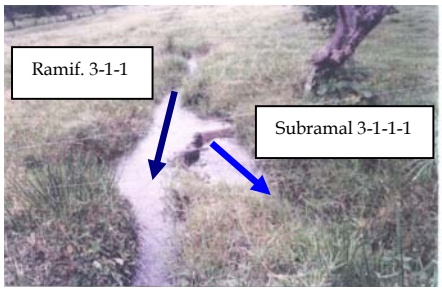
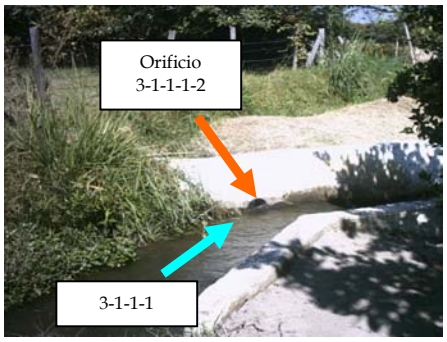
Cuadro No. 4. Detalle de obras evaluadas.

OBRA	OBSERVACIÓN
	Obra derivación 1-2: Obra de reparto relativamente nueva (orificio), la comunidad destruyó el tubo colocado y amplió el orificio. De acuerdo con la evaluación hidráulica, el orificio actual está captando el 22 % del caudal que llega al sitio y de acuerdo con la reglamentación este valor no debe ser superior al 20 %. Por lo anterior, el diámetro y la cota de batea del orifico actual están de acuerdo con lo reglamentado.
	Ramificación 1-2-1: Es una estructura que se estaba construyendo, pero los usuarios la rechazaron e iniciaron su demolición, destruyéndola parcialmente. En la actualidad la partición se realiza en tierra, inmediatamente aguas arriba de la estructura.
	**Obra 1-3:** Es una obra antigua que se observa en buen estado. Según los habitantes de la zona "este tipo de obra de reparto es la que mejor funciona. El vertedero garantiza una carga de agua pareja y la lámina que se instala garantiza la partición en el porcentaje esperado. Además es de fácil mantenimiento". La sección transversal representativa del tramo de llegada a la obra de reparto es suficiente para transportar sin desbordamiento el caudal asignado.

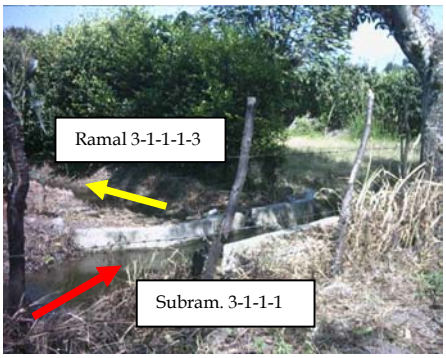
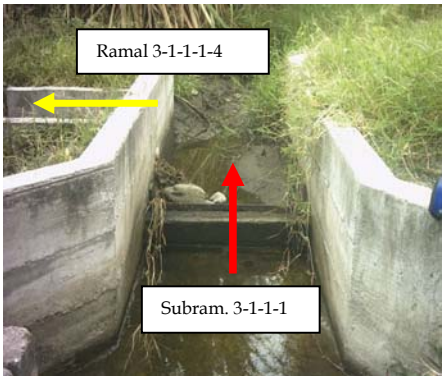
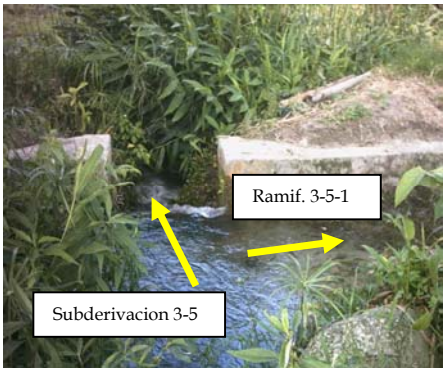
Copia No Controlada CVC

	**Obra 1-4:** Actualmente no se efectúa captación de aguas, pues la subderivación se encuentra abandonada (presenta material grueso y vegetación). la captación se realizaba por la desviación del agua que ocasiona un pequeño muro en gaviones. Si se desea rehabilitar la toma, el sitio es propicio para la construcción de una estructura de reparto con captación a través de orificio lateral.
	Obra 1-5: En general la estructura se encuentra en buen estado, aunque presenta un proceso de socavación local que ha dejado la losa de piso de aguas abajo prácticamente en el aire; se requiere la construcción de un recalce que podría ser en concreto ciclópeo. La derivación se hace a través de un orificio lateral de 5 pulgadas de diámetro, ingresando el agua a una caja en concreto, para posteriormente ser conducida por tubería de diámetro 6 pulgadas en un tramo de 8.6 metros de longitud y finalmente pasar a canal abierto.
	Obra 1-6: Es una obra recién construida donde el caudal a captar se obtiene mediante un orificio lateral. Para aumentar la carga hidráulica sobre el orificio se han colocado guaduas para formar un trincho que sobreeleva el nivel del agua. La estructura presenta, al igual que la Subderivación 1-5, un proceso de socavación local que ha dejado la losa de piso de aguas abajo prácticamente en estado incipiente de falla. Aquí se requiere la construcción de un recalce que podría ser en concreto ciclópeo.
	Obra 3-1: Consiste en una estructura en concreto que efectúa partición proporcional del caudal que llega mediante la utilización de una lámina metálica. Aunque es antigua tiene buenas condiciones y presenta características favorables para acondicionar un sistema de medición. Requiere de mantenimiento, tanto en la estructura como en la acequia, se observó presencia de sedimento grueso.

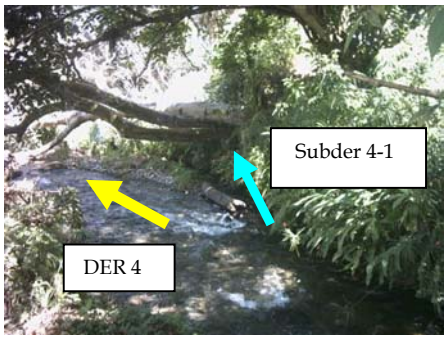
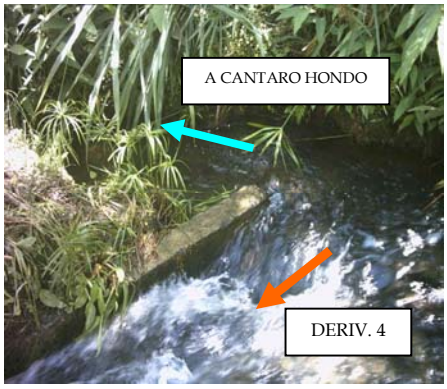
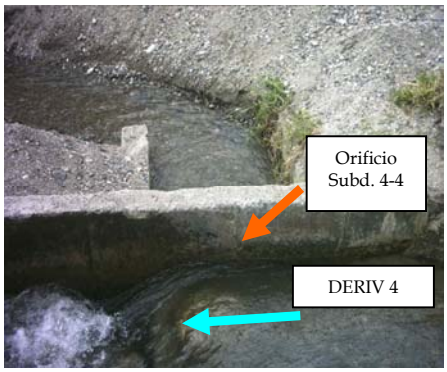
Copia No Controlada CVC

	**Obra 3-1-1:** Consiste en una estructura en concreto que efectúa partición proporcional del caudal que llega mediante la utilización de una lámina metálica. Es una estructura antigua en buenas condiciones y presenta características favorables para implementar sistemas de medición con mira metálica. Requiere de mantenimiento, tanto en la estructura como en la acequia; el cauce de la 3-1-1 presenta una baja capacidad de conducción, hasta el punto de que se producen desbordes que inundan los potreros aledaños y el agua retorna al cauce de la 3-1 de donde se había derivado.
	**Obra 3-1-1-1**: No existe obra de reparto, sin embargo es un sitio que posee características topográficas adecuadas para generar condiciones hidráulicas propicias para construir una estructura de reparto. El pequeño caudal que continúa por el cauce principal de la ramificación 3-1-1 se desperdicia aguas abajo por infiltración.
	**Obra 3-1-1-1-2:** Es una obra antigua en buenas condiciones estructurales, el orificio de salida se encuentra alto respecto del nivel del vertedero, le han colocado tablones para elevar el nivel del agua. Después de derivar las aguas del ramal 3-1-1-1-2 la estructura es usada con fines recreacionales dentro del predio La Isla. Consiste en una estructura en concreto que está diseñada para efectuar derivación del caudal que llega mediante la utilización de un orificio sumergido. Requiere de mantenimiento en la acequia, se observó presencia de vegetación invadiendo el cauce de la 3-1-1-1 lo cual disminuye su capacidad de conducción.
	Obra 3-1-1-1-2-2: Captación de aguas que se efectúa mediante la construcción de un trincho utilizando piedras y otros materiales del sitio; la misma se encuentra invadida de vegetación y sedimento grueso, lo cual indica falta de mantenimiento por parte de los usuarios. El canal sin revestir que conduce las aguas derivadas presenta una sección transversal disponible, suficiente para transportar el caudal asignado. Sería conveniente pensar en una conducción a gravedad por tubería para minimizar pérdidas por infiltración.

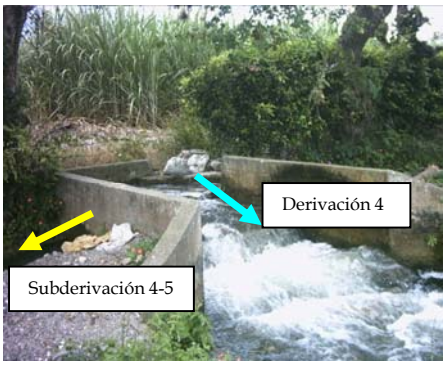
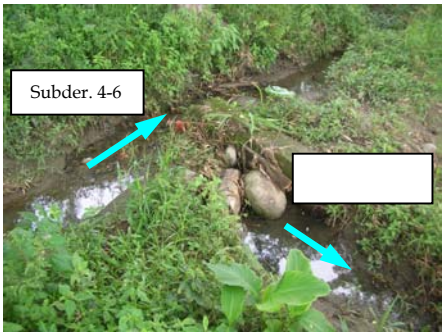
Copia No Controlada CVC

	**Obra 3-1-1-1-3:** Obra relativamente nueva, posee vertedero transversal provisto de lámina metálica sobre su cresta. La captación se efectúa a través de una escotadura obtenida con la demolición del muro lateral de la margen izquierda en la cual ha quedado el refuerzo expuesto trabajando como una rejilla. Esta condición de captación del agua no permite tener claridad sobre el caudal realmente derivado. Requiere de mantenimiento, tanto en la estructura como en la acequia, se observó presencia de sedimento grueso.
	**Obra 3-1-1-1-4**: Consiste en una estructura en concreto que efectúa derivación del agua asignada mediante la utilización de un orificio lateral de 2 pulgadas de diámetro. La arquitectura hidráulica de la obra está provista de un vertedero transversal y muros laterales que confinan el flujo. Se observa que el nivel del orificio de toma ha quedado muy alto respecto al nivel del vertedero. Por lo anterior, los usuarios deben intervenir la cresta del vertedero para lograr la captación del agua. Requiere de mantenimiento en la acequia, pues se observó presencia de mucho sedimento grueso.
	Obra 3-4: Se trata de una captación de aguas que se efectúa mediante la construcción de un trincho utilizando piedras del cauce. Teniendo en cuenta que el caudal que se tiene asignado es bajo, se recomienda continuar efectuando la captación de aguas de manera artesanal.
	**Obra 3-5-1:** Captación de aguas que se efectúa mediante un muro en concreto que fija el nivel del agua hacia aguas arriba facilitando la captación y a su vez está provisto de una escotadura rectangular a través de la cual pasa el caudal que sigue por el cauce principal de la Subderivación 3-5.La captación se encuentra invadida de vegetación y sedimento grueso, lo cual indica falta de mantenimiento por parte de los usuarios. Sería conveniente pensar en una conducción a gravedad por tubería para minimizar pérdidas por infiltración.

Copia No Controlada CVC

	**Obra 4-1:** Se trata de una captación de aguas que se efectúa mediante la construcción de un trincho utilizando piedras y el tronco de un árbol. El cauce principal de la Derivación No.4 en este sector se encuentra un poco profundo, por lo que la captación tiene un tramo paralelo a él. La captación se encuentra invadida de vegetación y sedimento grueso, lo cual indica falta de mantenimiento por parte de los usuarios. Sería conveniente pensar en una conducción a gravedad por tubería para minimizar pérdidas por infiltración.
	**Obra 4-1´:** La obra se encuentra totalmente cubierta de vegetación y sedimento grueso, la misma se realiza por el extremo de aguas arriba de la aleta de entrada derecha. Aparentemente no hay elementos caídos, se requiere programar una limpieza de la estructura para evaluar las obras de reparación necesarias. El canal sin revestir que conduce las aguas derivadas presenta muchos sitios de desbordamiento, anegando las áreas aledañas. Sería conveniente pensar en una conducción a gravedad por tubería para minimizar pérdidas por infiltración y desbordamientos.
	Obra 4-3: Consiste en una caja derivadora en concreto que efectúa la captación del agua sin un sistema de control hidráulico que permita conocer que porcentaje del caudal que llega se esta captando. De esta caja derivadora pasa el agua a través de una tubería de 12 pulgadas de diámetro cruzando la vía que conduce al corregimiento de Lomitas y entregando finalmente en un canal sin revestimiento mediante un cabezal de concreto. Requiere de mantenimiento, tanto en la estructura como en la acequia, se observó la presencia de sedimento grueso.
	**Obra 4-4**: Consiste en una derivación de aguas que se efectúa a través de un orificio de 8 pulgadas de diámetro. La estructura está provista de un vertedero transversal de fondo y muros laterales con sus respectivas aletas también en concreto. La estructura se encuentra en buen estado. El orificio de toma ha sido agrandado y se han colocado piedras en el vertedero con el fin de aumentar la carga hidráulica sobre el orificio y derivar mayor caudal.

Copia No Controlada CVC

	**Obra 4-5**: Consiste en una estructura en concreto que efectúa derivación del agua asignada mediante la utilización de un orificio lateral de 15 cms de diámetro. Requiere de mantenimiento en la acequia, pues se observó presencia de mucho sedimento grueso. En la actualidad esta subderivación es interceptada por la población de Pradera.
	Obra 4-6: Corresponde a una estructura antigua en buen estado. No presenta socavación a la salida, lo que indica que el pozo de disipación ha cumplido bien su función. Los tramos adyacentes a los vertederos se encuentran colmatados. Se han colocado piedras en el primer vertedor para aumentar la carga hidráulica sobre el orificio derivador. La estructura está provista de un orificio lateral de 16 centímetros de diámetro, dos vertederos transversales de fondo conformando un pozo de disipación de energía y muros laterales con sus respectivas aletas también en concreto.
	**Obra 4-6-1**: No existe obra de reparto y además es un sitio que no posee características topográficas adecuadas para generar condiciones hidráulicas propicias para construir una estructura de reparto, debido a las suaves pendientes de llegada y salida. Los pequeños caudales que continúan tanto por el cauce principal de la Subderivación 4-6 como por la Ramificación 4-6-1 son susceptibles de perderse aguas abajo por infiltración. Sería conveniente pensar en una conducción a gravedad por tubería para minimizar las perdidas.

5.3 DISEÑO DE ESTRUCTURAS PARA CONTROL DE FLUJO Y MEDICION DE CAUDALES

Con la expedición del Decreto 155 del 22 de diciembre de 2004, *"por la cual se reglamenta el articulo 43 de la ley 99 de 1993, sobre tasas por utilización de aguas "*, se inició nuevamente la facturación por utilización de aguas por parte de la CVC, estableciéndose una serie de condiciones para su cobro, lo cual se menciona en el articulo 12 del mencionado Decreto: *"El valor a pagar por cada usuario estará compuesto por el producto de la tarifa de la tasa por utilización de aguas (TU), expresado en pesos/m^3, y el volumen captado (V), expresado en metros cúbicos (m^3), corregido por el factor de costos de oportunidad"*

Copia No Controlada CVC

Con la intención de implementar este decreto, la CVC ha adelantado reuniones con los grandes usuarios del agua (sector cañicultor) en las cuales se ha debatido los mecanismos de medición.

En este orden de ideas, esta etapa de desarrollo del proyecto del río Bolo busca diseñar estructuras de control y medición de caudales que permitan no solo a la CVC, sino a los usuarios en general, poder conocer el caudal de tránsito de agua de un canal en un momento determinado, situación que favorecería la implementación de cualquier medida de control frente al manejo eficiente del agua. Dichas estructuras deberán ser flexibles en operación, en aquellos instantes en que una zona no requiera ser atendida, y este caudal pueda ser destinado a cubrir las necesidades de agua de otra área.

A continuación se mencionan algunas de las consideraciones tenidas en cuenta:

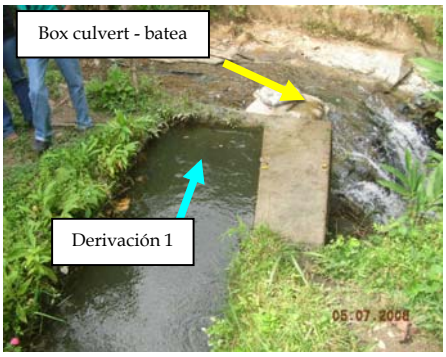
- Permiten controlar el paso de caudales y regresar excedentes al río.
- Facilitan la modificación (incremento o disminución) de los caudales asignados en los sitios de reparto de aguas (flexibilidad de operación)
- Disponen de elementos que permiten obtener el caudal con base en una relación nivel vs. caudal (v.gr: vertederos).
- En general serán obras de fácil operación y en el tema de medición de caudales arrojarán resultados con un nivel de precisión aceptable.

En el cuadro No. 5 y No. 6 se presentan los detalles y costos de las obras.

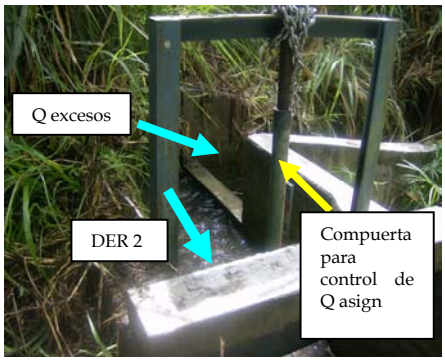
Cuadro No. 5. Detalle de obras evaluadas con diseños planteados

OBRA	OBSERVACIÓN
	Derivación 1 (estructura principal): La captación se realiza mediante un trincho construido con material del cauce del mismo río. Con el fin de efectuar el control de los caudales derivados, se construyó, 130 metros aguas abajo sobre el canal de la derivación, una estructura en concreto reforzado provista de compuerta metálica deslizante y un vertedero automático para rebosar los caudales captados de exceso y regresarlos al río Bolo. ***Se realizó diseño de estructura de medición y control.***

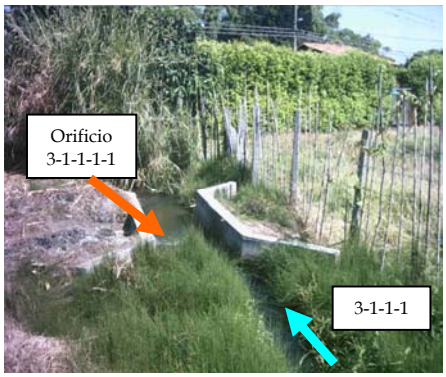
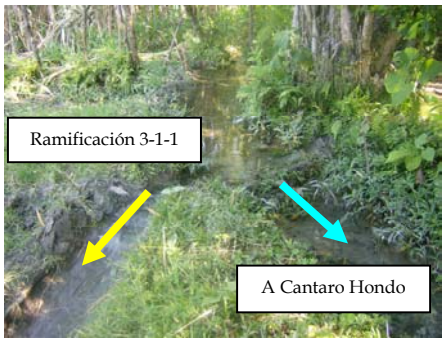
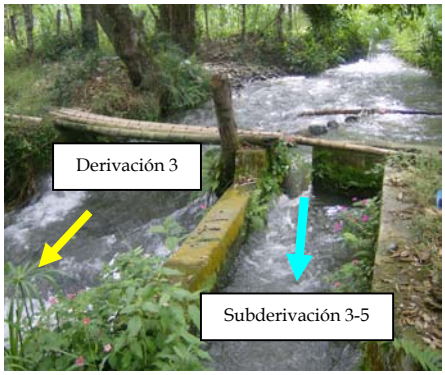
Copia No Controlada CVC

	Drenaje natural de la vía: El canal o cauce de la Derivación No.1 cruza por debajo de una estructura en concreto tipo batea. A través de esta batea transitan las aguas de escorrentía que capta una alcantarilla ubicada en la parte alta del barranco sobra la banca de la vía. La obra se observó en buenas condiciones, excepto por un proceso de erosión local que está socavando la cimentación de la estructura amenazando no solo la batea sino también el cauce de la Derivación 1. Esta situación se agrava cuando se abre la compuerta del fondo del canal para la limpieza, pues el chorro cae de gran altura (aproximadamente tres metros). ***Se hizo diseño de presa en gaviones.***
	**Cruce derivación 1 con la Qda El Muerto**: Este cruce se hace a través de una estructura en concreto tipo Box Culvert en la cual la tapa funciona como batea. La obra se observó en muy malas condiciones producto de un fuerte proceso de desgaste de la losa de tapa y además existe un proceso de erosión local que está socavando la cimentación de la estructura amenazando no solo el box culvert sino también el cauce de la Derivación 1. ***Se diseño Box Culvert y presa en gaviones.***
	Canal derivación 1: El cauce de la derivación 1 presenta un desarrollo que en el 75 % del recorrido entre la captación en el río Bolo y el cruce con la vía a Potrerito está excavado a media ladera donde en la parte superior existe la vía en mención y en la parte inferior el cauce del río. Hay sectores donde el desnivel vertical existente entre el canal de la derivación 1 y el cauce del río Bolo es del orden de 30 metros o superior. En este tramo de cauce se encuentran situaciones críticas de inestabilidad como consecuencia de la infiltraciones de agua y obras de confinamiento lateral tipo muros (en ladrillo y/o concreto) que son desbordadas. ***Se realizó diseño de revestimiento del canal.***

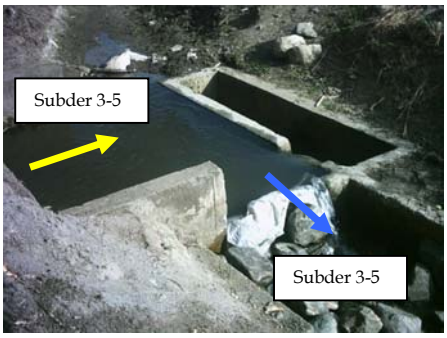
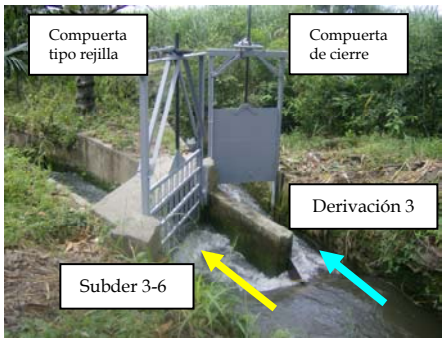
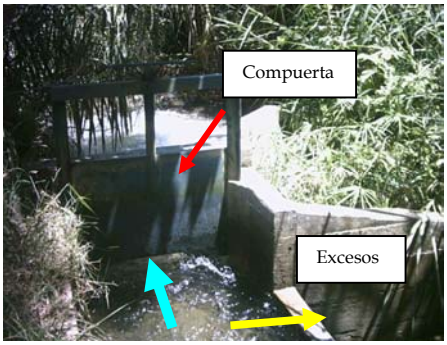
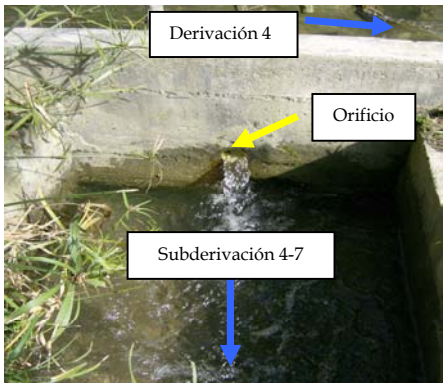
Copia No Controlada CVC

	Obra 1-1: Se encuentra ubicada en el sitio donde la planta del acueducto de Lomitas capta sus aguas. La estructura de captación de las aguas corresponde a los diseños utilizados por el programa PAAR el cual efectuó los trabajos de mejoramiento de esta planta. Aunque la estructura partidora existente no presenta condiciones hidráulicas adecuadas para conocer el verdadero valor de caudal captado, sí ofrece garantías para que se deriven las aguas requeridas por el acueducto para el consumo humano de la comunidad de Lomitas. ***Se hizo diseño de presa en gaviones para estabilización de fondo.***
	Viaducto: Consiste en una tubería tipo Novafort de 12 pulgadas de diámetro con una longitud de 35 metros y apoyada en toda su longitud en elementos verticales de madera. Se requiere construir un viaducto con mejores materiales de apoyo, puede ser colgante con cables. Se necesitan cabezales de entrada y de salida. Existe un sector aguas abajo a la salida del viaducto, donde el canal va a media ladera y el agua se está infiltrando en el barranco, con el peligro de inducir un deslizamiento. ***Se realizó diseño de apoyos, anclajes y pendolones resuspensión.***
	**Obra derivación 2:** Se realiza mediante un trincho conformado con material de arrastre. Con el fin de de efectuar el control de caudales derivados se construyo aproximadamente 300 m aguas abajo, sobre el canal de derivación, una estructura en concreto reforzada provista de compuerta metálica deslizante para suspender el agua a la derivación cuando se requiera. De acuerdo con lo observado en campo, la estructura no esta cumpliendo la función de control. ***Se diseño el sistema de medición.***
	Derivación 3 (estructura principal): La toma se hace mediante el sistema de trincho construido con piedras del mismo río. El sitio tiene una barra grande consolidada, con un canal lateral pequeño que utiliza el río como aliviadero en caudales de creciente. No se construyó la protección en piedra pegada de aleta a aleta, quedando zonas susceptibles de erosionarse en la solera del canal. Con el fin de efectuar el control de los caudales derivados con el trincho, se construyó 30m aguas abajo sobre el canal de la derivación, una estructura en concreto reforzado provista de 2 compuertas metálicas deslizantes y un vertedero automático. Se hizo diseño del sistema de medición y control y de la modificación del vertedero de excesos.

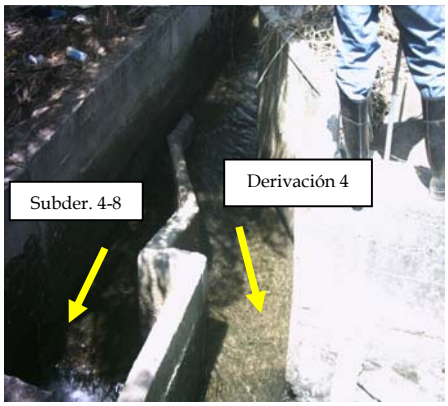
Copia No Controlada CVC

	**Obra 3-1-1-1-1**: Consiste en una estructura en concreto que está diseñada para efectuar derivación del caudal que llega mediante la utilización de un orificio sumergido; sin embargo este se encuentra fuera de servicio y en su defecto los usuarios excavaron un canal aguas debajo de la estructura y derivan hacia la izquierda sin ningún control las aguas. Es una estructura recién construida, el orificio de captación se aprecia muy alto respecto a la cresta del vertedero. ***Se hizo diseño del sistema de medición y control***.
	Obra 3-2: Consiste en una estructura en concreto que efectúa la derivación del agua asignada mediante la utilización de un orificio lateral. La morfología del cauce aguas inmediatamente aguas arriba de la obra favorece la acumulación de sedimentos hacia la parte interior. Los muros laterales de la obra no están empotrados de una manera adecuada en el terreno aledaño. ***Se diseño estructura medición y control.***
	**Obra captación Cantarohondo:** Captación de aguas sin la existencia de una estructura quien permita controlar el caudal derivado. La captación se encuentra invadida de vegetación y sedimento grueso, lo cual indica la falta de mantenimiento por parte de los usuarios. Seria conveniente pensar en una conducción a gravedad por tubería para las aguas del predio Cantarohondo y así minimizar perdidas por infiltración y desbordamiento. ***Se diseño una estructura de medición.***
	**Obra 3-5**: Consiste en una estructura en concreto provista de muros laterales que confinan el paso del agua, un vertedero transversal de fondo que induce un gradiente hidráulico del orden de 40 cms entre los niveles de agua de aguas arriba y aguas abajo, y la derivación del agua se efectúa a través de una abertura de 31 cms de ancho por 66 cms de altura practicada al vertedero. El sistema de derivación no muestra condiciones hidráulicas apropiadas para tener claridad sobre el caudal realmente deriva. ***Se hizo diseño del sistema de medición y control.***

Copia No Controlada CVC

	**Obra La Elsa (Monastir Castro):** Consiste en una estructura en concreto que está conformada por una entrada en tubería D = 21" y tres "vertederos", dos de los cuales derivan aguas para los predios Sarita y Monastir Castro y a través del tercer "vertedero" continúa el caudal hacia los usuarios de aguas debajo de la derivación 3-5. Al mencionar los vertederos se hace entre comillas debido a que no presentan características apropiadas para obtener claridad sobre los caudales que transitan sobre ellos. ***Se diseñó una nueva obra que permita el reparto de los caudales en las cantidades asignadas y que a su vez disponga de sistema de medición.***
	**Obra 3-6**: Consiste en una estructura en concreto que efectúa partición proporcional del caudal que llega mediante la utilización de un tabique en concreto y una lamina metálica. Es una estructura en buenas condiciones y presenta características favorables para acondicionar un sistema de medición y control. En vista de las condiciones criticas de pendientes a la llegada de la obra, se recomienda no intervenir la misma, y en su lugar se recomienda efectuar control de caudales excedentes con la compuerta del desarenador.
	**Obra 4 (estructura principal):** La captación se realiza en un tramo recto del río, mediante un trincho construido con piedras del mismo río. El canal que conduce los excedentes provenientes del vertedero de excesos, se observa con unas condiciones hidráulicas inapropiadas sobre todo a nivel del perfil del fondo (baja pendiente sobre todo en el tramo inicial). ***Se diseñó el sistema de medición y control.***
	**Obra 4-7**: Consiste en una estructura en concreto que efectúa derivación del agua asignada mediante la utilización de un orificio lateral de 6 cms de diámetro. La arquitectura hidráulica de la obra está provista de un vertedero transversal y muros laterales que confinan el flujo y en general presenta características favorables para implementar sistema de medición con mira calibrada. Se observa que el nivel del orificio de toma ha quedado muy alto respecto al nivel del vertedero. Por lo anterior, los usuarios deben intervenir la cresta del vertedero para lograr la captación del agua. Se hizo los diseños para mejorar las condiciones de la obra.

Copia No Controlada CVC



Obra 4-8: Consiste en una estructura en concreto que efectúa partición proporcional del caudal que llega mediante la utilización de una lámina metálica. Debido a la presencia de un obstáculo (lámina que cumple la función de compuerta) sobre el cauce principal de la derivación 4, actualmente es mayor (apreciación cualitativa) el caudal que circula por esta Subderivación 4-8 que el que continúa por el cauce principal. El sitio donde la lámina partidora efectúa la división de caudales no presenta condiciones hidráulicas apropiadas para garantizar que el reparto se efectúe en las proporciones asignadas. ***Se diseñó los elementos que permiten emplear la obra como elementos de medición y control.***

Cuadro No. 6. Resumen de costos obras diseñadas – Fase II

OBRA	COSTO DIRECTO ($)	COSTO TOTAL ($)	OBSERVACIONES
Grupo 1			
Derivación 1	4.244.500,00	6.573.537,00	Control y medición
Derivación 3	13.320.500,00	18.063.753,00	Control y medición
Derivación 4	4.819.250,00	7.301.170,00	Control y medición
Subderivación 3-5	18.799.000,00	25.399.534,00	Reparto, control y medición
Obra Sarita / Monastir	8.318.250,00	11.730.905,00	Reparto y medición
Subderivación 4-8	1.100.000,00	1.992.600,00	Reparto y medición
Subderivación 4-7 y 3-1-1-1-1	10.350.000,00	13.903.100,00	Medición
Subtotal	**60.951.500,00**	**84.964.599,00**	
Grupo 2			
Derivacion 1 (K0 + 250)	3.345.000,00	5.034.770,00	Control de erosion
Derivación 1 (Qda El Muerto)	3.345.000,00	5.034.770,00	Control de erosion
Derivación 1 (Qda El Muerto)	11.390.000,00	17.919.740,00	Box Culvert (Conducción)
Derivación 1 (Revestimiento)	136.295.000,00	182.049.470,00	Tipo 1 (Long. 315 m)
Derivación 1 (Revestimiento)	27.146.500,00	36.867.469,00	Tipo 2 (Long. 105 m)
Derivación 1 (Viaducto)	8.835.250,00	13.785.427,00	Conducción
Presa canal desvio subd. 1-1	1.740.000,00	2.802.840,00	Control de erosión
Subtotal 2	**192.096.750,00**	**263.494.486,00**	
Grupo 3			
Subderivación 1-6	4.983.500,00	7.509.111,00	Reparto y medición
Subderivación 3-1	7.257.200,00	10.387.615,00	Reparto y medición
Ramificación 3-1-1	7.317.150,00	10.463.512,00	Reparto y medición
Subramificación 3-1-1-1	14.838.000,00	20.384.908,00	Reparto, control y medición
Subderivación 4-3 (Est. 1)	6.500.800,00	9.430.013,00	Medición caudal llegada
Subderivación 4-3 (Est. 2)	4.866.750,00	6.761.306,00	Medicion y contro Qasignado
Subderibvación 4-6	8.607.500,00	12.097.095,00	Reparto y medición
Derivación 2	5.669.000,00	8.376.954,00	Medición caudal llegada
Subderivación 3-2 (Est. 1)	11.049.300,00	15.188.413,80	Medición caudal llegada
Subderivación 3-2 (Est. 2)	4.866.750,00	6.761.305,50	medición y control Q asignado
Predio Cantarohondo (3-1-1)	6.387.500,00	9.286.575,00	medición
Subtotal 3	**82.343.450,00**	**116.646.808,30**	
TOTAL	**335.391.700,00**	**465.105.893,30**	

Copia No Controlada CVC

Copia No Controlada CVC

6. PARTICIPACION DE ACTORES SOCIALES

La CVC, con el apoyo de la Fundación Profesional para el Manejo Integral del Agua - PROAGUA, ejecuta el Convenio de Asociación 009 de 2006, que comprende la segunda fase del Proyecto Piloto de Administración de aguas en el río Bolo, "río Bolo para Todos" con la participación activa de los usuarios asentados en las derivaciones 1, 2, 3 y 4 del río Bolo.

Esta segunda fase continúa con los lineamientos desarrollados en la primera fase consistente en la socialización, sensibilización y capacitación a los usuarios de las zonas media y baja en la administración de las aguas del río Bolo. Proceso que inicia en el año 2004 con la participación activa de la población, los representes de los ingenios azucareros y los miembros de la asociación ASOBOLO, quienes a través de talleres y reuniones de discusión identificaron como necesidad realizar acciones colectivas para mejorar la actual distribución de las aguas del río Bolo. Actualmente, esta fuente de agua presenta disminución de su caudal en verano, inadecuada distribución del agua para riego, pérdida de agua en los canales de distribución, inadecuadas prácticas de riego, poca incorporación tecnológica en la producción agrícola y poca sensibilización de la población sobre sus usos y consumos.

En marco de esta fase y mediante un proceso de concertación entre los actores comunitarios e institucionales se definieron para la zona baja y media unos requerimientos de fortalecimiento, por ejemplo, para la zona baja se acordó trabajar detalladamente los criterios para la definición de las obras hidráulicas requeridas para cada derivación, mientras que en la zona media se propuso adelantar un proceso de capacitación que apunte a mejorar su comprensión de la gestión del agua, su distribución y el rol como usuario y miembro de una comunidad. Los temas definidos fueron: a) normatividad ambiental; b) manejo de información climatológica con fines de riego; c) funcionamiento de los sistemas de riego y mantenimiento de canales; d) enfoque social en la administración del agua y e) elaboración y gestión de proyectos. El propósito de esta actividad es brindar los elementos necesarios para que los usuarios de la zona media estén al nivel de conocimiento respecto a los usuarios de la zona plana y puedan discutir, argumentar y negociar el tema de la administración de las aguas del río Bolo.

Con esta actividad se buscó facilitar el proceso de sensibilización, discusión, capacitación y concertación con los usuarios de la cuenca media y baja del río Bolo, para generar apropiación del recurso hídrico, compromiso y actitud de trabajo colectivo en la definición de la estructura adecuada para la administración del recurso agua con el acompañamiento y asesoría de la entidad ambiental del Valle del Cauca.

Copia No Controlada CVC

6.1 METODOLOGIA

Este proceso de capacitación se adelanta bajo el lineamiento del enfoque de etno-desarrollo que resalta la capacidad social de un pueblo para construir su futuro, aprovechando para ello las enseñanzas de su experiencia, partiendo de sus necesidades y satisfactores, de los recursos reales y potenciales de su cultura y de acuerdo con un proyecto que defina según sus propios valores y aspiraciones (Bonfil, Batalla, 1978).

Este tipo de enfoque lleva consigo la aplicación de una metodología de trabajo fundamentada en la investigación participativa a través de la acción, la cual parte de la base que las propias comunidades con ayuda de un agente externo reconozcan su realidad, la observen y analicen para plantear acciones de mejoramiento. Este tipo de investigación lleva a que el propósito de un proyecto de desarrollo debe estar orientado a promover el bienestar humano, ayudar a la gente a realizar lo que realmente es importante para ellos en la vida.

En el proyecto la participación de los usuarios es un elemento transversal, expresado en la vinculación activa de mujeres y hombres en el desarrollo de las diferentes actividades. La participación de la población se expresa en el análisis de su propia realidad sobre aspectos como: reconocimiento de sus problemas, identificación de sus fortalezas, necesidades de capacitación y planteamiento de soluciones. En el proceso se incorporaron estrategias metodológicas como la reunión con los usuarios de la zona media y baja del río Bolo y talleres de capacitación en temáticas definidas participativamente con los usuarios de la zona media.

6.2 ACTIVIDADES REALIZADAS

Cuadro No. 7. Detalle reuniones de participación

REUNIONES DE PARTICIPACIÓN	
	El 31 de mayo de 2006, se realizo una reunión en el auditorio de la CVC, con los usuarios de la zona plana, con el fin de presentarles los resultados obtenidos durante la primera fase del proyecto y evidenciarles la necesidad de su participación en la segunda. Los asistentes expresaron su interés de continuar participando, porque consideran que los resultados obtenidos van a llevar a un manejo adecuado de las aguas del río Bolo.

Copia No Controlada CVC

	En Junio 9 de 2006, se realizó con los usuarios de las veredas de Lomitas, La Floresta y El Recreo una reunión de carácter participativo, cuyo objeto era presentar los alcances de la fase II del proyecto y la definición de las temáticas de capacitación. Esta reunión se realizó en la escuela de la vereda de Lomitas. La misma contó con la asistencia de 18 personas de las comunidades anteriormente citadas, adicionalmente se identificaron algunos temas sobre los cuales debían giran las capacitaciones a brindar por parte de la CVC.
	Desarrollada el 27 de junio, en el auditorio de la CVC, a la misma asistieron 18 personas, el objeto principal de la reunión fue la presentación preliminar de los criterios para la escogencia de algunas obras hidráulicas para su evaluación. Se debatió con los usuarios no solo en el nivel de ponderación sobre la calificación total, sino en los rangos otorgados al interior de cada criterio. Como material soporte para desarrollar la matriz de priorización se les suministro a los asistente un cuadro resumen con la información requerida.
	El 11 de Julio de 2006, en el quinto piso de la CVC, se presentó a los usuarios de la zona baja los criterios para la selección de las obras hidráulicas a evaluar en el área de influencia del río Bolo. Como objetivo principal de4 la reunión se tuvo la concertación de estos criterios y el posterior desarrollo de la matriza que permitiera la escogencia de las obras a trabajar. En la reunión se buscó la concertación de estos criterios y la priorización de las obras necesarias para mejorar la distribución del agua a los diferentes usuarios.
	Reunión efectuada el día 24 de enero de 2007, en las instalaciones de la CVC (auditorio), contó con la presencia de 16 personas, distribuidas entre usuarios del río Bolo, técnicos de la CVC y personal del grupo ejecutor del proyecto; la reunión giro entorno la presentación general de los resultados obtenidos durante esta fase del proyecto en los tres ejes del proyecto (social, infraestructura y económico)

Copia No Controlada CVC

	A la reunión sostenida el día 14 de febrero de 2007, (sala de pruebas – CVC). Se mostró el objeto de la evaluación hidráulica y los componentes de la misma, mediante el despliegue de una ficha tipo, donde se contemplan las verificaciones hidráulicas realizadas, las conclusiones y recomendaciones arrojadas a partir de la ejecución de esta actividad. En lo concerniente al diseño del sistema de medición y control, mostraron los planos de diseño, explicando cada uno de los componentes y los costos asociados a su construcción de cada una de ellas.
	Reunión llevada a cabo el día 28 de febrero de 2007 (sala de pruebas - CVC). La reunión giro entorno a los aspectos económicos de la organización, teniendo como punto de referencia la cuantificación de los impactos negativos producto de la inexistencia de la organización, asociados a: • Altos costos de producción: • Pérdida de producción • Pérdida en el valor de la tierra
	Reunión efectuada el día 14 de marzo de 2007 (sala de pruebas), la reunión contó con la asistencia de 14 personas representantes de los usuarios, la CVC y el grupo ejecutor del proyecto. El objetivo principal de la reunión era brindar un panorama general sobre las competencias de la nueva organización, plasmándolas en un documento de trabajo "*borrador*" que contiene los "*estatutos*" de la organización.
	La Fundación Proagua y la CVC, fueron invitados a presentar los resultados de la segunda fase del proyecto de administración de la distribución de las aguas del río Bolo, en la asamblea de usuarios de este río, llevada a cabo el día 28 de marzo de 2007, en las instalaciones de Asocaña en la ciudad de Cali. Asistieron aproximadamente 22 personas representantes de la junta directiva, de los ingenios Mayagüez, Castilla, Manuelita y usuarios directos.

Copia No Controlada CVC

	Con el objeto de brindar claridad con respecto al desarrollo del proyecto la Fundación Proagua y la CVC, asistieron a una reunión el día 10 de abril convocada por Asocaña, la cual contó con la presencia de 18 personas representantes de los ingenios Mayagüez, Castilla, Asobolo, Acuavalle, Asocaña y de algunos usuarios particulares. Con estos espacios buscan seguir generando conciencia de la forma como se viene manejando el agua, de la necesidad de crear una organización que administre el recurso hídrico en la zona de influencia del río Bolo, y sobre todo la de establecer de manera conjunta (CVC – usuarios), nuevos mecanismos de convocatoria.

Cuadro No. 8. Detalle reuniones de capacitación

REUNIONES DE CAPACITACIÓN	
	Reunión sostenida el día 15 de julio de 2006, en la escuela Antonio Nariño, del corregimiento de Lomitas (Pradera), la charla contó con la asistencia de 18 personas representantes de las veredas de Lomitas, La Floresta y El Recreo. En la charla se abordaron los siguientes temas: 1. Principales normas legales relacionadas con el agua. 2. Estructura del sector agua. Qué le corresponde hacer al Estado para la administración del agua. 3. Disposiciones legales específicas. 4. Reglamentación de corrientes
	Esta charla se realizó en dos sesiones, (29 de julio de 2006), contó con la asistencia 20 personas representantes de las veredas de Lomitas, La Floresta y El Recreo. En esta capacitación se desarrollaron los siguientes temas: • Introducción de la importancia del tema • Video medición del clima por la CVC • El Ciclo hidrológico Regional • Estaciones de Medición • Métodos de Riego

Copia No Controlada CVC

	La segunda parte de la charla de capacitación se realizó el 11 de agosto de 2006, en las instalaciones de la escuela Antonio Nariño (cgto Lomitas), contó con la presencia de 12 representantes de las veredas de Lomitas, La Floresta y El Recreo; en ella se desarrollaron los siguientes temas: • Cantidad de agua que necesitan las plantas • Componentes de un balance de agua en el suelo • Como se mide la evaporación y la lluvia • Algunas técnicas prácticas de riego.
	Reunión sostenida el día 26 de agosto de 2006, en la instalación de la escuela Antonio Nariño (cgto Lomitas), la charla de capacitación giro en torno al tema "Enfoque social de la administración de aguas", desarrollándose los siguientes ítems: • El agua en el mundo • Relación entre el agua y la población • Valoración y usos del agua • Enfoque social para la administración del agua
	Reunión efectuada el día 9 de septiembre en la instalación de la escuela Antonio Nariño (cgto Lomitas), contó con la participación de 18 personas; la charla de capacitación giro en torno al tema: "Elaboración de Proyectos", haciendo énfasis en la concepción de que es un proyecto y las diferentes partes que lo conforman.
	Se llevó a cabo el día 23 de septiembre de 2006 con la participación de 12 personas de las comunidades de Lomitas y El Recreo. Se menciona que los agricultores y las juntas designadas para administrar el agua, deben procurar el funcionamiento adecuado de todo el sistema de riego para minimizar pérdidas de agua, y es por esto que se hace necesario efectuar labores de mantenimiento a los canales de conducción y distribución. Se realizó una breve descripción de que es un sistema de distribución de aguas.

Copia No Controlada CVC

7. CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA DEL RIO BOLO

7.1 CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

La CVC como autoridad ambiental ha realizado una serie de muestreos de calidad del agua en el río. El día 14 de enero de 2004 se efectuó el monitoreo de las estaciones de calidad del agua en el río: Los Minchos, Puente Río Bolo (Puente Pradera vía a Cali), Antes desembocadura río Fraile. Los parámetros monitoreados son los siguientes: pH, Temperatura, Turbiedad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, DQO, Oxigeno Disuelto, Dureza Total, Dureza Calcica, Dureza Magnésica, Calcio, Magnesio, Alcalinidad a la Fenoltaleina, Alcalinidad Total, Carbonatos, Bicarbonatos, Conductancia Especifica, Sulfatos, Fosfatos, Fósforo Total, Nitrógeno Total, Nitrógeno Amoniacal, Nitratos, Nitritos, Hierro Total, Manganeso Total, Sodio Total, Potasio Total, Cobre Total, Zinc Total, Cloruros, Coliformes Totales y Coliformes Fecales.

En los días 21 de enero de 2004, 20 de abril de 2004 y 29 de octubre de 2004 la CVC realizó monitoreos puntuales sobre cuatro estaciones ubicadas en el río Bolo, estas son: estación Los Minchos - Pradera (Limnígrafo CVC), estación Puente Pradera vía a Cali, estación Puente Vía Candelaria Palmira y la estación desembocadura a río Fraile. En estas estaciones solo se evaluaron parámetros de campo, entre estos están la Turbiedad, el Oxígeno Disuelto, el pH, la Temperatura y la Conductividad.

En los días 19 de enero y 22 de noviembre de 2005 se realizaron dos monitoreos de calidad del agua sobre las estaciones del río Bolo: Estación Los Minchos - Pradera (Limnígrafo CVC), Estación Puente Pradera vía a Cali, Estación Puente Vía Candelaria - Palmira y la Estación desembocadura a río Fraile. En estas estaciones se evaluaron pH, Temperatura, Color, Turbiedad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, DBO5, DQO, Oxigeno Disuelto, Dureza Total, Dureza Calcica, Dureza Magnesica, Calcio, Magnesio, Alcalinidad a la Fenol, Alcalinidad Total, Carbonatos, Bicarbonatos, Conductancia Especifica, Fosfatos, Fósforo Total, Nitrógeno Total, Nitrógeno Amoniacal, Nitratos, Nitritos, Hierro Total, Manganeso Total, Cloruros, Coliformes Totales y Coliformes Fecales.

Los datos tomados en los 14 de enero de 2004 y 19 de enero y 22 de noviembre de 2005, en los muestreos permiten realizar el cálculo de los índices de calidad del ICA-CETESB, ICA-Dinius y el cálculo de los ICO's. Lo que no se puede calcular son las cargas de sustancias contaminantes en el río debido a que no se monitorearon los caudales asociados a la toma de muestra, con lo cual no es posible calcular las cargas contaminantes en las estaciones ubicadas al largo del río.

Copia No Controlada CVC

En el Cuadro No. 9 se presentan los datos tomados del informe "Diagnóstico Ambiental y Análisis de la Gestión" (CVC - Rojas, 1999). Según el cual, los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua cruda se ajustan al Decreto No. 1594 de 1984. No obstante algunos aspectos fisicoquímicos tales como turbiedad, color sólidos totales y pH, se pueden ver alterados especialmente en la época invernal.

Cuadro No. 9. Análisis fisicoquímico y microbiológico de agua cruda del río Bolo

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
Temperatura	20.0	°C
Turbiedad		UNT
Color aparente	30.0	Unidades
pH	7.82	Un. pH
Alcalinidad Total	34.30	mg/l
Dureza Total ($CaCO_3$)	143.9	mg/l
Sólidos Totales	114.0	mg/l
Calcio (Ca)	27.0	mg/l
Magnesio (Mg)	18.60	mg/l
Hierro (Fe)	0.30	mg/l
Manganeso (Mn)	0.00	mg/l
Sulfatos (SO_4)	10.50	mg/l
Cloruros (Cl^-)	1.47	mg/l
Nitrito (NO_2)	0.020	mg/l
Nitratos (NO_3)	0.140	mg/l
Aluminio Residual	0.037	mg/l
DBO_5	7.00	mg/l
Coliformes totales	16.000	NMP/100ml
Coliformes fecales	16.000	NMP/100ml
Recuento Total de Bacterias	1.000	/ml

Los valores reportados para aspectos bacteriológicos revelan contaminación fecal y la penetración de aguas residuales domésticas que provienen de conexiones directas o a través de otros cuerpos superficiales de las comunidades ribereñas asentadas en el área vecina al río.

Aunque la empresa prestadora del servicio de potabilización del agua remueva eficientemente los elementos indeseables del cuerpo de agua, lo más recomendable sería emprender las medidas de mitigación y corrección de impactos por la entrada de aguas servidas al río, mediante la implementación de algún sistema de tratamiento individual o colectivo en los asentamientos más grandes y en las cabeceras de corregimientos vecinos al río.

Copia No Controlada CVC

No esta de mas advertir, que las aguas del río Bolo también se usan en actividades de esparcimiento tales como balnearios (contacto primario), con lo cual los bañistas se estarían exponiendo a aguas inadecuadas para tal fin. La norma Colombiana establece, que para contacto primario las aguas deben presentar un nivel de coliformes fecales inferior a 1000 NMP/100 ml, y los valores de 16000 NMP/100 ml exceden por mucho este valor.

7.2 CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Para el estudio de la calidad química del agua subterránea en la zona plana de la cuenca del río Bolo, se utilizó el plano de calidad del agua realizado por la CVC en el año 2000, el cual recogió información de 526 análisis físico-químicos realizados en los laboratorios de aguas de la Universidad del Valle y de la CVC practicados a pozos que aprovechan acuíferos entre 35 y 150 m de profundidad. Los parámetros hidroquímicos presentados en el Cuadro No. 10, que se tuvieron en cuenta para dicho estudio, fueron conductividad eléctrica, dureza total, hierro + manganeso y anhídrido carbónico (CO_2).

Cuadro No. 10. Rangos de clasificación de Calidad del Agua

CONVENCIONES	DUREZA (mg/l $CaCO_3$)	CONDUCTIVIDAD (µmho/cm)	Fe + Mn (mg/l)	CO_2 (mg/l)	CALIFICACION REGIONAL
CLASE 1	0 – 100	200 – 300	0.0 – 0.3	< 10	Excelente
CLASE 2	100 – 200	300 – 400	0.3 – 0.6	10 – 20	Muy buena
CLASE 3	200 – 300	400 – 500	0.6 – 1.0	20 – 40	Buena
CLASE 4	300 – 400	500 – 600	1.0 – 5.0	40 – 75	Regular
CLASE 5	400 - 500	600 - 700	1.0 - 5.0	40 - 75	Objetable

Las característica fisicoquímicas del agua para esta zona se pueden clasificar según la calificación adoptada por la CVC como de buena a muy buena, con una dureza que oscila entre los 0 y 300 (mg/l $CaCO_3$) característica de aguas blandas a moderadamente duras, y conductividades entre los 200 y 500 (µmho/cm) que califican las aguas con salinidad baja a moderada, las concentraciones de hierro y manganeso son inferiores al 1(mg/l) y de CO_2 menores a los 40 (mg/l) que son valore aceptables.

En términos generales las aguas subterráneas son una excelente fuente de abastecimiento por su calidad ya que cumple todas las disposiciones que se exige para suplir las necesidades tanto de abastecimiento público como para las actividades agrícolas e industriales, como se muestra en la Figura No. 3.

Copia No Controlada CVC

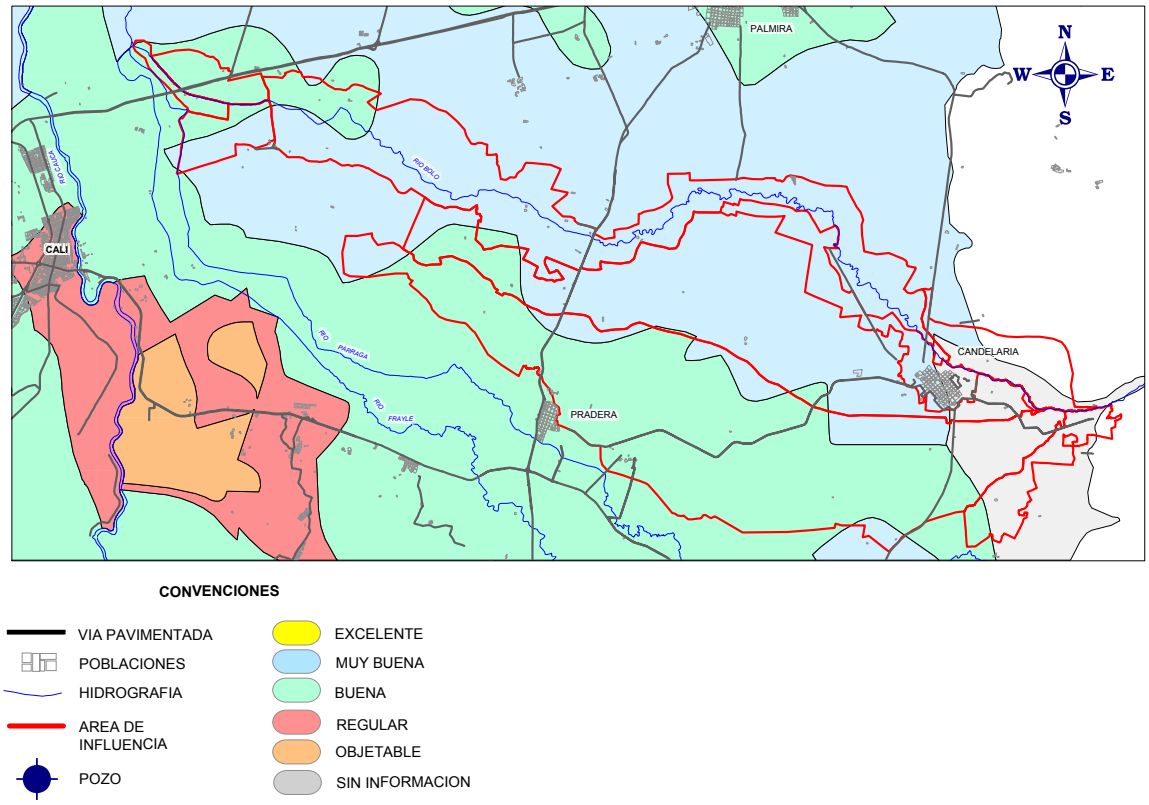


Figura No. 3. Calidad del agua subterránea, según clasificación regional

7.3 PROBLEMÁTICA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

La multiplicidad de usos del agua del río Bolo ha generado conflictos entre los usuarios por su uso inadecuado, lo que ha provocado continuas situaciones de escasez en la zona plana de la cuenca. Razón por la cual, se hizo necesario realizar un trabajo conjunto entre usuarios e instituciones que lleve a la caracterización del aprovechamiento hídrico, analizando los hábitos de riego y valorando el grado de integración de todos los agentes sociales para conocer su actitud frente a la necesidad de plantear alternativas de gestión.

Además de ser el principal receptor de aguas residuales domésticas del casco urbano y de la zona rural del municipio de Pradera, el río Bolo recibe las descargas de aguas residuales industriales principalmente de los ingenios cercanos a la fuente de agua y las escorrentías agrícolas de los cultivos cercanos al río. En la parte de alcantarillado, la situación es precaria porque en la zona urbana hay una cobertura del 92% mientras que en la zona de ladera y plana la cobertura es del 8% y 10%, lo que indica que algunas fuentes de agua superficial son fuentes receptoras de las aguas residuales domésticas y agrícolas.

Copia No Controlada CVC

7.4 COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO BOLO CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE

Uno de los métodos más utilizados en la evaluación de la calidad del recurso hídrico es el empleo de normas de calidad del agua que dan lineamientos específicos de acuerdo con la región o el país para el cual se desarrollaron y los requerimientos establecidos para cada uso en particular, de esta forma las normas se constituyen en una herramienta importante en el manejo y gestión del recurso hídrico. Los valores límites y la cantidad de parámetros evaluados varían de acuerdo con el uso del recurso y las condiciones particulares de cada región o país.

Con el objetivo de evaluar la calidad del agua del río Bolo de acuerdo con los estándares establecidos en la normatividad, se compararon los valores de los diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos reportados en cada estación de monitoreo, con los límites establecidos en la norma para cada uno de los usos potenciales del recurso. Para este análisis se empleó el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud de Colombia, el cual, en su Articulo 29 regula los parámetros de calidad del agua para los siguientes usos del agua: Consumo Humano y Doméstico, Preservación de Flora y Fauna, Agrícola, Pecuario, Recreativo, Transporte e Industrial. Debido a que actualmente el Decreto 1594 de 1984 no reglamenta el límite máximo permisible de algunos parámetros para la destinación del recurso a varios usos, se utilizaron como complemento algunas normativas internacionales, entre ellas, la (1) Directiva 75/440/CEE (Comunidad Económica Europea), (2) Criterios Ecológicos de Calidad de Agua CE-CCA-001/89 (México), (3) Guías para la interpretación de calidad de aguas para riego (FAO, 1994), (4) Resolución CONAMA No. 20/86 (Brasil), (5) Water Resourses Board Vermont (USA, 2000), (6) Código Administrativo de Nevada (USA, 2000), (7) Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente (Republica de Argentina, 2004), (8) Criterios de Calidad del Agua para Riego en China (Romero 2002), (9) Directiva 78/659/CEE (Comunidad Económica Europea).

A continuación se compara los niveles máximos permitidos por la normatividad nacional e internacional para la destinación del recurso hídrico a los usos Consumo Humano previo tratamiento convencional, Agrícola No Restringido, Pecuario, Recreación Contacto Primario y Conservación de la Vida Acuática, con los valores promedio de los parámetros medidos en las estaciones de monitoreo de calidad del agua en el río Bolo.

7.4.1 Uso como fuente de Abastecimiento para Consumo Humano previo Tratamiento Convencional

Al comparar los valores de los parámetros evaluados en las estaciones de monitoreo de calidad del agua del río Bolo, con la normatividad que reglamenta el agua a ser destinada al consumo humano previo tratamiento convencional (ver Cuadro No. 11), se observa que en los meses de enero de 2004 y 2005, los parámetros no cumplen con la normatividad nacional el Decreto 1594 de 1984, por sobrepasar el límite máximo para Coliformes Totales y Fecales en todas las estaciones y sobrepasar el límite establecido para el Nitrógeno Amoniacal en las estaciones E-2 (Puente Pradera Palmira) y E-3 (Puente vía Candelaria Palmira), y tampoco cumple con la DBO5 y el Nitrógeno Total en la estación E-2, el Hierro Total en la estación E-3 y el Nitrógeno Total y el Hierro Total en la estación E-4 (Puente

Copia No Controlada CVC

recta Palmira-Cali Desembocadura río Frayle). De acuerdo con la norma nacional 1594 de 1984 y la Directiva 75/440/CEE de Comunidad Económica Europea, el agua de todas las estaciones de calidad del río Bolo, son inapropiadas para ser usadas en el consumo humano con tratamiento convencional, en las condiciones evaluadas.

Cuadro No. 11. Comparación de los parámetros evaluados con base en las normas nacionales e internacionales. Uso consumo humano y doméstico con tratamiento convencional

MUESTREO		Enero 2004 - 2005				Abril y Octubre 2004 - Noviembre 2005			
ESTACION		E-1	E-2	E-3	E-4	E-1	E-2	E-3	E-4
PARAMETROS	Valor Límite								
pH (unidad)	5,0 - 9,0	7,96	7,54	8,06	8,03	8,42	7,60	7,93	7,42
Color (unidad)	75	---	---	---	---	82,60	>100	>100	>100
Turbiedad (UNT)	≤100 (4)	20,33	22,00	57,50	60,33	252,67	359,33	424,67	581,00
Sólidos Totales (mg/l)	1000 (2)	156,50	274,00	330,00	372,00	782,00	2097,00	3141,00	1992,00
Sólidos Suspendidos (mg/l)	500 (2)	24,65	11,90	33,80	29,70	706,00	1730,00	2990,00	1860,00
Sólidos Disueltos (mg/l)	500 (2)	131,85	262,10	296,20	342,30	76,00	367,00	151,00	132,00
DBO$_5$ (mg/l)	<5,0 (1)	0,65	8,60	1,16	1,56	3,74	4,65	10,60	10,00
DQO (mg/l)	<30 (1)	6,43	26,30	<3,28	7,70	42,83	72,07	132,30	110,10
OD (% Sat OD)	50% (1)	87,00	80,43	63,63	54,22	95,30	95,30	95,30	95,30
Conductividad (µS/cm)	≤ 1000 (1)	191,77	301,27	401,15	455,03	156,00	186,80	255,40	267,13
Sulfatos (mg/l)	400	22,49	26,16	---	17,25	---	---	---	---
Fosfatos (mg/l)	0,7 (1)	<0,06	0,30	0,20	0,37	0,21	0,23	0,44	0,37
Nitrógeno Total (mg/l)	≤ 2,0 (1)	1,57	2,92	1,43	2,05	3,30	3,21	5,43	2,33
Nitrógeno Amoniacal (mg/l)	1	0,77	1,82	1,23	0,89	0,98	1,04	1,07	1,01
Nitratos (mg/l)	10	<0,4	<0,4	<0,4	0,86	0,45	1,00	1,82	1,21
Nitritos (µg/l)	1000	4,10	66,75	23,60	86,00	67,90	80,90	39,50	178,90
Hierro Total (mg/l)	1 (1)	0,78	0,36	1,24	1,18	19,94	---	108,60	66,20
Manganeso Total (mg/l)	0,1 (1)	<0,04	0,09	<0,04	0,08	0,50	1,01	2,10	1,54
Cobre Total (mg/l)	1	<0,02	<0,02	---	<0,02	---	---	---	---
Zinc Total (mg/l)	15	<0,03	<0,03	---	<0,03	---	---	---	---
Cloruros (mg/l)	250	6,80	7,14	3,12	3,95	0,70	0,75	1,75	2,38
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	≤ 2,0E+04	1,2E+07	1,32E+09	2,0E+05	2,0E+05	1,1E+04	2,4E+04	1,1E+05	1,1E+05
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	≤ 2,0E+03	1,2E+06	1,32E+09	2,0E+05	2,0E+05	4,3E+02	2,4E+04	1,5E+04	6,6E+04

(1) Directiva 75/440/CEE (Comunidad Económica Europea)
(2) Criterios Ecológicos de Calidad de Agua CE-CCA-001/89 (México)
(3) Guías para la interpretación de calidad de aguas para riego (FAO 1994)
(4) Resolución CONAMA No 20/86
(5) Water Resources Board Vermont USA, 2000 (USA)
(6) Código Administrativo de Nevada, 2000 (USA)
(7) Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente, Republica de Argentina 2004
(8) Criterios de Calidad del Agua para Riego en China (Calidad del agua, Romero 2002)
(9) Directiva 78/659/CEE (Comunidad Económica Europea)

Parámetros regulados en Decreto 1594 de 1984
Parámetros regulados en normativas diferentes al Decreto 1594 de 1984
Parámetros cumplen con las normas consultadas
Parámetros que no cumplen con una o varias de las normas consultadas.

Copia No Controlada CVC

7.4.2 Uso como fuente de abastecimiento para uso Agrícola No Restringido

De acuerdo con la normatividad nacional e internacional la calidad del agua monitoreada en las estaciones E-1 (Limnígrafo CVC Los Minchos), E-2 (Puente Pradera Palmira), E-3 (Puente vía Candelaria Palmira) y E-4 (Puente recta Palmira-Cali Desembocadura río Frayle) monitoreada durante los meses de enero 2004 y 2005 (ver Cuadro No. 12), no cumplen con lo estipulado en el Decreto 1594 de 1984 para los Coliformes Totales y Fecales para este uso. Las estaciones E-3 y E-4 no cumple con el porcentaje de saturación de OD de acuerdo con la Resolución CONAMA 20/86 de Brasil.

Los parámetros evaluados en los meses de abril y octubre 2004 y noviembre de 2005, representativos de la condición climatológica de invierno, no cumplen con los requerimientos de Turbiedad reglamentada en la Resolución CONAM 20/86, Sólidos Suspendidos reglamentado en Criterios Ecológicos de Calidad de Agua CE-CCA-001/89 (México), Manganeso Total y Hierro Total reglamentados en las Guías para la interpretación de calidad de aguas para riego (FAO, 1994) y Coliformes Totales y Fecales reglamentado en el Decreto 1594 de 1984 para todas las estaciones de calidad del agua del río Bolo. La concentración de DBO_5 en las estaciones E-3 y E-4 no cumplen con los Criterios de Calidad del Agua para Riego en China (Romero 2002). Por lo tanto, el uso agrícola no restringido del recurso no es posible por no tener las condiciones de calidad del agua estipuladas en la normatividad nacional e internacional.

Cuadro No. 12. Comparación de los parámetros evaluados con base en las normas nacionales e internacionales. Uso agrícola no restringido

MUESTREO		Enero 2004 - 2005				Abril y Octubre 2004 - Noviembre 2005			
ESTACION									
PARAMETROS	Valor Límite	E-1	E-2	E-3	E-4	E-1	E-2	E-3	E-4
pH (unidad)	4,5 - 9,0	7,96	7,54	8,06	8,03	8,42	7,60	7,93	7,42
Turbiedad (UNT)	40-100 (4)	20,33	22,00	57,50	60,33	252,67	359,33	424,67	581,00
Sólidos Suspendidos (mg/l)	< 50 (2)	24,65	11,90	33,80	29,70	706,00	1730,00	2990,00	1860,00
Sólidos Disueltos (mg/l)	500 (2)	131,85	262,10	296,20	342,30	76,00	367,00	151,00	132,00
DBO_5 (mg/l)	< 10,0 (8)	0,65	8,60	1,16	1,56	3,74	4,65	10,60	10,00
DQO (mg/l)	< 150 (8)	6,43	26,30	<3,28	7,70	42,83	72,07	132,30	110,10
OD (mg/l)	> 5 (4)	6,85	5,84	4,80	3,99	7,74	6,86	6,17	5,07
Conductividad (µS/cm)	< 700 (3)	191,77	301,27	401,15	455,03	156,00	186,80	255,40	267,13
Nitrógeno Total (mg/l)	< 30 (8)	1,57	2,92	1,43	2,05	3,30	3,21	5,43	2,33
Nitratos (mg/l)	<5,0 (3)	<0,4	<0,4	<0,4	0,86	0,45	1,00	1,82	1,21
Hierro Total (mg/l)	< 5,0 (3)	0,78	0,36	1,24	1,18	19,94	---	108,60	66,20
Manganeso Total (mg/l)	< 0,20 (3)	<0,04	0,09	<0,04	0,08	0,50	1,01	2,10	1,54
Sodio Total (mg/l)	< 70 (3)	3,73	10,80	---	9,51	2,74	3,04	3,80	3,84
Cobre Total (mg/l)	0,2	<0,02	<0,02	---	<0,02	---	---	---	---
Zinc Total (mg/l)	2	<0,03	<0,03	---	<0,03	---	---	---	---
Cloruros (mg/l)	142 (3)	6,80	7,14	3,12	3,95	0,70	0,75	1,75	2,38
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	< 5,0E+03	1,2E+07	1,32E+09	2,4E+05	2,4E+05	1,1E+04	2,4E+04	1,1E+05	1,1E+05
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	< 1,0E+03	1,2E+06	1,32E+09	2,4E+05	2,4E+05	4,3E+02	2,4E+04	1,5E+04	6,6E+04

Copia No Controlada CVC

7.4.3 Uso como fuente de abastecimiento para uso Pecuario.

Al evaluar el uso del agua del río Bolo como fuente de abastecimiento para actividades pecuarias (ver Cuadro No. 13), se aprecia que las cuatro estaciones de calidad del agua monitoreadas en enero de 2004 y 2005 no cumplen con la Resolución CONAMA 20/86 de Brasil por sobrepasar el limite de Coliformes Fecales para este uso. En las estaciones E-4 el porcentaje de saturación de OD y en las estaciones E-2 y E-4 la concertación de Manganeso Total no cumplen con la normatividad que regula estos parámetros la Resolución CONAMA 20/86.

Los monitoreos realizados en los meses de invierno, la Turbiedad y el Manganeso Total en todas las estaciones la concentración de DBO_5 en las estaciones E-3 y E-4 y los Coliformes Fecales en las estaciones E-2, E-3 y E-4, no cumplen con los requerimientos de la Resolución CONAMA 20/86. Por lo tanto el uso del agua del río Bolo con fines pecuarios no es posible en ninguna de sus estaciones por no cumplir con los requerimientos de calidad del agua mínimos estipulados por la normatividad nacional e internacional.

Cuadro No. 13. Comparación de los parámetros evaluados con base en las normas nacionales e internacionales. Uso pecuario

MUESTREO		Enero 2004 - 2005				Abril y Octubre 2004 - Noviembre 2005			
ESTACION		E-1	E-2	E-3	E-4	E-1	E-2	E-3	E-4
PARAMETROS	Valor Límite								
pH (unidad)	5,0 - 9,0 (5)	7,96	7,54	8,06	8,03	8,42	7,60	7,93	7,42
Turbiedad (UNT)	< 100 (4)	20,33	22,00	57,50	60,33	252,67	359,33	424,67	581,00
DBO_5 (mg/l)	< 10 (4)	0,65	8,60	1,16	1,56	3,74	4,65	10,60	10,00
OD (mg/l)	> 4 (4)	6,85	5,84	4,80	3,99	7,74	6,86	6,17	5,07
Magnesio (mg/l)	< 250 (4)	6,67	9,48	44,22	32,64	3,20	3,20	8,80	9,60
Conductividad (µS/cm)	500-5000 (6)	191,77	301,27	401,15	455,03	156,00	186,80	255,40	267,13
Nitritos (µg/l)	< 10000	4,10	66,75	23,60	86,00	67,90	80,90	39,50	178,90
Manganeso Total (mg/l)	< 0,05 (4)	<0,04	0,09	<0,04	0,08	0,50	1,01	2,10	1,54
Cobre Total (mg/l)	0,5	<0,02	<0,02	---	<0,02	---	---	---	---
Zinc Total (mg/l)	25	<0,03	<0,03	---	<0,03	---	---	---	---
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	4,0E+03 (4)	1,2E+06	1,32E+09	2,4E+05	2,4E+05	4,3E+02	2,4E+04	1,5E+04	6,6E+04

Parámetros regulados en Decreto 1594 de 1984

Parámetros regulados en normativas diferentes al Decreto 1594 de 1984

Parámetros cumplen con las normas consultadas

Parámetros que no cumplen con una o varias de las normas consultadas.

(1) Directiva 75/440/CEE (Comunidad Económica Europea)
(2) Criterios Ecológicos de Calidad de Agua CE-CCA-001/89 (México)
(3) Guías para la interpretación de calidad de aguas para riego (FAO 1994)
(4) Resolución CONAMA No 20/86
(5) Water Resources Board Vermont USA, 2000 (USA)
(6) Código Administrativo de Nevada, 2000 (USA)
(7) Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente, Republica de Argentina 2004
(8) Criterios de Calidad del Agua para Riego en China (Calidad del agua, Romero 2002)
(9) Directiva 78/659/CEE (Comunidad Económica Europea)

Copia No Controlada CVC

7.4.4 Uso como fuente para la Recreación

Actualmente, el río Bolo sólo es usado con fines de recreación en la parte alta de la zona de estudio. Al evaluar las 4 estaciones de monitoreo de calidad del agua del río (ver Cuadro No. 14), se encontró que ninguna de las estaciones en las dos condiciones climáticas cumplen los requisitos del Decreto 1594 de 1984 en cuanto a Coliformes Totales y Fecales para ser aprovechado el recurso como fuente para la recreación.

Cuadro No. 14. Comparación de los parámetros evaluados con base en las normas nacionales e internacionales. Uso recreación.

MUESTREO		Enero 2004 - 2005				Abril y Octubre 2004 - Noviembre 2005			
ESTACION									
PARAMETROS	Valor Límite	E-1	E-2	E-3	E-4	E-1	E-2	E-3	E-4
pH (unidad)	5,0 - 9,0	7,96	7,54	8,06	8,03	8,42	7,60	7,93	7,42
DBO_5 (mg/l)	≤ 5,0 (4)	0,65	8,60	1,16	1,56	3,74	4,65	10,60	10,00
OD (mg/l)	(70% Sat)	87,00	80,43	63,63	54,22	95,30	86,00	78,38	66,12
Nitratos (mg/l)	100	<0,4	<0,4	<0,4	0,86	0,45	1,00	1,82	1,21
Nitritos (µg/l)	10000	4,10	66,75	23,60	86,00	67,90	80,90	39,50	178,90
Zinc Total (mg/l)	25	<0,03	<0,03	---	<0,03	---	---	---	---
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	< 1,0E+03	1,2E+07	1,32E+09	2,4E+05	2,4E+05	1,1E+04	2,4E+04	1,1E+05	1,1E+05
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	< 2,0E+02	1,2E+06	1,32E+09	2,4E+05	2,4E+05	4,3E+02	2,4E+04	1,5E+04	6,6E+04

Parámetros regulados en Decreto 1594 de 1984

Parámetros regulados en normativas diferentes al Decreto 1594 de 1984

Parámetros cumplen con las normas consultadas

Parámetros que no cumplen con una o varias de las normas consultadas.

(1) Directiva 75/440/CEE (Comunidad Económica Europea)
(2) Criterios Ecológicos de Calidad de Agua CE-CCA-001/89 (México)
(3) Guías para la interpretación de calidad de aguas para riego (FAO 1994)
(4) Resolución CONAMA No 20/86
(5) Water Resources Board Vermont USA, 2000 (USA)
(6) Código Administrativo de Nevada, 2000 (USA)
(7) Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente, Republica de Argentina 2004
(8) Criterios de Calidad del Agua para Riego en China (Calidad del agua, Romero 2002)
(9) Directiva 78/659/CEE (Comunidad Económica Europea)

7.4.5 Uso Conservación de la Vida Acuática

Al valorar los criterios de calidad del agua para el uso del recurso en la conservación de la vida acuática (ver Cuadro No. 15) en las dos condiciones climáticas, se observa que ninguna de las estaciones de monitoreo del río Bolo, cumple con los requerimientos exigidos por las normas nacionales e internacionales para este uso. Hay que tener en cuenta que el río Bolo en su cuenca alta, presenta contaminación antrópica, debido a la descarga de aguas residuales de las poblaciones en la parte alta de la cuenca.

Copia No Controlada CVC

Cuadro No. 15. Comparación de los parámetros evaluados con base en las normas nacionales e internacionales. Uso conservación de la flora y la fauna acuática

MUESTREO		Enero 2004 - 2005				Abril y Octubre 2004 - Noviembre 2005			
ESTACION		E-1	E-2	E-3	E-4	E-1	E-2	E-3	E-4
PARAMETROS	Valor Límite								
pH (unidad)	6,5 -9,0	7,96	7,54	8,06	8,03	8,42	7,60	7,93	7,42
Sólidos Suspendidos (mg/l)	25 (9)	24,65	11,90	33,80	29,70	706,00	1730,00	2990,00	1860,00
DBO$_5$ (mg/l)	≤ 5,0 (4)	0,65	8,60	1,16	1,56	3,74	4,65	10,60	10,00
OD (mg/l)	> 5	6,85	5,84	4,80	3,99	7,74	6,86	6,17	5,07
Alcalinidad Total (mg/l)	> 20 (2)	73,19	138,99	241,04	239,76	40,15	48,04	72,01	73,90
Nitrógeno Amoniacal (mg/l)	0,06 (2)	0,77	1,82	1,23	0,89	0,98	1,04	1,07	1,01
Nitritos (µg/l)	< 30 (9)	4,10	66,75	23,60	86,00	67,90	80,90	39,50	178,90
Cobre Total (mg/l)	1,99 (7)	<0,02	<0,02	---	<0,02	---	---	---	---
Zinc Total (mg/l)	8,02 (7)	<0,03	<0,03	---	<0,03	---	---	---	---
Cloruros (mg/l)	250 (2)	6,80	7,14	3,12	3,95	0,70	0,75	1,75	2,38
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	2,0E+02 (2)	1,2E+06	1,32E+09	2,4E+05	2,4E+05	4,3E+02	2,4E+04	1,5E+04	6,6E+04

Parámetros regulados en Decreto 1594 de 1984

Parámetros regulados en normativas diferentes al Decreto 1594 de 1984

Parámetros cumplen con las normas consultadas

Parámetros que no cumplen con una o varias de las normas consultadas.

(1) Directiva 75/440/CEE (Comunidad Económica Europea)
(2) Criterios Ecológicos de Calidad de Agua CE-CCA-001/89 (México)
(3) Guías para la interpretación de calidad de aguas para riego (FAO 1994)
(4) Resolución CONAMA No 20/86
(5) Water Resources Board Vermont USA, 2000 (USA)
(6) Código Administrativo de Nevada, 2000 (USA)
(7) Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente, Republica de Argentina 2004
(8) Criterios de Calidad del Agua para Riego en China (Calidad del agua, Romero 2002)
(9) Directiva 78/659/CEE (Comunidad Económica Europea)

7.5 CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO BOLO MEDIANTE ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA (ICA-CETESB E ICA-DINIUS) Y DE CONTAMINACIÓN (ICO)

Los ICA e ICO son indicadores útiles en los programas de vigilancia y control de la calidad del agua y son una herramienta importante para la administración de los recursos hídricos. Estos índices permiten por medio de la planificación, controlar la disminución o el aumento de la contaminación programando metas y objetivos a cumplir a corto y largo plazo, que pueden ser medidas y evaluadas en el tiempo y que además son de fácil entendimiento para la población directa o indirectamente afectada por los problemas de contaminación de las fuentes hídricas. Estos índices, tienen en la actualidad una gran aplicación para el diagnóstico y estudio de problemas ambientales y su utilidad radica en la facilidad y rapidez con la cual se puede determinar en una forma global la calidad de un ambiente específico.

Copia No Controlada CVC

Los Índices de Calidad del Agua (ICA) y los Índices de Contaminación (ICO) basados en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos son usados para cuantificar la calidad de una fuente de agua mediante la valoración de estos parámetros, los cuales son convertidos en un sólo número, que generalmente se encuentra entre 0 (muy mala calidad) y 100 (excelente calidad) en el caso del ICA y entre 0 (muy bajo nivel de contaminación) y 1 (muy alto nivel contaminación) en el caso del ICO, que define el grado de calidad o de contaminación del cuerpo de agua y expresa que tan adecuado es para un uso específico. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color (CVC – Universidad del Valle, 2005).

En esta sección se presentan los resultados de la aplicación de los Índices de Calidad del Agua – ICA y Contaminación – ICO a los datos de calidad del agua de las 4 estaciones de monitoreo del río Bolo. En esta sección se evaluaron los índices de calidad del agua ICA-CETESB (2000) e ICA Dinius (1987), e ICOs propuestos por Ramírez y Viña (1998).

7.5.1 Aplicación del ICA-CETESB al río Bolo

En el Cuadro No. 16, se presentan los valores calculados del ICA– CETESB Multiplicativo en cada una de las estaciones de monitoreo de la calidad del agua en el río Bolo durante los meses de enero de 2004 y 2005, en la temporada de transición y en el mes de noviembre de 2005, en la temporada de invierno. Los demás monitoreos realizados en el río Bolo no contaban con los datos de calidad suficientes para el cálculo del índice.

Cuadro No. 16. Resultados obtenidos en la aplicación del ICA– CETESB Multiplicativo

ESTACION	Fecha de Muestreo	ICA-CETESB	
		Valor	Clasificación
Limnígrafo CVC Los Minchos	14/01/2004	50,0	Regular
Puente Pradera Palmira	14/01/2004	41,7	Regular
Puente recta Palmira-Cali Desemb. río Frayle	14/01/2004	36,9	Regular
Limnígrafo CVC Los Minchos	19/01/2005	66,4	Buena
Puente Pradera Palmira	19/01/2005	41,7	Regular
Puente vía Candelaria Palmira	19/01/2005	42,4	Regular
Puente recta Palmira-Cali Desemb. río Frayle	19/01/2005	40,8	Regular
Limnígrafo CVC Los Minchos	22/11/2005	53,3	Buena
Puente Pradera Palmira	22/11/2005	42,0	Regular
Puente vía Candelaria Palmira	22/11/2005	40,4	Regular
Puente recta Palmira-Cali Desemb. río Frayle	22/11/2005	36,5	Regular

A partir de los resultados mostrados en el Cuadro No. 16, se realizó la Figura No. 4. que relaciona el comportamiento del ICA–CETESB Multiplicativo en las diferentes estaciones de monitoreo en el río Bolo, de acuerdo con la clasificación propuesta para un río a ser considerado como fuente de abastecimiento para el consumo humano previo tratamiento.

Copia No Controlada CVC

Esta figura cuenta con zonas marcadas de un color respectivo que categorizan la calidad del agua de acuerdo a los rangos en los que se ubican los valores del ICA–CETESB.

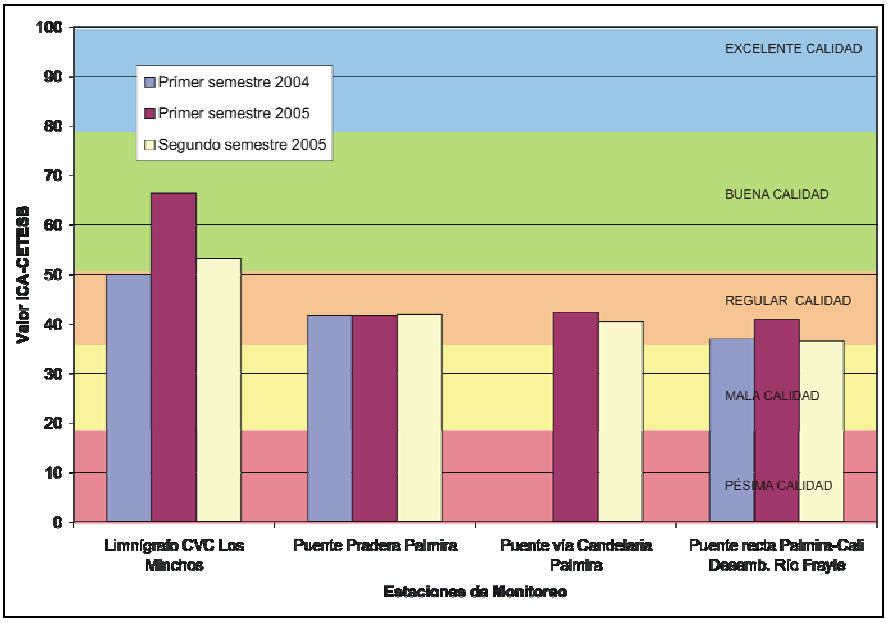


Figura No. 4. ICA–CETESB Multiplicativo aplicado al río Bolo

En la Figura No. 4., se observa en términos generales un decaimiento de la calidad del agua del río Bolo a través de su recorrido hasta la desembocadura al río Frayle. De igual forma se aprecia que el río en ninguna estación presenta una Excelente Calidad del agua, debido posiblemente a los vertimientos de aguas residuales de las pequeñas poblaciones y fincas en la parte alta de la cuenca del río Bolo.

En la estación E-1 (Limnígrafo CVC – Los Minchos) la calidad del agua se clasifica como de Buena calidad para consumo humano previo tratamiento, según la clasificación del ICA-CETESB. Después de la captación del agua, para consumo humano y riego de cultivos, y el vertimiento de aguas residuales del casco urbano del municipio de Pradera, la calidad del agua decae a una Regular calidad según el ICA-CETESB.

7.5.2 Aplicación del ICA-Dinius al río Bolo

En el Cuadro No. 17, se presentan los valores calculados del ICA-Dinius Multiplicativo en cada una de las estaciones de monitoreo de la calidad del agua en el río Bolo durante los meses de enero de 2004 y 2005, en la temporada de transición y en el mes de noviembre de 2005, en la temporada de invierno. Los demás monitoreos realizados en el río Bolo no contaban con los datos de calidad suficientes para el cálculo del índice. El procedimiento a seguir para el cálculo del Multiplicativo del ICA–Dinius.

Copia No Controlada CVC

Cuadro No. 17. Resultados obtenidos en la aplicación del ICA– Dinius Multiplicativo

ESTACION	Fecha de Muestreo	ICA-CETESB	
		Valor	Clasificación para riego
Limnígrafo CVC Los Minchos	14/01/2004	61,8	Levemente Contaminada
Puente Pradera Palmira	14/01/2004	48,3	Contaminada
Puente recta Palmira-Cali Desemb. Río Frayle	14/01/2004	58,7	Levemente Contaminada
Limnígrafo CVC Los Minchos	19/01/2005	75,2	Aceptable
Puente Pradera Palmira	19/01/2005	50,2	Levemente Contaminada
Puente vía Candelaria Palmira	19/01/2005	60,6	Levemente Contaminada
Puente recta Palmira-Cali Desemb. Río Frayle	19/01/2005	59,5	Levemente Contaminada
Limnígrafo CVC Los Minchos	22/11/2005	73,3	Aceptable
Puente Pradera Palmira	22/11/2005	66,9	Levemente Contaminada
Puente vía Candelaria Palmira	22/11/2005	62,5	Levemente Contaminada
Puente recta Palmira-Cali Desemb. Río Frayle	22/11/2005	60,1	Levemente Contaminada

A partir de los resultados mostrados en el Cuadro No. 17, se realizó la Figura No. 5 que relaciona el comportamiento del ICA–Dinius Multiplicativo en las diferentes estaciones de monitoreo en el río Bolo, de acuerdo a los rangos de clasificación del ICA Multiplicativo en función del uso del agua, según Dinius (1987), entre estos usos se tiene consumo humano, agrícola, pesca y vida acuática, industrial y recreación. Los valores calculados, se evaluaron con el rango de clasificación para el uso agrícola.

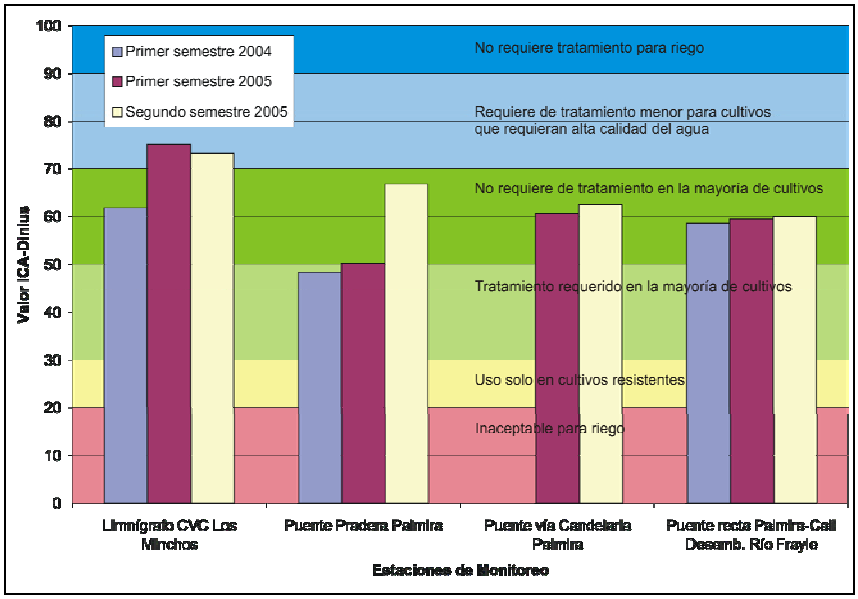


Figura No. 5. ICA–Dinius Multiplicativo aplicado al río Bolo

Al evaluar los valores calculados del ICA-Dinius con la clasificación para el uso agrícola mostrados en la Figura No. 5, se observa un decaimiento pico de la calidad del agua del río Bolo en la estación E-2 (Puente Pradera Palmira), debido al vertimiento de aguas

Copia No Controlada CVC

residuales de la cabecera municipal de Pradera y a la poca capacidad de de dilución de la carga vertida a causa de las captaciones de caudal del río.

La calidad del agua para riego en la estación E-1 (Limnígrafo CVC – Los Minchos) se mueve en un agua que requiere tratamiento menor para cultivos que necesiten alta calidad del agua y en un agua que no requiere tratamiento en la mayoría de cultivos. El agua de la estación E-2 (Puente Pradera Palmira) disminuye su calidad para uso agrícola a aguas que necesitan tratamiento en la mayoría de cultivos en los meses de transición y en el mes de invierno la calidad del agua no requiere tratamiento en la mayoría de cultivos. En las estaciones E-3 (Puente vía Candelaria Palmira) y E-4 (Puente recta Cali – Palmira) la calidad del agua no requiere tratamiento en la mayoría de los cultivos en los meses evaluados.

7.5.3 Aplicación de los Índices de Contaminación (ICO) al río Bolo

Los ICO presentan una ventaja respecto a los ICA ya que desagregan los tipos de contaminación y evitan que unas variables o problemas ambientales de contaminación queden ocultos en torno a otras variables, lo que permite una mejor visualización de estos problemas en un sistema hídrico. A manera de ejemplo se puede mencionar el caso de un río o vertimiento con alta temperatura, altas concentraciones de sólidos inorgánicos y turbiedad, el cual representa una condición ambiental diferente a otro río con alta concentración orgánica que se expresa en una gran DBO_5 y un elevado nivel de Coliformes; no obstante uno y otro pueden conducir a un mismo valor del ICA, (Fernández, Ramírez y Solano, 2003).

El único índice que no se empleó fue el Índice de Contaminación Trófico (ICOTRO) debido a que en la actualidad este indicador ha recibido algunas críticas en cuanto su confiabilidad dado que sólo se basa en las concentraciones del Fósforo Total, sin tener en cuenta las concentraciones del Nitrógeno, siendo ambos parámetros indicadores de la contaminación por nutrientes.

Los resultados de la aplicación de los diferentes índices de contaminación (ICO) en cada una de las estaciones de monitoreo de calidad del agua del río Bolo, pueden observarse en el Cuadro No. 18.

Con la información consignada en este cuadro se generaron las Figuras Nos. 6 y 7, que describen el comportamiento de los índices ICOMI, ICOMO e ICOSUS en los diferentes sitios de monitoreo en el río Bolo, de acuerdo con la clasificación propuesta por Ramírez, (1998). Estas figuras cuentan con zonas marcadas de un color respectivo que categorizan el nivel de contaminación del cuerpo de agua, valores cercanos a (0) reflejan muy baja contaminación y valores próximos a (1) significan muy alto nivel de contaminación.

Copia No Controlada CVC

Cuadro No. 18. Resultados obtenidos en la aplicación del ICOMI, el ICOMO y el ICOSUS en la condición climática de invierno

ESTACION	Fecha de Muestreo	ICOMI		ICOMO		ICOSUS	
		Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
Limnígrafo CVC Los Minchos	14/01/2004	0,37	BC	0,33	B C	0,05	MBC
Pte. Pradera Palmira	14/01/2004	0,80	AC	0,57	MC	0,00	MBC
Pte. recta Palmira-Cali	14/01/2004	0,94	MAC	0,52	MC	0,09	MBC
Limnígrafo CVC Los Minchos	19/01/2005	0,39	BC	0,20	MC	0,05	MBC
Pte. Pradera Palmira	19/01/2005	0,83	MAC	0,60	AC	0,03	MBC
Pte. vía Candelaria Palmira	19/01/2005	0,99	MAC	0,45	MC	0,08	MBC
Pte. recta Palmira-Cali	19/01/2005	1,00	MAC	0,47	MC	0,04	MBC
Limnígrafo CVC Los Minchos	22/11/2005	0,10	MAC	0,39	B C	1,00	MAC
Pte. Pradera Palmira	22/11/2005	0,13	MAC	0,47	MC	1,00	MAC
Pte. vía Candelaria Palmira	22/11/2005	0,30	BC	0,60	AC	1,00	MAC
Pte. recta Palmira-Cali	22/11/2005	0,33	BC	0,66	AC	1,00	MAC

MBC Muy Baja Contaminación
BC Baja Contaminación
MC Mediana Contaminación
AC Alta Contaminación
MAC Muy Alta Contaminación

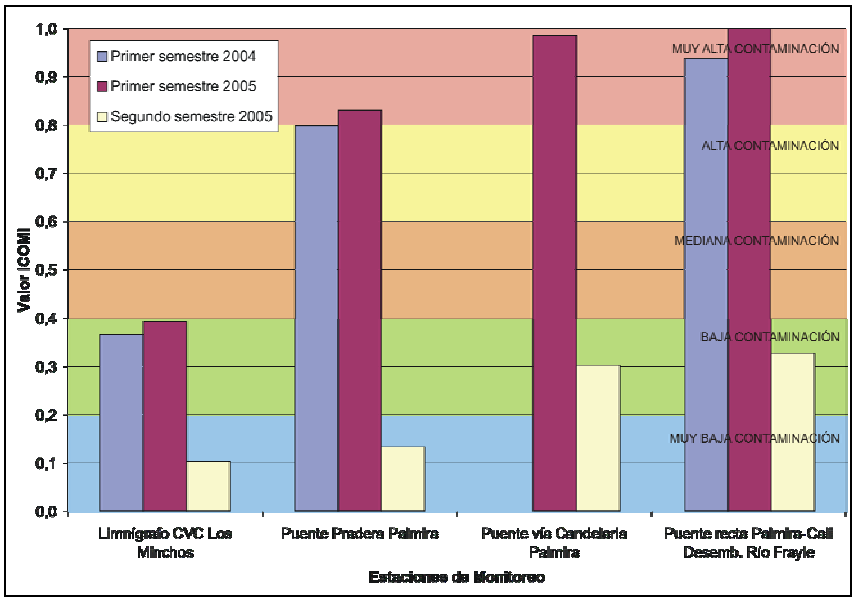


Figura No. 6. ICOMI aplicado al río Bolo

El comportamiento del índice de contaminación por mineralización ICOMI, mostrado en la Figura No. 6, indica una baja contaminación por minerales y sales disueltas en la estación E-1 (Limnígrafo CVC – Los Minchos), la cual se incrementa a una muy alta contaminación por sales disueltas en las estaciones siguientes, efecto producido por los vertimientos de aguas residuales, las cuales incrementan la conductividad, la alcalinidad y la dureza del agua, y la poca capacidad de asimilación de la polución por el poco caudal que transporta el río Bolo, después de las captaciones realizadas sobre este.

Copia No Controlada CVC

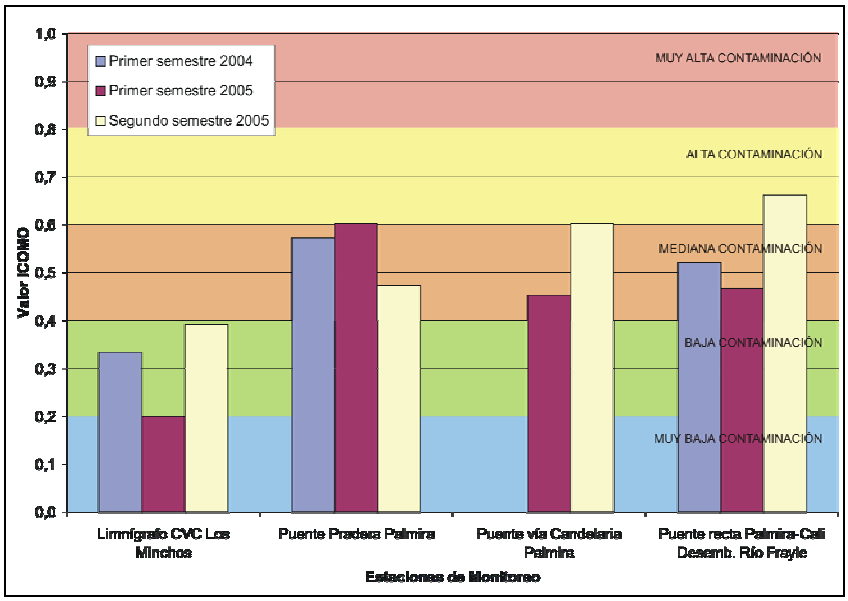


Figura No. 7. ICOMO aplicado al río Bolo en ambas condiciones climáticas

El índice de contaminación por materia orgánica ICOMO, mostrado en la Figura No. 7, clasifica el agua de la estación E-1 con una baja contaminación por materia orgánica, que luego del vertimiento de aguas residuales municipales del casco urbano de Pradera pasa a mediana contaminación en los meses de transición y a alta contaminación en el mes de invierno por el arrastre y lavado de partículas del suelo.

El índice ICOMO tiene un comportamiento creciente en los meses de transición, entre las estaciones E-1 (Limnígrafo CVC – Los Minchos) y E-2 (Puente Pradera Palmira), a causa de los vertimientos de aguas residuales, que luego desciende por degradación o dilución de la carga orgánica, en la estación E-3 (Puente vía Candelaria Palmira) y mantiene su valor en la estación E-4 (Puente recta Cali – Palmira). En cambio, el comportamiento del ICOMO en el mes de invierno es creciente debido a que el río mantiene un flujo constante, recibiendo las descargas de vertimientos de aguas residuales y la escorrentía del lavado de suelos y canales, y el arrastre de partículas.

Copia No Controlada CVC

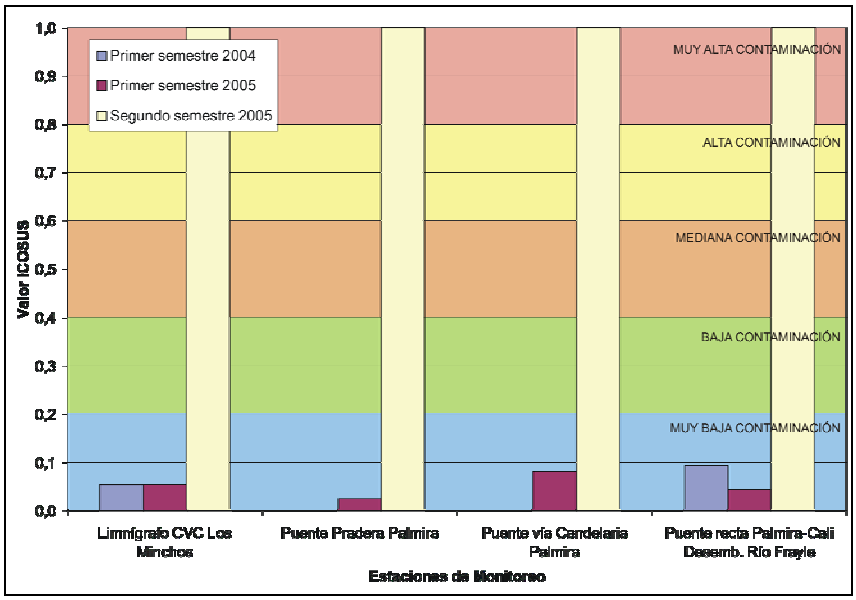


Figura No. 8. ICOSUS aplicado al río Bolo en ambas condiciones climáticas

El índice de contaminación por sólidos suspendidos ICOSUS, muestra que en los meses de transición la calidad del agua presenta muy baja contaminación y en el mes de invierno evaluado presenta muy alta contaminación. Este efecto en el mes de invierno se presenta debido al arrastre de partículas del suelo causando un incremento en la concentración de sólidos suspendidos en el agua del río Bolo

7.5.4 Mapas de calidad del agua

La elaboración de mapas de calidad del agua en ríos permite realizar análisis y diagnósticos ambientales espaciales, mediante la clasificación de la calidad del agua por sectores y relacionar dicha calidad del agua, con el impacto de las actividades socioeconómicas desarrolladas en la ribera del río Bolo y los requerimientos de calidad del agua de acuerdo con el uso actual del recurso.

En la Figuras Nos. 9 a 11, se presentan los mapas de calidad del agua del río Bolo en las condiciones evaluadas, de acuerdo con la clasificación según los valores del ICA–CETESB propuesta para un río a ser considerado como fuente de abastecimiento para el consumo humano. En este Mapa se observan puntos de colores ubicados en las estaciones de monitoreo del río, los cuales son de un color específico de acuerdo con el valor del ICA–CETESB en la estación y la clasificación de la calidad del agua según los rangos en los que se ubican.

Copia No Controlada CVC

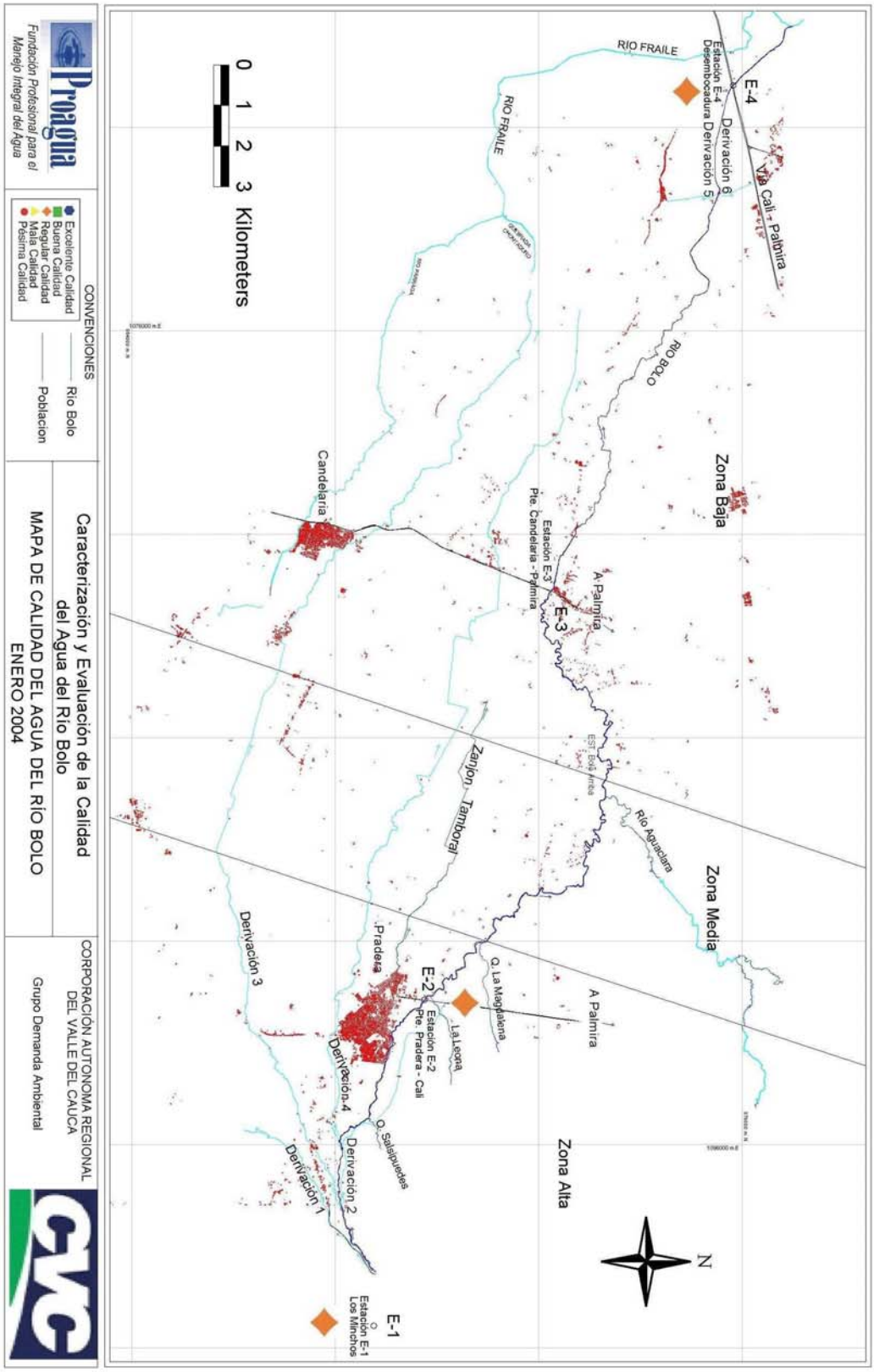


Figura No. 9. Mapa de Calidad del Agua según los valores del ICA-CETESB propuesta para un río a ser considerado como fuente de abastecimiento para el consumo humano en la condición de transición climática – Enero 2004.

Copia No Controlada CVC

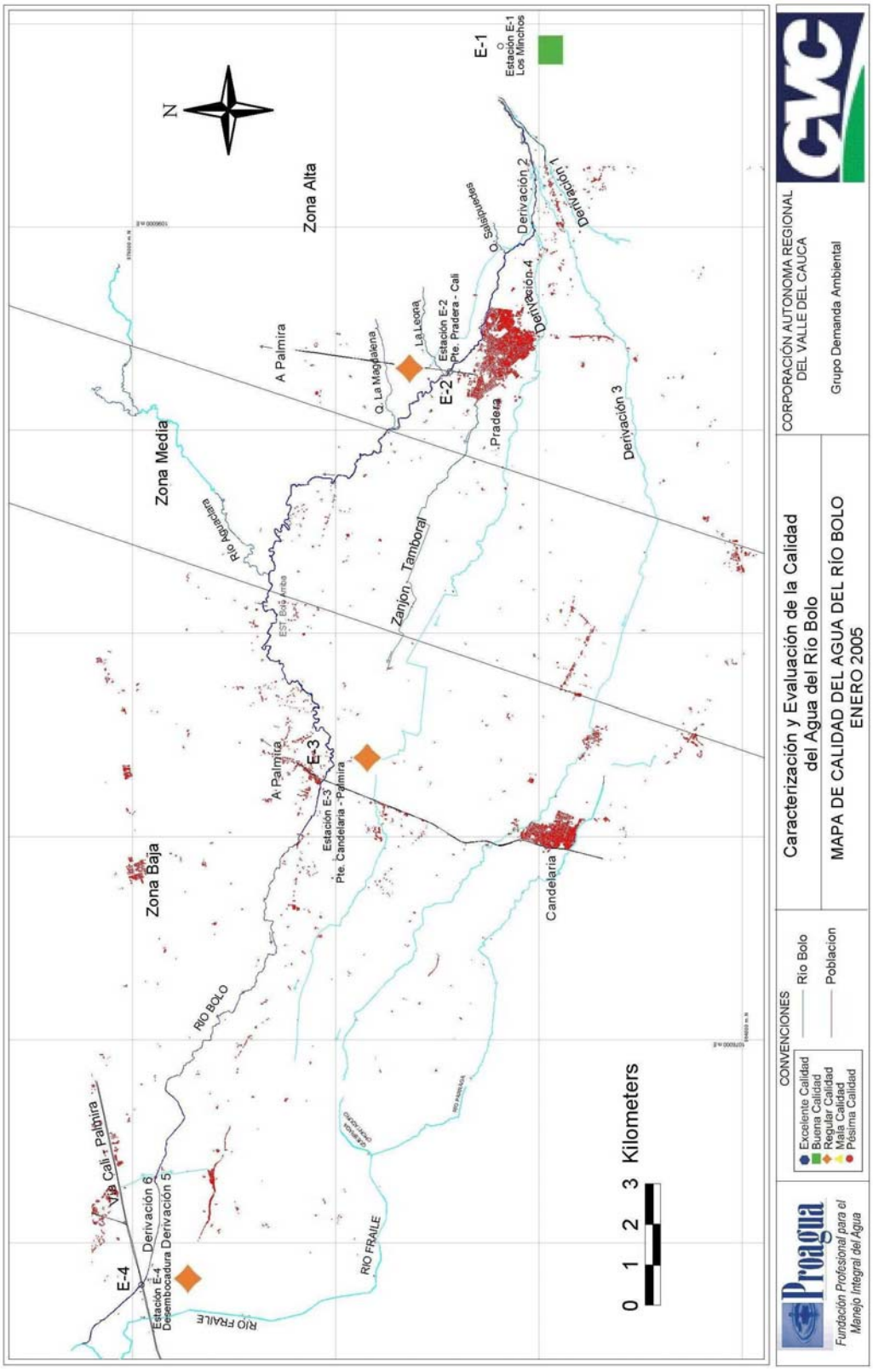


Figura No. 10. Mapa de Calidad del Agua según los valores del ICA–CETESB propuesta para un río a ser considerado como fuente de abastecimiento para el consumo humano en la condición de transición climática – Enero 2005.

Copia No Controlada CVC

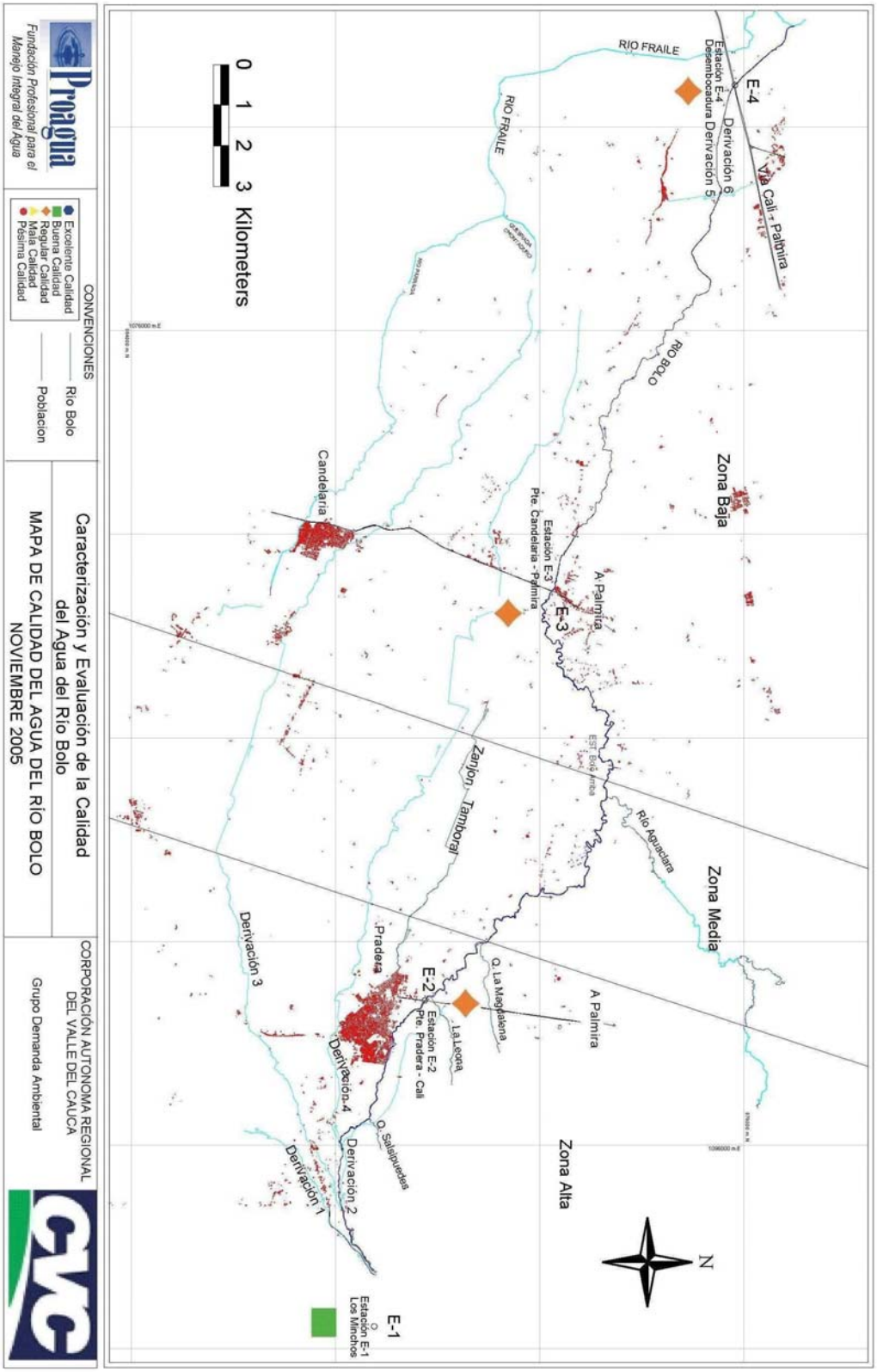


Figura No. 11. Mapa de Calidad del Agua según los valores del ICA–CETESB propuesta para un río a ser considerado como fuente de abastecimiento para el consumo humano en la condición climática de invierno – Noviembre 2005.

Copia No Controlada CVC

8. PLANTEAMIENTOS TECNICOS PARA LA DEFINICION DE ZONAS DE ABASTECIMIENTO

El éxito en el funcionamiento de cualquier tipo de organización, depende del respeto por el cumplimiento de las normas y acuerdos establecidos entre quienes están inmersos en la organización.

En el año 1992, la CVC reglamentó el uso del agua del río Bolo, estableciendo 14000 ha, como área de beneficio. Para alcanzar esta área se determinaron módulos de consumo que no suplen las demandas reales de agua, esto aunado al inapropiado uso del agua, el respeto por el funcionamiento de las de obras construidas y la desorganización de los usuarios, originaron conflictos por el aprovechamiento del agua.

Para el año 1994, la distribución del río se hizo dividiendo su área de influencia en tres zonas, las cuales respondían a los aportes que recibía el río durante su recorrido, (ver figura No.12) las zonas correspondieron a:

Zona 1: Inicia en la estación Bolo Los Minchos
Zona 2: Se inicia en cercanías a la vía que comunica al municipio de Pradera con Palmira
Zona 3: Se inicia en cercanías a la estación Bolo Arriba y finaliza en la entrega de aguas del río Bolo al río Frayle.

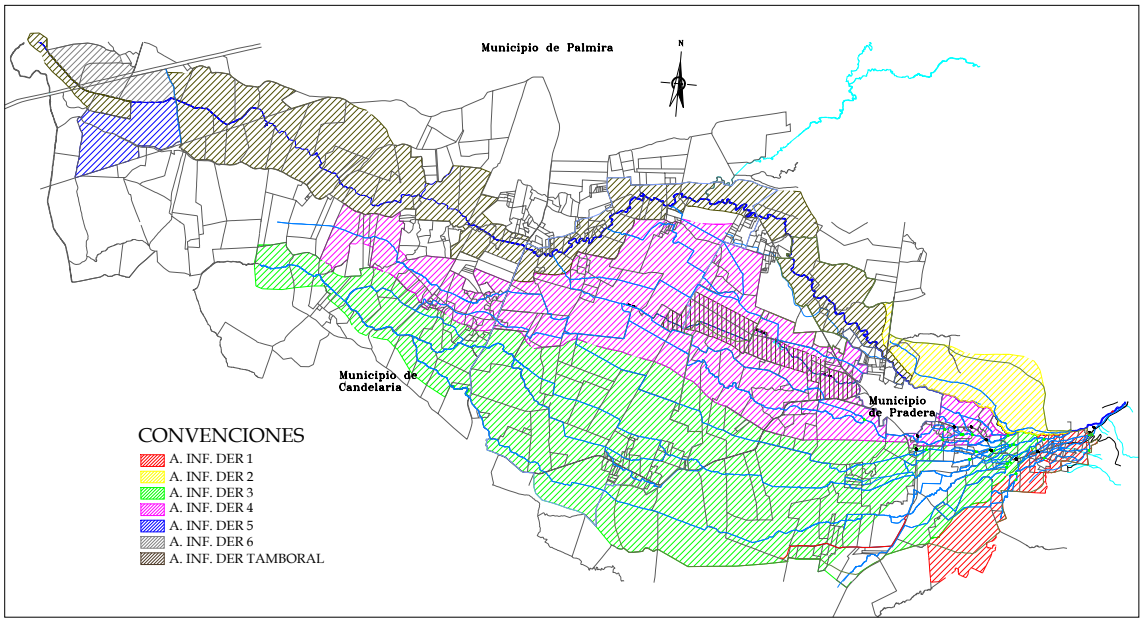


Figura No. 12. Zona de influencia establecida según resolución reglamentaria No 0384 de abril 12 de 1994.

Copia No Controlada CVC

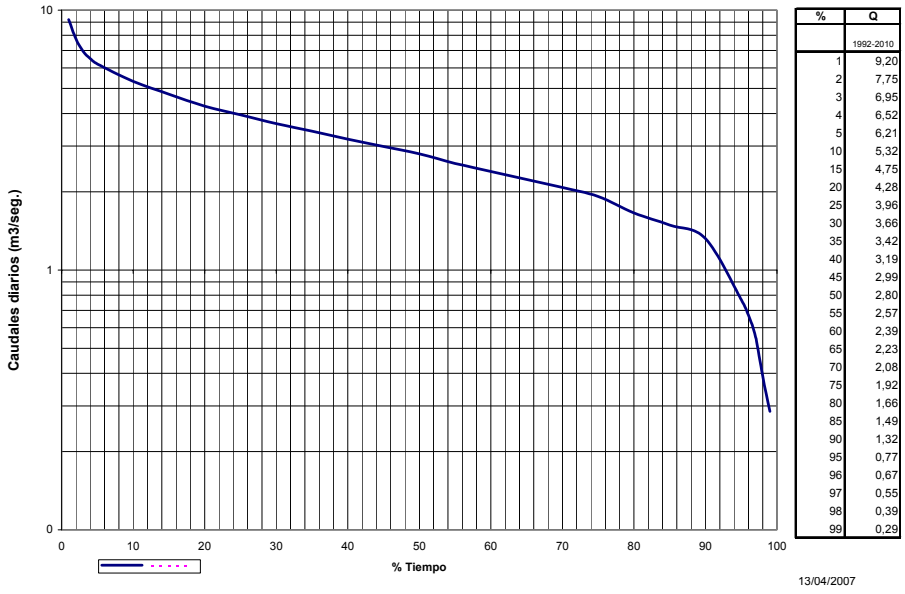
De acuerdo con la resolución reglamentaria, se estimó que para la **zona 1** de distribución, el módulo de asignación correspondía aproximadamente a 0.2 l/s-ha, referente bajo, si se considera que desde aquella época, el cultivo de mayor predominio era la caña de azúcar, que es un cultivo exigente en cuanto a necesidades hídricas se refiere.

El proyecto "río Bolo para todos", reúne elementos de juicio, cuyos componentes giran en torno a aspectos técnicos, jurídicos y sociales para proponer un plan de trabajo que permita establecer la regla de operación del sistema de distribución, la cual será la principal herramienta para garantizar una distribución equitativa del agua. Para esto es necesario evaluar el área reglamentada en 1994, que corresponde aproximadamente a 14000 ha, a partir de la cual y con base en la disponibilidad de agua se estimarán las posibles zonas de abastecimiento y sus condiciones.

Para esta evaluación, se tomaron en cuenta las variables hidroclimatológicas de la cuenca del río Bolo, que determinan el caudal disponible para aprovechamiento.

8.1 VARIABLES HIDROLOGICAS

La oferta de agua del río Bolo la determinan los registros reportados por las estaciones de medición. Sobre su cauce existen dos estaciones, Bolo Los Minchos y Bolo Arriba. Debido que la primera de ellas se ubica aguas arriba de toda derivación, sus datos se utilizaron para determinar la oferta de agua. La información reportada en el boletín climatológico emitido por la CVC, para el año 2005, el río Bolo en la estación Los Minchos presenta la siguiente curva de duración de caudales diarios.



%	Q
	1992-2010
1	9,20
2	7,75
3	6,95
4	6,52
5	6,21
10	5,32
15	4,75
20	4,28
25	3,96
30	3,66
35	3,42
40	3,19
45	2,99
50	2,80
55	2,57
60	2,39
65	2,23
70	2,08
75	1,92
80	1,66
85	1,49
90	1,32
95	0,77
96	0,67
97	0,55
98	0,39
99	0,29

Figura No. 13. Curva duración de caudales estación Bolo Los Minchos (1992-2005)

De acuerdo con la resolución reglamentaria emitida por la CVC en el año 1994, existía un caudal disponible para distribución en la zona 1 de aproximadamente 3.57 m^3/s, que corresponde al 30% del tiempo, de acuerdo con los datos de la figura anterior.

Copia No Controlada CVC

Debido al conflicto por el uso del agua identificado con la ejecución del presente proyecto, se hace necesario brindar a los usuarios un caudal durante una permanecía de tiempo mayor a la establecida en el año 1994, por lo tanto se estableció el caudal que presenta el río el 80% del tiempo, considerando la oferta disponible y la posibilidad de establecer turnos de riego o zonas de abastecimiento específicas. A este caudal se le debe descontar el caudal ecológico o demanda ambiental. Para la estimación de este caudal se utilizó lo recomendado en los procesos de reglamentación existentes que corresponde al 10% del caudal medio mensual multianual más bajo reportado en la estación, el cual corresponde mes de septiembre por lo tanto el caudal ecológico es de 263 l/s.

En el siguiente cuadro se presenta el caudal disponible en diferentes porcentajes de permanencia en el tiempo, de acuerdo con los datos de la curva de duración de caudales presentada y teniendo en cuenta el requerimiento de caudal ecológico descrito previamente.

Cuadro No. 19. Caudal disponible en el río Bolo para diferentes periodos de permanencia

Información CDC*		Q disponible (m^3/s)
% de tiempo	Caudal (m^3/s)	
60	2,39	2,14
65	2,23	1,98
70	2,08	1,83
75	1,92	1,67
80	1,66	1,41

* Curva de duración de caudales: periodo 1992 - 2005

El caudal disponible para atender la demanda de agua del río Bolo es de 1.41 m^3/s. Considerando que es posible ampliar el grado de atención si tenemos en cuenta que no todos los usuarios están haciendo uso del recurso simultáneamente, se pueden determinar operaciones programadas para diferentes zonas. Esta operación está directamente relacionada con el caudal disponible, la demanda de agua, la construcción de la infraestructura hidráulica necesaria para optimizar el recurso y la capacidad de atención por parte de la organización que administre la distribución de agua.

En este capítulo se desarrolla en breve, el tema puesto que faltan aún elementos de evaluación hidráulica e hidrológica para definir con certeza cual será el área atendida en cada zona de distribución. Por lo tanto es importante anotar que se requiere continuar trabajando en esta actividad, la cual a futuro permitirá establecer la regla de operación del sistema de distribución, principal herramienta de funcionamiento de la organización.

Copia No Controlada CVC

8.2 VARIABLES TECNICAS

Para iniciar el proceso de trazado de las zonas de abastecimiento o zonas de atención por parte de la organización, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

1. Información de producción hídrica de la cuenca,
2. Localización de las obras de infraestructura hidráulica evaluadas
3. Localización de los usuarios
4. Información económica disponible para la estimación de impactos negativos,
5. Área que aunque se consideró en la reglamentación de 1994, históricamente quedó por fuera de la zona de distribución puesto que fue imposible que recibieran agua.

Como premisas se establecieron:

- Que el área a beneficiar (zona piloto), sea atendida durante un periodo de tiempo superior al que existe actualmente
- Que el módulo de distribución, debe responder a las recomendaciones técnicas de Cenicaña
- Que la zona de beneficio se pueda dividir en 4 zonas de atención, organizadas técnicamente para su oportuno aprovechamiento.

Una vez aplicadas las condiciones anteriormente descritas, se elaboró un balance preliminar para conocer el área posible de atención con la siguiente información:

Área a beneficiar: 9729 Ha
Subzonas de atención: 4
Área de cada zona de atención: 2432.3 Ha
Caudal ecológico: 0.263 m^3/s

En el cuadro No. 20 se elabora el balance considerando diferentes módulos de asignación de agua, un área de 2432 ha y un porcentaje de permanencia en el tiempo que varia desde 60% hasta 80%.

Cuadro No. 20. Balance demanda – disponibilidad de agua

Información CDC*		**Caudal ecológico (m^3/s)****	**Caudal disponibl (m^3/s)**	**Demanda por zona (empleando diferentes módulos)**			**Balance**		
% de tiempo	*Q (m^3/s)*			*Módulo = 0.5 l/s-ha*	*módulo = 0.6 l/s-ha*	*módulo = 0.7 l/s-ha*	*módulo = 0.5 l/s-ha*	*módulo = 0.6 l/s-ha*	*módulo = 0.7 l/s-ha*
60	2.39	0.263	2.13	1216.15	1459.38	1702.4	0.91	0.67	0.42
65	2.23	0.263	1.97	1216.15	1459.38	1702.4	0.75	0.51	0.26
70	2.08	0.263	1.82	1216.15	1459.38	1702.4	0.60	0.36	0.11
75	1.92	0.263	1.66	1216.15	1459.38	1702.4	0.44	0.20	-0.05
80	1.66	0.263	1.40	1216.15	1459.38	1702.4	0.18	-0.06	-0.31

* CVC. Estación Bolo Los Minchos: curva de duración de caudales para el periodo 1992-2005
**10% del caudal medio mensual multianual mas bajo (estación Bolo Los Minchos - mes de septiembre)

Con la información del cuadro anterior se puede concluir que trabajando con un caudal del 80% de permanencia en el tiempo, no pueden establecerse módulos superiores a 0.5

Copia No Controlada CVC

l/s-ha, puesto que se presenta un ligero déficit en el balance, o bien debe reducirse el área de atención para disminuir la demanda de agua. Sin embargo es necesario tener presente que la determinación exacta de cada zona de atención debe ser fruto de la evaluación minuciosa de las condiciones topográficas del terreno, el trazado de los canales, las épocas de siembra, la infraestructura hidráulica, etc. Por lo tanto se considera que cuando se establezca con exactitud el área de cada zona de atención, se tendrán condiciones diferentes, pero para efectos de gestión preliminar en cuanto a la determinación del área que efectivamente debe ser parte de la reglamentación es aceptable continuar con el ejercicio establecido.

8.3 ESTIMACION DE ZONAS DE ATENCION.

De acuerdo con las directrices descritas anteriormente, se definieron preliminarmente las siguientes 4 zonas de atención, comprendidas en 2 zonas de beneficio.

8.3.1 Zona de Beneficio 1

Esta primera gran zona de consumo posee un área aproximada de 4864.5 ha y se encuentra conformada por áreas parciales de las derivaciones 3 (acequia zanjón Guabinas), 4 (acequia zanjón Bolito), usuarios directos y las áreas totales de las derivaciones l (acequia Lomitas) y 2 (acequia El Tablón); la demanda de agua de esta zona se estima entre 2432.25 l/s teniendo en cuenta un módulo de 0.5 l/s-ha y 3405.15 l/s, con un módulo de 0.7 l/s-ha.

De acuerdo con reportes existentes en el Grupo Aguas Subterráneas – CVC, la zona cuenta con 26 pozos activos, cuyo nivel de explotación para el año 2006 fue de 176.8 l/s. (Ver figura 14).

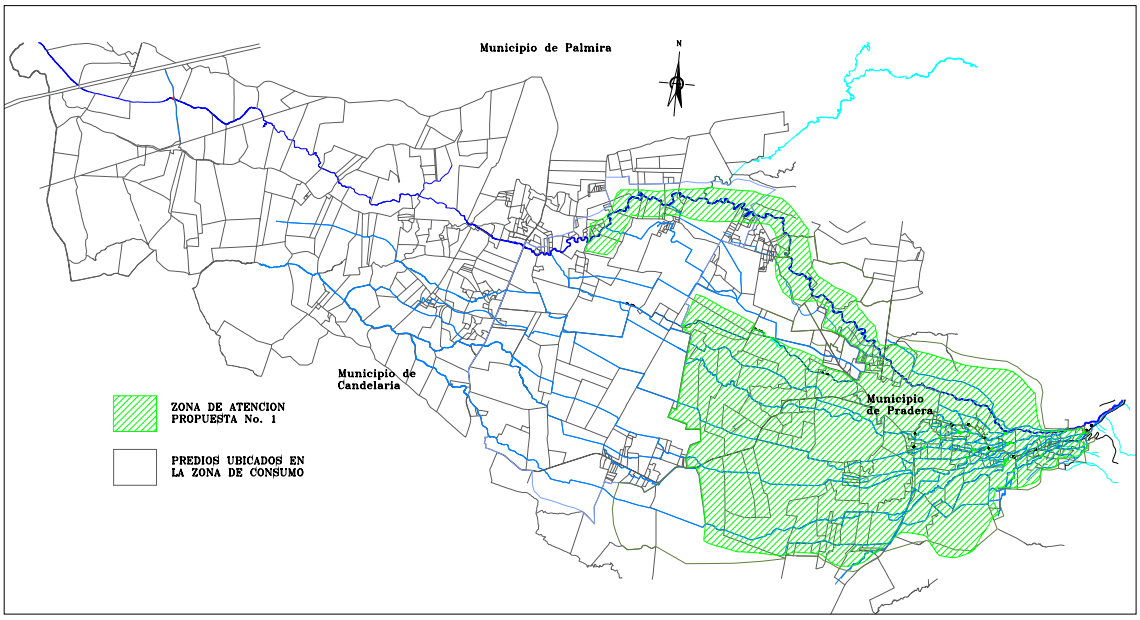


Figura No. 14. Zona de atención propuesta No 1.

Copia No Controlada CVC

La zona de beneficio No. 1, a su vez será dividida en dos **zonas de atención** con igual área (2432 ha), cuyo nivel de demanda oscila entre 1216.15 l/s y 1702.4 l/s. Las condiciones de aprovechamiento de agua, es decir tiempos, fechas y turnos deben ser definidas en desarrollo detallado de la regla de operación.

8.3.2 Zona de Beneficio 2

La segunda zona se inicia desde los sitios de finalización de la anterior zona hasta la vía que comunica el municipio de Candelaria con Palmira. Se encuentra conformada por áreas parciales de las derivaciones 3 (acequia zanjón Guabinas), 4 (acequia zanjón Bolito) y usuarios directos del cauce. Por ser zonas de igual área, su demanda se estima entre 2432.25 l/s y 3405.15 l/s, de acuerdo con los módulos propuestos (0.5 l/s-Ha y 0.7 l/s-ha). De acuerdo con reportes existentes en el Grupo Aguas Subterráneas – CVC, la zona cuenta con 63 pozos activos, cuyo nivel de explotación para el año 2006 fue de 423.99 l/s. (Ver figura 15).

Para efectos de lograr un mejor nivel de prestación de servicio en cuanto a disponibilidad de agua para la atención de las diferentes labores, esta zona al igual que la zona 1 será dividida en dos subzonas con igual área (2432 Ha), donde la demanda oscila entre 1216.15 l/s y 1702.4 l/s.

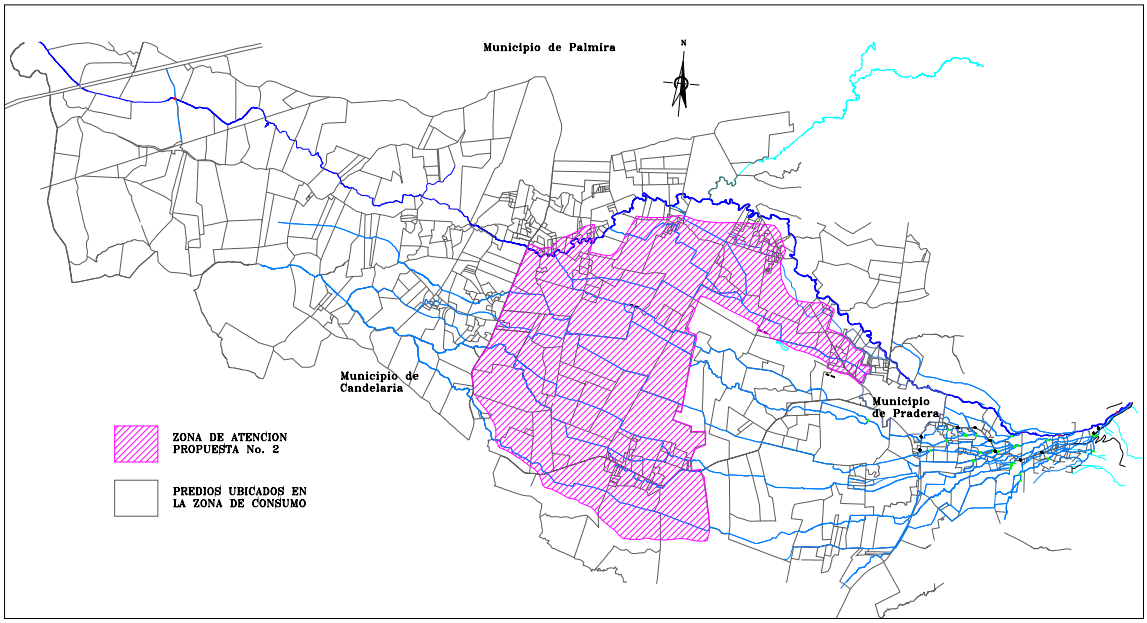


Figura No. 15. Zona de atención propuesta No 2.

Copia No Controlada CVC

AREA POR FUERA DE LA ZONA DE BENEFICIO

Dado el nivel de producción que presenta el río Bolo, tomando como base el área de beneficio contemplada en la resolución del año 1992, se trazó una tercera zona, la cual de acuerdo con las primeras estimaciones no podrá ser atendida con aguas del río en mención. Esta zona corresponde a 4745.9 Ha, se inicia desde el punto de culminación de la zona 2 hasta la confluencia del río Bolo al río Fraile. (Corregimientos de Guanabanal y Palmaseca). Su demanda se estima entre 2372.95 l/s y 3322.13 l/s, de acuerdo con los módulos propuestos (0.5 l/s-Ha y 0.7 l/s-ha) (Ver figura 16).

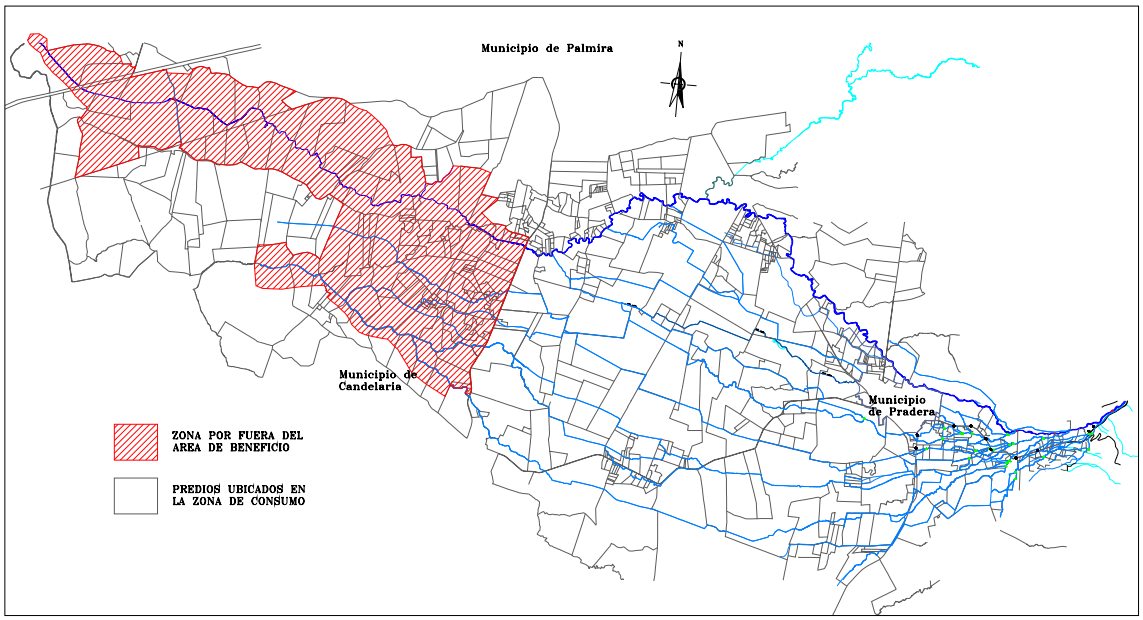


Figura No. 16. Zona No 3, la cual en la primera estimación realizada no podría ser atendida con aguas del río Bolo.

8.4 POSIBILIDADES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

En la búsqueda de garantizar a los usuarios un nivel de mayor de atención, representado básicamente en la presencia de caudales disponibles altos, que garanticen la sostenibilidad productiva de los cultivos allí establecidos, y de las diferentes labores realizadas, se desarrollaron los cálculos que permitieran establecer una primera aproximación de aquellos caudales picos que se presentan en épocas de invierno y que de ser posible su almacenamiento, podrían ser aprovechados en épocas de estiaje.

Para realizar estos cálculos, se tomaron como base los registros existentes de la estación Bolo Los Minchos, la cual inicio sus labores de operación desde el año 1994.

Copia No Controlada CVC

Para llevar a cabo esta primera aproximación, se realizó una resta sencilla entre los caudales máximos que se han presentado durante estos años de registros y los medios, siendo estos últimos los empleados comúnmente para efectos de distribución.

Con los resultados preliminares obtenidos en los cuadros Nos. 21 y 22, se da una idea sobre los posibles volúmenes de almacenamiento, pero su determinación deberá obedecer a unos análisis hidrológicos más exhaustivos tales como:

- ***Método del embalse simplificado***: El cual parte de la capacidad de una fuente superficial de agua para abastecer una demanda, tomando como punto de partida la curva de duración de caudales del río objeto de estudio, a partir de la información suministrada por la estación, tomando como referencia los caudales mínimos, medios y máximos con unas probabilidades de excedencias esperadas (altas).

- ***Elaboración hidrógrafa***: Empleando los datos de caudales diarios reportados en la estación de referencia, y estableciendo un periodo de estudio especifico, que para nuestro caso debiera corresponder para un año atípico (fenómeno del niño), donde las precipitaciones son bajas, situación que se ve reflejada en unos caudales mínimos. Es necesario dejar en claro que se debe establecer una demanda (fija o variable), en la cual este considerada no solo los requerimientos propios de los cultivos o diferentes actividades de consumo, sino el caudal ecológico determinado para la fuente.

Cuadro No. 21. Comparativo de caudales en la estación Los Minchos

Meses	Caudal en m^3/s		
	Q máximo	Q medio	Q mínimo
Enero	14,43	3,45	2,1
Febrero	6,28	2,99	2,24
Marzo	8,37	2,93	2,03
Abril	9,95	3,48	2,17
Mayo	11,18	3,81	2,62
Junio	7,65	3,09	2,15
Julio	8,81	3,14	1,73
Agosto	6,97	2,63	1,75
Septiembre	6,79	2,53	1,84
Octubre	11,19	2,65	1,49
Noviembre	12,4	3,38	1,87
Diciembre	11,19	3,48	2,52

Copia No Controlada CVC

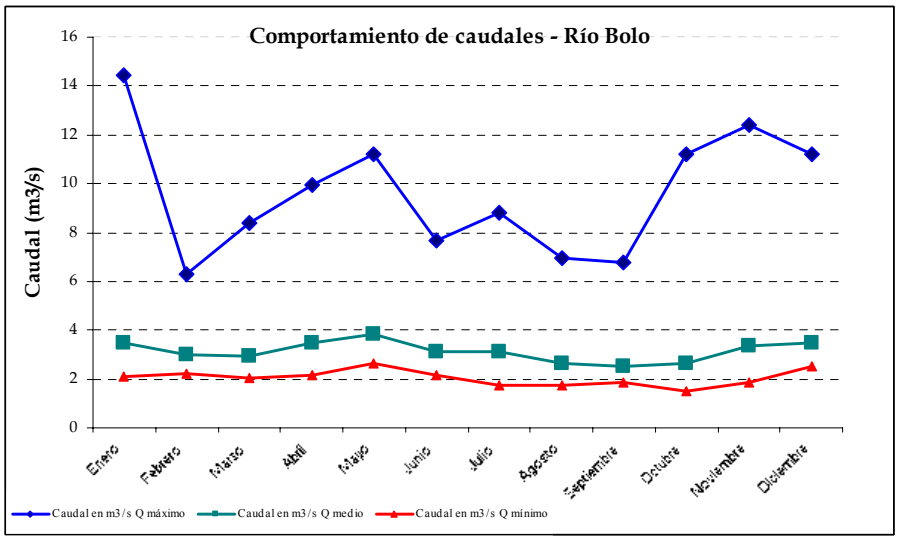


Figura No. 17. Comportamiento de caudales en la estación Bolo Los Minchos

Cuadro No. 22. Posibles volúmenes de almacenamiento - cuenca río Bolo

Meses	Caudal en m^3/s			Q almacenable (m^3/s)	Q almacenable (m^3/mes)
	Q máximo	Q medio	Q base		
Enero	14,43	3,45	1,66	9,32	24157440
Febrero	6,28	2,99	1,66	1,63	4224960
Marzo	8,37	2,93	1,66	3,78	9797760
Abril	9,95	3,48	1,66	4,81	12467520
Mayo	11,18	3,81	1,66	5,71	14800320
Junio	7,65	3,09	1,66	2,9	7516800
Julio	8,81	3,14	1,66	4,01	10393920
Agosto	6,97	2,63	1,66	2,68	6946560
Septiembre	6,79	2,53	1,66	2,6	6739200
Octubre	11,19	2,65	1,66	6,88	17832960
Noviembre	12,4	3,38	1,66	7,36	19077120
Diciembre	11,19	3,48	1,66	6,05	15681600

Copia No Controlada CVC

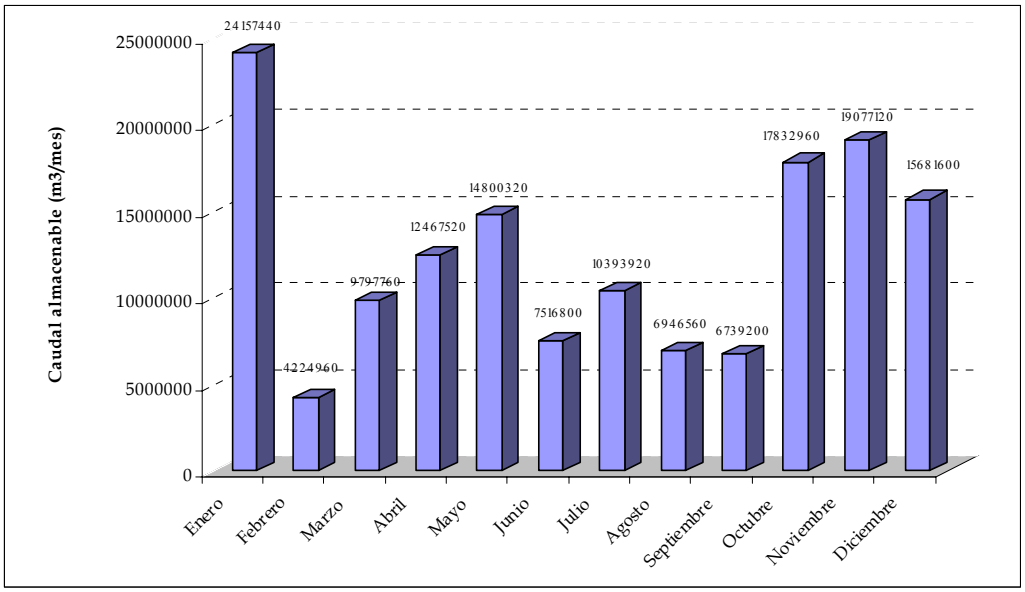


Figura No. 18. Ilustrativo de caudales a almacenar- cuenca río Bolo

8.5 AGUA SUBTERRANEA

Como se ha mencionado, las reservas de agua subterránea se convierten en una fuente alterna o complementaria para atender la demanda existente en la zona de influencia del río Bolo, a continuación se citan los datos referentes a este recurso dentro del área de influencia del río Bolo.

- Total de pozos: 228
- Pozos abandonados: 43
- Pozos abastecimiento público: 14
- Pozos uso domestico: 2
- Pozos uso industrial: 4
- Pozos uso riego: 165

Copia No Controlada CVC

9. MODELO PARA LA EVALUACION TECNICO ECONOMICA DEL APROVECHAMIENTO DEL AGUA AL INTERIOR DE UNA ORGANIZACIÓN DE USUARIOS

Para la construcción de un modelo de evaluación técnico económico, se debe partir del análisis de herramientas de tipo cuantitativas, que permitan la elección de la alternativa mas eficiente desde el punto de vista económico, técnico, social y ambiental.

En el mismo orden que para la situación nacional, el sector agrícola representa una actividad económica de importancia para el Departamento, al que le aporta cerca del 5% del PIB departamental, destacándose los cultivos de caña de azúcar y café, sembrados en el 44% y 26% del área cultivada en el Departamento. No obstante, en los últimos años se han presentado condiciones favorables para que cultivos alternativos entren a ser considerados como productos agrícolas rentables, como el caso del algodón que se encuentra sembrado en un área cercana a las 4.500 hectáreas, generando alrededor de 4.800 empleos. (Banrepública – Dane. 2004)

Otros cultivos como el maíz y el sorgo han logrado la atención de agricultores del Departamento debido, entre otros, de los buenos resultados en productividad (toneladas por hectárea) evidenciados en los últimos años, cuyos valores están por encima del promedio nacional, como se muestra en el Cuadro No. 23.

Cuadro No. 23. Productividad promedio por hectárea y por cosecha de cultivos importantes en el Valle del Cauca. (Toneladas por hectárea).

Productos	1999		2000		2001		2002	
	Nacional	Valle	Nacional	Valle	Nacional	Valle	Nacional	Valle
Algodón	2.30	2.50	2.11	2.41	2.02	3.00	1.86	3.00
Maíz tecnificado	2.60	6.00	3.92	5.11	4.54	5.65	4.45	5.14
Sorgo	3.20	4.40	2.92	4.50	2.85	4.45	3.18	4.53

Fuente: Encuesta Nacional Agropecuaria SISAC – DANE ; Guía de costos agrícolas del Valle del Cauca URPA – Secretaría de Agricultura del Valle del Cauca

La historia del desarrollo económico en el Valle del Cauca viene de la mano con la del desarrollo hidráulico, las cuales se remontan a la segunda década del siglo XX, promovidos por el impulso que dio la llegada del ferrocarril a Cali y Palmira, desarrollos que han estado íntimamente asociados con la agroindustria de la caña de azúcar. A partir de esa época el incremento acelerado del sector cañicultor implicó el emplazamiento de infraestructura de riego, particularmente las bocatomas sobre corrientes principales y canales primarios de distribución.

Copia No Controlada CVC

Desde la época de la Colonia la obtención de los derivados de la caña (panela, azúcar y mieles) se realizaba en forma artesanal, hasta los inicios del Siglo XX cuando entró en funcionamiento la planta del Ingenio Manuelita y, posteriormente, la de los ingenios Providencia y Ríopaila. La expansión de esta agroindustria continuó hasta conformar una industria azucarera compuesta por 22 ingenios, ubicados en el valle geográfico del río Cauca, bajo la jurisdicción de 33 municipios de los departamentos de Cauca, Valle y Risaralda. Según un censo realizado en el año 2002, de toda la extensión cultivada, que involucra un área de 200.000 hectáreas, el 20% correspondía a tierras de propiedad de los ingenios y el restante 80% a más de 1.500 agricultores. (Asocaña 2006).

Es importante anotar sobre las posibilidades para la ampliación o el fortalecimiento de la actividad agrícola de la caña de azúcar, en razón del nuevo mercado de alcohol carburante soportado por la ley 693 de 2001, que obliga a oxigenar la gasolina vehicular. Este nuevo horizonte ha promovido, hasta ahora, la construcción y puesta en marcha de un total de cinco destilerías de alcohol en los departamentos de Valle, Cauca y Risaralda. Y, en igual sentido, se esperan resultados favorables de la negociación del Tratado de Libre Comercio (TLC) con los Estados Unidos, con el que se ampliaría significativamente la cuota exportadora de Colombia, del total de los 1.4 millones de toneladas que se exportan anualmente a diferentes países.

9.1 SITUACIÓN DEL BALANCE DEMANDA - DISPONIBILIDAD DE AGUA

La relación entre la disponibilidad de agua y su demanda, la evaluación general para el territorio colombiano muestra un resultado positivo. Esto significa que la disponibilidad de agua supera la demanda de agua para los diferentes usos, como lo muestra el Estudio Nacional de Aguas (IDEAM 2004).

El Estudio Nacional realizó la evaluación del índice de escasez (cociente de la demanda sobre la disponibilidad de agua) para todo el territorio colombiano, cuyos resultados fueron clasificados de acuerdo con criterios recomendados por las Naciones Unidas, presentados en el Cuadro No. 24.

Cuadro No. 24. Categorías del índice de escasez

Categoría	Índice de escasez	Característica
No significativo	<1%	Demanda no significativa con relación a la oferta
Mínimo	1 – 10%	Demanda muy baja con respecto a la oferta
Medio	11 – 20%	Demanda baja con respecto a la oferta
Medio alto	21 – 50%	Demanda apreciable
Alto	>60%	Demanda alta con respecto a la oferta

Finalmente la caracterización obtenida para el índice de escasez nacional, cuya unidad de análisis fue el municipio, permitió determinar los niveles de escasez que se presentan en las Figuras Nos. 19 a 22.

Copia No Controlada CVC

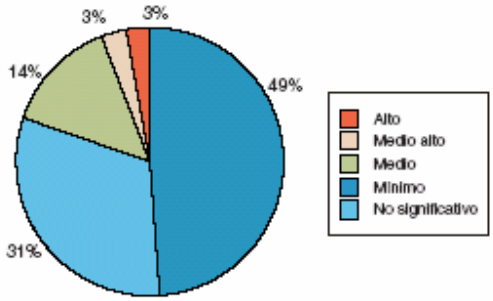


Figura No. 19. Índice de escasez municipal en Colombia de año medio.

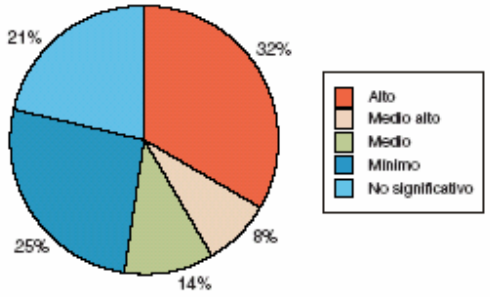


Figura No. 20. Índice de escasez municipal en Colombia de año seco.

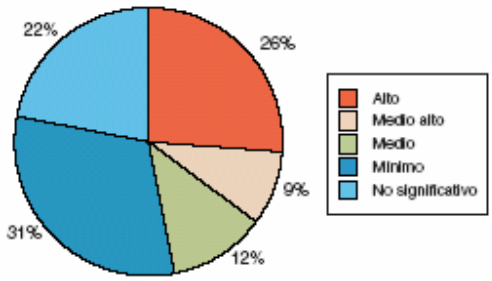


Figura No. 21. Índice de escasez municipal en Colombia. Condición hidrológica de año seco. Proyección a 2015

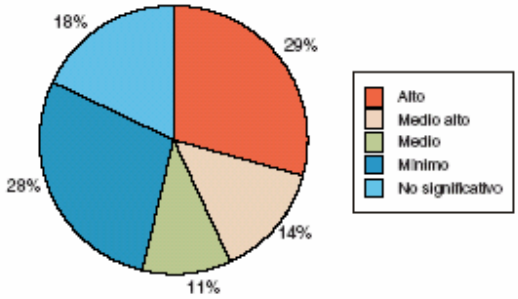


Figura No. 22. Índice de escasez municipal en Colombia. Condición hidrológica de año seco. Proyección a 2025

No obstante lo anterior, la evaluación regional o local no entrega los promisorios resultados del nivel nacional, pues la localización y concentración de la demanda frente a la disponibilidad de agua en las épocas de mayor necesidad de este recurso, es decir en verano, muestra que de la relación entre estas dos variables (disponibilidad y demanda) deriva, para muchos casos, un balance negativo.

El caso del Valle del Cauca es similar al evaluado en el nivel nacional, para toda su extensión la relación entre la demanda y la disponibilidad de agua muestra un balance positivo. Desde las fuentes superficiales se demanda un caudal cercano a los 150 m^3/s y de 90 m^3/s de las aguas subterráneas; frente a una oferta promedia total, correspondiente al mes más crítico, de 250 m^3/s para todo el Departamento. Pero un análisis de menor escala (cuencas operativas o cuencas tributarias al río Cauca) indica que para una buena parte de su territorio, principalmente en las zonas identificadas como de consumo[1], el Departamento registra déficit. En este sentido el Plan del agua realizado por la CVC en 1994, indica en cuales cuencas o zonas se presenta déficit de agua y en cuales podría existir en un horizonte cercano.

[1] En el Departamento del Valle del Cauca se diferencian claramente, en función de la cantidad de agua requerida, dos zonas en las cuencas tributarias la Río Cauca. Una zona denominada productora comprendida entre la parte más alta de su parteaguas hasta la línea de piedemonte (1200 m.sn.m aproximadamente) y una zona de consumo donde se presenta más del 90 de la demanda de agua total de la cuenca

Copia No Controlada CVC

La situación identificada de las variables oferta y demanda de agua para el Valle del Cauca muestra, para esta última, una extracción intensiva de aguas desde los tributarios al río Cauca dirigida principalmente a las necesidades agrícolas de la región, que representan la mayor demanda en el Departamento.

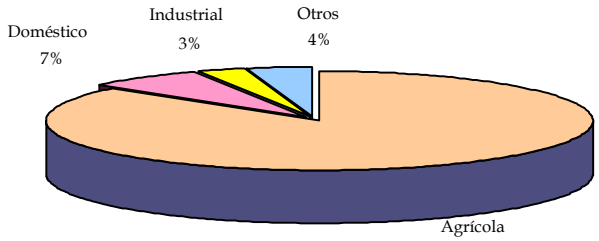


Figura No. 23. Distribución de la demanda de agua por usos genéricos en el Departamento del Valle del Cauca

La demanda agrícola tiene en el cultivo de la caña de azúcar su principal representante, de las más de 400.000 hectáreas de tierras cultivables en el Valle del Cauca, cerca del 65% corresponden a la superficie que se encuentra bajo algún tipo de riego y, de éstas, unas 190.000 hectáreas están cubiertas por cultivos de caña de azúcar.

De acuerdo con las investigaciones realizadas por CENICAÑA, los requerimientos hídricos de la caña de azúcar en las condiciones agroclimáticas del valle fluctúan entre 1100 y 1300 mm por ciclo del cultivo de 13 meses, es decir con una precipitación anual de 1000 mm, el requerimiento de riego de la caña es de 100 a 300 mm (1 a 5 riegos) por ciclo de cultivo (1000 a 3000 m^3/ha – año).

Para la cuenca del río Bolo, la situación del balance entre la demanda y disponibilidad de agua es de las más críticas del Departamento. La cuenca del río Bolo genera un caudal de oferta de 3750 l/s hasta la cota 1020 msnm, donde está localizada la estación limnigráfica "Los Minchos", aguas arriba de la primera derivación colectiva de este cauce, denominada Derivación 1 Acequia Lomitas.

Hacia aguas abajo del sitio de ubicación de la estación de medición confluyen otras corrientes que fueron consideradas en los estudios para la reglamentación, sobre las cuales se estimó un caudal total de 3527 l/s. Esta disponibilidad fue distribuida para atender los requerimientos de agua en la denominada zona de consumo cuya demanda llegó hasta el punto de absorber todo el caudal determinado como disponible.

La situación actual de los aprovechamientos de agua en la cuenca del río Bolo, evidencia la inexistencia de los aportes de dichos afluentes localizados aguas debajo de la estación Los Minchos, en razón de las derivaciones que de estas aguas se realizan en las subcuencas aportantes.

Copia No Controlada CVC

Lo anterior significa que ante la inexistencia de los aportes provenientes de los mencionados afluentes, la zona de consumo no puede cubrirse con la actual disponibilidad de agua del cauce principal del río Bolo,

La situación descrita ha obligado la explotación de las aguas subterráneas de la cuenca, de tal manera que hoy existen pozos profundos particulares que intentan suplir el déficit en las épocas de estiaje o caudales bajos. De estos se extrae un volumen promedio de 47.5Mm^{3}/ año, equivalentes a 1510 l/s.

Adicionalmente, la ausencia de una infraestructura hidráulica aceptable, la falta de mantenimiento de la existente y la inexistencia de una operación de la distribución distorsionan las necesidades reales de los diferentes usos del agua, magnificando la demanda de agua e incrementando los impactos generados por el déficit de este recurso.

9.2 DESARROLLO DE LOS APROVECHAMIENTOS DE AGUA / LOS SISTEMAS ORGANIZADOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA.

Como respuesta a la apremiante necesidad de realizar un mejor uso de las aguas y a la aplicación de costos razonables para satisfacer las diferentes demandas de este recurso, principalmente para la actividad de mayor demanda, la agrícola, se han venido gestando desde muchos años atrás, organizaciones que agrupan usuarios de aguas de una misma corriente o canal; dinámica que además viene siendo impulsada, en varios países, por las políticas de entrega de los sistemas de abastecimiento o distritos de riego que estaban bajo la administración estatal. Como consecuencia, estos procesos de transferencia se han convertido en la fuerza motora para la conformación y fortalecimiento de la capacidad de organización de los usuarios del agua.

En Colombia los sistemas organizados para la distribución del agua han sido desarrollados principalmente en el marco de las políticas de adecuación de tierras, dirigidas a la construcción de infraestructura de abastecimiento de agua para riego. En este sentido, la competencia estatal para atender proyectos públicos de riego está asignada hoy al Instituto Colombiano para el Desarrollo Rural – INCODER, cuyas funciones fueron atendidas en el pasado por otras instituciones ya desaparecidas de la estructura estatal, como fueron el Incora, el HIMAT y finalmente el INAT. Bajo estas dependencias se desarrollaron proyectos de diferentes escalas hasta alcanzar en el año de 1998 una cobertura cercana a las 300.000 ha bajo riego, del total de las 900.000 ha en el territorio colombiano. Las 600.000 ha restantes corresponden a proyectos desarrollados por el sector privado.

Las actuaciones realizadas por el estado fueron modificadas en consonancia con la dinámica internacional de transferencia de los distritos de riego, del estado a los usuarios o beneficiarios de los mismos. En Colombia el proceso de transferencia de distritos de riego a asociaciones de usuarios se inició tímidamente en el año de 1976, con la entrega de dos distritos de riego en el Departamento del Tolima. A partir de 1989, el Gobierno colombiano ajustó la política nacional de transferencia con el fin de entregar realmente las

Copia No Controlada CVC

funciones que venían desarrollando al interior de los distritos a través de las entidades estatales, política que fue impulsada posteriormente por la promulgación de la Ley 41 de 1993. Con esta ley se buscaba, además, hacer autosostenible la operación y el mantenimiento de los distritos existentes, contando con la participación compromisoria de los usuarios.

Por otra parte, el Decreto 1541 de 1978 que reglamenta parte del Decreto 2811 de 1974 (Código de los Recursos Naturales) contempla las figuras de asociación de usuarios y asociaciones de canalistas, persona jurídica que puede conformarse por usuarios de las aguas de una misma corriente o canal, quienes son los responsables del diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica que los beneficia.

No obstante lo anterior, y aunque las corporaciones autónomas regionales no son prestadoras de ningún servicio de abastecimiento de agua, están amparadas por las disposiciones del artículo 31 de la Ley 99 de 1993 para promover y ejecutar obras de riego, drenaje y defensa contra inundaciones, entre otras, que sean necesarias para la protección y el adecuado manejo de las cuencas hidrográficas de su jurisdicción.

El caso del Valle del Cauca muestra de tiempo atrás una fragmentación predial que, junto con el desarrollo agrícola impulsado principalmente por el cultivo de la caña de azúcar, dinamizaron la forma de los aprovechamientos de agua conformando la red actual de canales que abastece de agua a las diferentes actividades productivas en el Departamento. Este proceso no estuvo acompañado de la conformación de agremiaciones o asociaciones de usuarios o canalistas, como se previó en la disposición del artículo 161 del Decreto 2811 de 1974. Entonces se hizo evidente el inicio del conflicto por uso del agua.

Para la época, la ausencia de la participación directa de los usuarios en las actividades necesarias para la adecuada y eficiente distribución del agua[2], sumada a la misión y vocación desarrollista de la gestión de la CVC, hizo que las referidas actividades de distribución fueran atendidas parcialmente por esta Corporación. Como consecuencia los usuarios del agua han entendido dichas actuaciones como derivadas de la competencia legal institucional, apreciación discordante de lo que realmente manda la norma, pues el Decreto 2811 de 1974, el 1541 de 1978 y el escaso desarrollo normativo al respecto, definen que sobre los usuarios de las aguas recae la responsabilidad directa de atender las actividades de distribución del agua, mencionadas.

Para complementar este panorama, la ley 99 de 1993, con la cual se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, especifica las funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales y las demás autoridades ambientales enfocándolas hacia la conservación y protección de los recursos naturales y al control de las actividades humanas que impactan a éstos y al medio ambiente. En este nuevo orden la CVC se aleja definitivamente del acometimiento de labores relacionadas con el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de la infraestructura para los aprovechamientos de agua.

[2] Se consideran como actividades básicas de cualquier sistema de aprovechamiento de aguas, su operación, mantenimiento y administración.

Copia No Controlada CVC

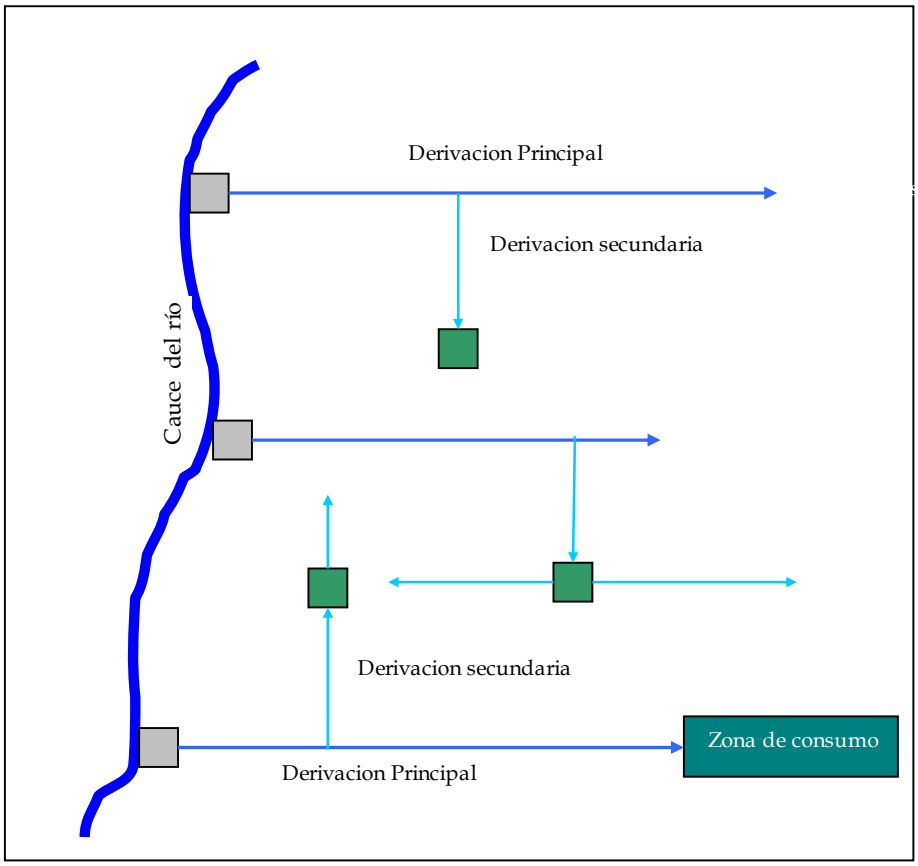


Figura No. 24. Esquema de un sistema típico de aprovechamiento de agua en el valle del Cauca.

A pesar de lo anterior, la Corporación conciente de la importancia de su participación en la promoción y conformación de las organizaciones de usuarios de aguas amparadas por las normas referidas en este documento, adelanta el Proyecto Piloto "*Administración de Aguas en el Río Bolo*", dentro del cual se enmarca el desarrollo del modelo conceptual para la evaluación técnica y económica para el uso de las aguas subterráneas y superficiales.

La gestación de este propósito quedó consignada en el estudio que recomendó vincular activamente a los usuarios de las aguas en la administración de su distribución, siguiendo como referencia las experiencias que en otros países se han surtido.

Finalmente para este ítem, una situación para destacar y que es posible considerarla como insumo para apuntalar la conformación y el fortalecimiento de las nuevas asociaciones de usuarios, es la existencia de las también llamadas Asociaciones de Usuarios que se conformaron a partir del año 1987, en diferentes cuencas del Departamento y cuyo objetivo esencial es proteger las zonas productoras de agua en la cuenca que los beneficia.

Copia No Controlada CVC

El proyecto piloto de administración de aguas que se adelanta en la cuenca del río bolo tiene como objetivo estratégico vincular de manera compromisoria los usuarios del agua en el manejo y distribución de este vital recurso, conformando para ello una organización formal compuesta por los mismos usuarios. En el Valle del Cauca existen algunas experiencias de incipientes organizaciones de usuarios agremiados para atender las actividades de mantenimiento de obras hidráulicas, principalmente.

Por lo anterior y ante la ausencia de un desarrollo normativo detallado, de políticas nacionales que orienten hacia la implementación de organizaciones y de lineamientos de orden técnico y económico, los conceptos que se desarrollan en este capítulo provienen de experiencias de países en donde las asociaciones de usuarios formalmente constituidas están suficientemente consolidadas y cuyos orígenes se remontan varios siglos atrás.

9.3 ASOCIACIÓN DE USUARIOS

Corrientemente y en razón de la cantidad de agua que se destina para el uso agrícola respecto del total destinado para los diferentes usos, los términos de asociaciones de regantes y de usuarios tienden a utilizarse en forma equivalente. Sin embargo, es claro que existen asociaciones que proporcionan agua a usuarios que no son agricultores sino que destinan las aguas para otros usos como el industrial, piscícola y doméstico, entre otros, por lo que se reconocen como verdaderas asociaciones de usuarios del agua y no de regantes.

El concepto fundamental que caracteriza y diferencia a estas asociaciones de los otros tipos de instituciones (de prestación de servicios), se fundamenta en que no tienen fines de lucro. Estas asociaciones de regantes pueden clasificarse de varias formas, pero la siguiente clasificación diferencia dos tipos de funcionamiento bastante heterogéneos y que han evidenciado, también, diferentes efectos en la eficacia de la gestión:

- ***Asociaciones de regantes tradicionales:*** En éstas los principales servicios se realizan en forma directa por los propios regantes que componen la junta directiva. En general se trata de asociaciones relativamente pequeñas y apegadas a reglas y tradiciones que han estado operativas durante muchos años.
- ***Asociaciones de regantes modernas***: La mayoría de los servicios se realizan a través de un grupo de personas contratadas precisamente para estos fines.

En lo concerniente a la conformación de las asociaciones es de suma importancia la atención sobre las definiciones relacionadas con los derechos, poderes y obligaciones de la asociación, y dentro de este capítulo la menor o mayor capacidad para contratar servicios o ejecutar proyectos de mejora. En este sentido, los elementos clave que debe contener la normativa legal que regule las asociaciones de usuarios son los siguientes:

- Definición clara y sucinta del objeto de la asociación
- Naturaleza legal y bases jurídicas que lo justifican
- Definición de los servicios que puede prestar la asociación

Copia No Controlada CVC

- Criterios a cumplir para poder ser miembro de la asociación
- Funciones básicas de la asociación
- Derechos, poderes, y obligaciones de la asociación
- Derechos, poderes y obligaciones de los miembros de la asociación
- Estructura de gobierno de la asociación
- Poderes de los directivos y su relación con el proveedor de servicios.

Por otra parte debe reconocerse que las asociaciones de usuarios se enfrentan ineludiblemente a "*situaciones de acción colectiva*" referidas al mantenimiento del sistema de riego y a la distribución del recurso. Ejemplos de situaciones de acciones colectivas son la salida de servicio de un canal o la escasez de agua en épocas secas. La manera de atender una situación colectiva, está en función de las siguientes variables y, en teoría, siguiendo los arreglos institucionales planteados:

- Características físicas y técnicas del sistema de riego
- Atributos de los regantes que usan el sistema de riego
- Reglas establecidas por la organización que gestiona el sistema de riego

El análisis y la interacción de estas tres grandes variables son esenciales para el funcionamiento de una asociación de usuarios. En cuanto a los atributos de los regantes, se debe destacar la necesidad del conocimiento de sus economías agrícolas. *La práctica del riego y la participación en el sistema de riego se enmarca dentro de la organización de un conjunto de actividades productivas (agrícolas o no) y, por tanto, aquellas se ven afectadas por la forma específica que tiene dicha organización* (Valcárcel y Cancino, 2000).

El segundo atributo sería el relacionado con los recursos económicos de que disponen los regantes, factor determinante de la participación directa o indirecta en el sistema de riego., en tanto que le permite cumplir con sus obligaciones de pago de tarifas u otras. Los recursos disponibles y la organización practicada en su actividad económica condicionan en gran medida su grado de participación en la organización de riego

Un tercer atributo de los regantes es el que tiene que ver con la localización de su predio en el sistema de aprovechamiento o de riego. Generalmente, los usuarios de los sectores más alejados de la captación están más interesados en el buen funcionamiento del sistema de riego que los localizados en la cabecera del sistema. Y el cuarto atributo a destacar está relacionado con la percepción que los usuarios tienen del sistema de riego y de su funcionamiento. Estas apreciaciones también van a influir en las estrategias seguidas por los actores o beneficiarios del sistema (Valcárcel y Cancino, 2000).

9.3.1 Uso sostenible del agua en la agricultura

Entre los objetivos fundamentales de una política del agua está el de mejorar la eficiencia del uso y gestión de este recurso cada día más escaso. En este sentido y ante las grandes cantidades de agua requeridas por el sector agrícola, las intenciones y acciones de esa eficiencia debería tener una fuerte inclinación hacia la *eficiencia técnica* de la aplicación del riego, es decir el diseño y características técnicas de la red de distribución del agua y

Copia No Controlada CVC

método de riego; y estar acompañadas de una *eficiencia institucional* (estructura, organización y funcionamiento de las asociaciones de regantes). La suma de ambas determinará finalmente la eficiencia de la gestión del agua en una determinada zona regable.

La existencia de las asociaciones de usuarios, como las de regantes, representa un rol bastante importante en la gestión del agua, principalmente en el uso agrícola, sector que genera las mayores demandas y pérdidas de agua. Por lo tanto, el conocimiento de sus características principales y de aquellos elementos que las rinden particularmente eficaces o que por otro lado, limitan su eficiencia es muy importante dentro del ámbito de la administración del agua.

En general, puede afirmarse que en las asociaciones de regantes donde no existe un campo tecnológico avanzado, la eficiencia de la gestión del agua de riego dependerá mayormente de la eficiencia del sistema de organización y funcionamiento de la asociación de regantes. En cambio, en las zonas regables con un diseño moderno del sistema de riego y tecnología avanzada, la eficiencia de la gestión del agua de riego dependerá en buena parte de la eficiencia técnica del sistema de riego pero una mala gestión institucional del sistema puede resultar en una eficiencia inferior a la técnicamente posible.

Cuando la eficiencia técnica es elevada (no hay casi pérdidas en la red de distribución) pero el sistema de riego no está diseñado para medir el consumo de agua de cada regante, una buena organización institucional con un alto grado de descentralización puede suplir la ausencia de mediciones individuales, alcanzándose una eficiencia alta en el conjunto del sistema.

En zonas regables con sistemas de distribución del agua obsoletos de baja eficiencia técnica y en las que no hay posibilidad de medir el consumo de agua de cada regante, sólo se podrá alcanzar una eficiencia global aceptable si se dispone de una gestión descentralizada que organice eficientemente la distribución del agua de riego y en la que los regantes participen activamente en la organización de los riegos (reparto del agua, turnos de riego, vigilancia de los turnos de riego).

Es posible, por tanto, superar parte de las restricciones técnicas mediante el desarrollo institucional, incluido el uso de capital humano, para conseguir un aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos. No obstante esta sustitución de tecnología por capacidad institucional requiere un desarrollo muy avanzado de las instituciones, que únicamente se encuentra en zonas con gran tradición de riego y con una cultura de reparto del agua muy arraigada, y en las que el agua es un recurso que limita fuertemente el desarrollo de producciones agrarias de alto valor añadido.

Sin embargo, una eficiente gestión del agua en el regadío requiere algo más que una adecuada coherencia entre el desarrollo tecnológico y el desarrollo institucional de las asociaciones de regantes. Así, elementos como la estructura social de la zona regable, el grado de aceptación de las normas de funcionamiento de la asociación por parte de los regantes, en especial la cultura del pago de las tarifas, el nivel de participación de los regantes en la toma de decisiones de la asociación y la formación de los regantes, son

Copia No Controlada CVC

también decisivos para alcanzar una elevada eficiencia del uso y gestión del agua de riego. Este último elemento es clave ya que aunque las características tecnológicas e institucionales se hayan desarrollado coherentemente, si la formación de los regantes no es la adecuada, la gestión del agua puede llegar a ser poco eficiente.

Basándose en las aportaciones de la nueva economía institucional, Ostrom establece ocho principios básicos para diseñar organizaciones de riego en el tiempo, que pueden jugar un papel importante en la gestión eficiente del agua en el regadío (Ostrom, 1992):

a. **Ámbitos claramente definidos**: Los derechos de agua han de estar claramente definidos, para poder delimitar los ámbitos de suministro para distintos usos.

b. **Equivalencia proporcional entre beneficios y costes:** Las reglas han de asegurar que aquellos que reciben una mayor proporción del beneficio deberán pagar una mayor proporción de los costes.

c. **Acuerdo de cambio colectivos**: Las reglas deben permitir adaptarse a las circunstancias locales y deben ser cambiadas cuando estas cambien. Este supone un efectivo control en el funcionamiento de las reglas.

d. **Seguimiento y control.** Los responsables del seguimiento han de ser tenidos en cuenta por parte de los usuarios o incluso ellos mismos han de ocuparse de su propio control. De esta forma se proponen mecanismos para recompensar un seguimiento eficiente, tales como multas o incentivos de pago.

e. **Sanciones graduales**. Los usuarios que violen las reglas han de recibir sanciones graduales en función de la gravedad de la falta por parte de los otros usuarios o de los organismos encargados del control. El mecanismo coercitivo es una condición esencial para la percepción por parte de los usuarios del objetivo colectivo como algo propio y entienden que el resto también lo perciben de este modo.

f. **Mecanismos de resolución de conflictos**: Las reglas han de ser especificadas de forma muy concreta para que no puedan existir ambigüedades en su interpretación, de tal manera que al aplicarla para resolver conflictos entre usuarios o entre usuarios e instituciones se haga de forma rápida y justa.

g. **Mínimo reconocimiento del derecho a organizarse**: Es necesario el derecho de los usuarios a crear sus propias instituciones y que estas sean puedan ser reconocidas por las autoridades ya establecidas Muchas organizaciones de usuarios se organizan de facto pero no son reconocidas por lo gobiernos como entes legítimos, terminando con la efectividad organizativa alcanzada por estas organizaciones.

h. **Empresas fuertemente involucradas** Una característica de un sistema sostenible es que normalmente está organizado como una estructura interrelacionada Esto permite tomar ciertas ventajas a distintas a escalas. Ya que si la organización es pequeña, se puede hacer un seguimiento entre sus componentes. Si la organización es grande permite beneficiarse de las economías a escala.

Copia No Controlada CVC

9.3.2 Sostenibilidad de las asociaciones de usuarios

Se entiende como sostenibilidad la habilidad de un proyecto para mantener un nivel aceptable de flujo de beneficios a través de su vida económica, la cual se puede expresar en términos cuantitativos y cualitativos. Con este propósito, se recomienda para todo proyecto tener en cuenta, como aspecto esencial de la sostenibilidad, el establecimiento de tarifas pagables por los usuarios o beneficiarios del servicio y que puedan cumplir con los gastos de operación y mantenimiento, y según sea el caso, el servicio de deuda de un posible financiamiento.

Una gestión económica eficaz es un elemento indispensable para la sostenibilidad a largo plazo de una asociación de usuarios. En efecto, su equilibrio financiero depende de que los ingresos, que proceden básicamente de la recaudación de las tarifas, sean iguales o superiores a los gastos de la asociación de usuarios, que son básicamente los gastos de operación y mantenimiento. Cuando este equilibrio se rompe generalmente es debido a que el pago de tarifas no es suficiente para hacer frente a los gastos de la asociación de regantes. En esta circunstancia el gestor del sistema no tiene otra alternativa que reducir los gastos, lo que resulta en un servicio de peor calidad. Cuando este servicio es de peor calidad los regantes no se sienten motivados a efectuar el pago de la tarifa lo que resulta en un mayor déficit. Así se produce una especie de espiral donde los pagos son cada vez menores y el servicio peor. Al final la situación se hace insostenible y con frecuencia se hace necesaria la intervención del Gobierno a través de programas que, bajo la denominación de rehabilitación, muchas veces enmascaran trabajos de mantenimiento diferido o alguna otra medida de apoyo. En la Figura No. 25, se muestra la problemática asociada al sistema de distribución.

Si bien, como se ha indicado, la sostenibilidad de un proyecto está soportada en gran medida por los ingresos provenientes del recaudo por tarifas, se deben tener en cuenta acciones adicionales que redundan en una mejor percepción y comportamiento de los usuarios, y a su vez coadyuvan en el pago de dichas tarifas. Estas acciones corresponden a los programas de sensibilización y capacitación a los usuarios.

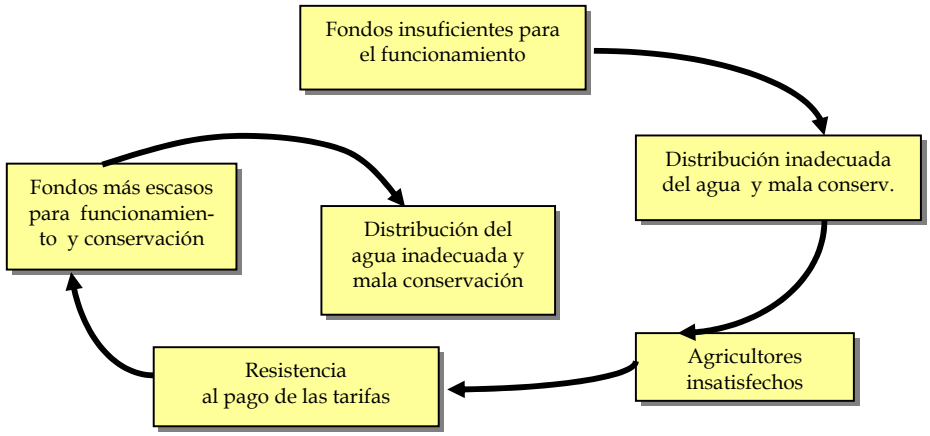


Figura No. 25. Concepto general de la problemática asociada al sistema de distribución.

Copia No Controlada CVC

9.3.2.1 Sensibilización

Las recomendaciones provenientes de la experiencia en países de alto desarrollo en organizaciones de usuarios enseñan que la sensibilización generalmente va dirigida a los usuarios y directivos, mientras que la capacitación se dedica preferentemente al personal administrativo y técnico, aunque también pueden participar en ella los directivos. El objeto de la sensibilización es concienciar a los asistentes sobre la importancia de determinados aspectos, como pueden ser los papeles relativos de dirigentes y usuarios, la necesidad de que éstos participen en las asambleas, la finalidad y estructura de las tarifas etc. Se trata de asuntos muy básicos, pero que con frecuencia son ignorados por los regantes. La sensibilización debe tener un nivel fácilmente asequible y no debe exigir una asistencia demasiado prolongada que desanime a los asistentes. Precisamente la simplicidad de las campañas de sensibilización constituye uno de sus factores del éxito.

9.3.2.2 Capacitación

La capacitación se ocupa de aspectos específicos de la organización o funcionamiento de las asociaciones de usuarios y va dirigida al personal de la misma. La relación siguiente muestra una temática frecuente en las capacitaciones, aunque el contenido de éstas puede ser muy variado:

- Temas legales (leyes de agua, en especial lo relativo a derechos de agua y mercados de la misma cuando existan, legislación laboral, de contratos con empresas etc)
- Gestión administrativa (contabilidad, sistemas de cobro)
- Técnico-económica (elaboración de presupuestos, cálculo de tarifas, procedimientos de licitación).
- Técnica (inventario de infraestructuras, padrones de usuarios, programación del riego, distribución del riego, sistemas de información de riego, hidrometría, manejo de maquinaría, gestión de parques de maquinaria, formulación de proyectos, monitoreo de acuíferos, monitoreo de áreas anegadas o salinizadas etc).

9.3.3 Establecimiento de tarifas adecuadas

En el numeral anterior se destacó la importancia de la tarifa por concepto de servicio de distribución de agua, como instrumento fundamental para garantizar la sostenibilidad de los sistemas de aprovechamiento, sean estos, Asociaciones de Usuarios, Asociaciones de Regantes o Distritos de Riego.

El diseño de un sistema tarifario debería partir de una correcta valoración económica del agua como recurso y estar formulado, básicamente, en función del costo económico de la prestación del servicio; en contraposición a los sistemas tarifarios planteados para horizontes a corto plazo y marcados únicamente por principios contables y de necesidades de fondos.

Tradicionalmente, los recursos hídricos no han sido valorados adecuadamente por sus usuarios como un factor de producción o como un recurso indispensable. Con frecuencia,

Copia No Controlada CVC

las tarifas que se pagan no representan los costos reales, resultando insuficientes para dar sostenibilidad financiera al mantenimiento y gestión de las infraestructuras existentes, necesarias para el abastecimiento de agua a los diversos sectores de la economía.

En consecuencia, para la estructuración de una tarifa, se recomienda tener en cuenta los objetivos que se exponen a continuación, los cuales han sido planteados en consideración de todos los beneficios posibles de la implementación de una tarifa de servicios de agua, cualquiera sea su uso. Para el caso de la agricultura, es de aclarar, que a pesar de que la aplicación de una tarifa puede menoscabar los excedentes financieros de los agricultores, se puede conseguir el mejoramiento de las condiciones para el uso del agua, aumentar la garantía de suministro, reducir el riesgo de fallos en el sistema y añadir un cierto grado de justicia al penalizar los consumos elevados y aumentar la recompensa de los regantes cuidadosos con el agua.

Los objetivos genéricos que se pueden alcanzar con una tarifa sobre el uso del agua son:

- Desestimular el consumo excesivo de agua.
- Distribuir señales de escasez del agua.
- Aumentar y asegurar los recursos financieros con los que cuenta el organismo encargado de la gestión del agua y de las infraestructuras de conducción, almacenamiento y distribución del agua.
- Conseguir que el suministro de agua a los usuarios sea más seguro, eficaz y ajustado a las necesidades de uso y a los condicionantes técnicos.
- Mejorar la legitimidad social de los usuarios del agua:
    - Demostrando que el colectivo de usuarios contribuye a financiar los costes del agua.
    - Reduciendo la dependencia de los presupuestos del Estado para cubrir los costes de mantenimiento y explotación de las infraestructuras terciarias de los regadíos.
- Reforzar la percepción de equidad entre los regantes, al incrementar la carga económica de los que más consumen y aligerar la de los que emplean menos agua.
- Financiar los costes de tratamiento y gestión de las aguas de drenaje que por su salinidad o concentración de compuestos químicos puedan deteriorar los cursos a los que se vierten o los acuíferos alimentados por estas filtraciones.

En resumen, la selección de un tipo de tarifa debe ser fruto de un riguroso estudio de la realidad, de los objetivos que se pretende lograr con su implantación y de los costes de implantación, administración y control que entraña cada uno. Los criterios que se recomienda tomar en consideración son:

- Si hay o no competencia por el agua.
- Si se puede medir el consumo o estimarlo con cierta precisión.
- Si la disponibilidad de agua está o no sujeta a procesos de sequías hidrológicas.
- Si la estabilidad presupuestaria es el objetivo primordial.
- Si se desea desincentivar consumos excesivos.
- Si se desea inducir el cambio de cultivos o de tecnologías de riego.

Copia No Controlada CVC

- Si se desea constituir un fondo de reserva que revierta en los regantes que acometen inversiones ahorradoras de agua.
- Si desea introducir algún elemento de discriminación entre tipos de explotaciones agrarias o agricultores.

9.4 CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS Y DESARROLLO DEL MODELO

Las posibilidades técnicas y económicas de los desarrollos agrícolas y en general de todas las actividades que dependen del agua, están fuertemente ligadas a las variaciones en la presencia de este recurso, especialmente cuando la fuente de abastecimiento no cuenta con regulación artificial, es decir con embalses, grandes reservorios o importantes reservas subterráneas. Esta variación generalmente implica significativos niveles de incertidumbre en los diferentes proyectos productivos que utilizan este recurso como insumo esencial, situación que obliga a aplicar serios esfuerzos en la determinación de la disponibilidad de agua en la fuente de abastecimiento, de tal manera que permita ofrecerse desde esta dimensión hidrológica, garantía para la inversión económica.

Para el desarrollo de este modelo se ha planteado, inicialmente, que una vez realizada la evaluación hidrológica y determinado un valor de caudal disponible, éste entrará como una constante a las evaluaciones técnicas y económicas. Esta determinación deberá permitir, junto con otras consideraciones, la definición preliminar de una zona de influencia o cobertura del sistema de aprovechamiento de las aguas. Definir esta zona de influencia, aun de manera preliminar, será punto de partida para delimitar el alcance de las evaluaciones. Por ejemplo, definir hasta dónde se haría el mantenimiento de canales, cuáles serían sus costos y beneficios, y quiénes sus beneficiarios.

Adicionalmente, debe tenerse en cuenta que la evaluación técnica económica que se propone no se realiza para determinar la viabilidad de acometer un proyecto de abastecimiento para diferentes usos, o sistema de aprovechamiento como se ha optado por llamarlo en este documento; pues como se ha mencionado en los capítulos anteriores, estos sistemas existen en la zona plana del Departamento del Valle y , por lo tanto, la evaluación o evaluaciones están dirigidas a determinar los costos y las acciones que deben adelantarse para mejorar la distribución de las aguas, en términos de aumentar la disponibilidad de agua y su cobertura. En este sentido es claro que deben mediar los siguientes supuestos, que de alguna manera tienen se sustentan con las situaciones expuestas. Ellos son:

- Más del 90% de los usos en las zonas que se evaluarán corresponden a la actividad agrícola, por lo que debe considerarse que la distribución del agua debe regirse principalmente por la dinámica y particularidades de esta actividad, cuyo cultivo representativo es el de la caña de azúcar.
- Los productos obtenidos por la actividad agrícola, beneficiaria de las mejoras en el sistema de distribución, tienen un mercado favorable que permite realizar inversiones para mejorar los rendimientos de producción o por lo menos mantenerlos.

Copia No Controlada CVC

- El nivel de disponibilidad actual de aguas, resultante de la baja atención que se da a la gran mayoría de los sistemas de aprovechamiento de aguas, está ocasionando detrimento en la productividad.
- La situación de los aprovechamientos de aguas en las demás cuencas es similar a la existente en la zona de estudio, es decir de la zona de consumo de aguas de la cuenca del río Bolo, lo que permite aplicar esta metodología de evaluación, sus planteamientos básicos y supuestos en las demás zonas de consumo de las diferentes cuencas del Departamento.
- El nivel actual de la calidad de las aguas en las diferentes fuentes, no impide su uso en los sistemas de aprovechamiento. Por lo tanto, la disponibilidad de agua determinada en la fuente puede ser utilizada sin restricciones de esta índole.
- Inicialmente, para la evaluación técnica económica se considera que en la zona de influencia o cobertura se realizará el abastecimiento de aguas desde las fuentes superficiales.

9.5 CÁLCULO DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS ASOCIADOS A LA FALTA DE UNA ORGANIZACIÓN QUE PERMITA EL USO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO

9.5.1 Escasez de agua

Si bien, el principal problema asociado a la falta de una organización que administre el agua en el área de influencia del río Bolo es la escasez del recurso, el cual además esta aunado a la calidad del mismo, es preciso mencionar y valorar otra serie de impactos que son consecuencia de las dos primeras y que también son de especial cuidado, pues están afectando no solo la comunidad que esta asentada en inmediaciones de él, sino a aquellas comunidades (usuarios) que realizan actividades económicas que de alguna manera están relacionadas con el consumo de agua superficial y subterránea, como lo es el caso de la actividad agrícola.

Así lo que sigue es describir las técnicas existentes para calcular en la medida de lo posible el valor económico de estos impactos, tratando en todo momento de aproximarse al costo económico en el que incurre la sociedad como consecuencia de la problemática ya descrita.

Como primera medida, se empleará la metodología de perdida de productividad y de pérdida de ingresos con el fin de estimar cuáles son los recursos económicos que está dejando de percibir la comunidad ante el bajo rendimiento de sus cultivos; de igual manera se hará uso de la técnica de los gastos defensivos con el fin de establecer cuales son los gastos que para poder continuar desarrollando sus actividades cotidianas, debe enfrentar la comunidad ante un detrimento de las condiciones hídricas ya sean en cantidad o calidad y por último, el relacionado con la técnica de los valores de propiedad, con los cuales se puede determinar el grado de fluctuación que experimenta el valor de la propiedad ante un cambio en las condiciones ambientales de su entorno.

Por otra lado, se tienen otros impactos que a pesar de presentarse en el momento no se valoraran puesto que su incidencia sobre la sociedad y sobre el recurso son difícil de

Copia No Controlada CVC

cuantificar ya sea porque se trate de impactos de índole netamente ambiental como la extinción de especies terrestres o ictiológicas o de impactos sociales como el aumento de los conflictos sociales o la perdida de bienestar de la comunidad, lo cual realmente es incalculable.

A continuación se hace un cálculo aproximado de los impactos previamente identificados, es importante resaltar que se considera aproximación dado que calcular las funciones ambientales de un recurso natural es algo complejo, por ello las técnicas económicas exploran en la medida de lo posible las implicaciones más precisas y cuantificables de los daños a dichos recursos o en su defecto el valor de resarcir estos.

Ahora bien, es preciso mencionar que para la obtención de los datos, que fueron el insumo de los cálculos presentados posteriormente, se aplicó una encuesta a una muestra compuesta por 48 usuarios del río Bolo, que corresponden aproximadamente a un 77% del área de riego que se surte con aguas del río Bolo y al 69% del total de asignaciones existentes; estos usuarios fueron escogidos teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Caudal asignado
- Derivación a la correspondía el usuario
- Área explotada
- Uso del recurso

De los usuarios entrevistados, el 15% manifestó no tener problemas de escasez de agua, ya sea porque se encuentran geográficamente bien ubicados o porque han implementado medidas que permiten que actualmente sean eximidos de esta problemática.

9.5.1.1 Pérdida de productividad

Tal como ya se mencionó, los usuarios del recurso hídrico, para fines agrícolas, han planteado que ante la escasez que presenta el recurso en el área de influencia del proyecto, algunos predios no pueden satisfacer sus demandas, lo que redunda negativamente en el nivel de rendimiento de estos, llegando a ser en ocasiones esta disminución cercana al 55% de los rendimientos obtenidos en condiciones normales de riego y para predios y cultivos con las mismas características.

De esta forma, lo que se hará es identificar los predios que presentan esta problemática, el área que esta sufriendo el desabastecimiento del recurso, la disminución en los rendimientos que está presentado cada uno de estos predios en comparación con los experimentados, cuando hay disponibilidad de agua y la utilidad que arroja el cultivo que se está evaluando por hectárea.

Matemáticamente quedaría expresado así:

Perdida de productividad: $Ppr = \sum A * Dr$ (1)

Copia No Controlada CVC

Donde:
Ppr = Pérdida de productividad (ton)
A = Área cultivada en cada predio (ha)
Dr = Disminución en el rendimiento del cultivo en cada predio (Ton/ ha).

Se estimó que del total del área estudiada, un 99% se encuentra sembrada en caña de azúcar, lo que equivale a 9.195 has aproximadamente, de las cuales 8.314 pertenecen a la zona piloto; igualmente se pudo establecer que de estas aproximadamente el 79% ha experimentado una perdida en productividad de 27 toneladas por hectárea en promedio; lo que significa una perdida en general de aproximadamente:

Ppr = 6.599 ha * 27 Ton

Ppr = 178.179 toneladas de caña

Con base en la información anterior se valorará la pérdida de ingresos experimentada por los cultivadores en general.

Ping = Ppr * Vp (2)

Ping = Pérdida de ingresos ($)
Ppr = Pérdida de productividad (ton)
Vp = Valor del producto ($/ton)

Ping = 178.179 * 50.000

Ping = $ 8.908.933.500 anuales

9.5.1.2 Aumento costos de producción

Igual que en los casos ya descritos, en este también los usuarios manifestaron que debido la escasez de agua que se presenta en la cuenca, experimentaron un sobrecosto en su producción, derivado del aumento en los costos de riego; puesto que se han visto abocados a operar los pozos que tienen de manera recurrente y en ocasiones a la construcción de algunos nuevos para poder mitigar la problemática en cuestión.

AuCprod = ∑CopPv + ∑CmantPv (3)

Donde:
AuCprod = Aumento de Costos de producción ($)
CopPv = Costos de operación y mantenimiento de pozos viejos ($)
CmantPv = Costos de mantenimiento de pozos viejos ($)

De acuerdo con los datos suministrados en la encuesta se encontró que el área que además de utilizar agua superficial, se ve abocada a utilizar agua subterránea para regar sus predios ante la escasez de agua superficial en la zona es de aproximadamente 5.995 hectáreas.

Copia No Controlada CVC

Igualmente se cálculo que los costos derivados de la operación y mantenimiento en los que incurren los usuarios que tienen pozo y hacen uso de ellos es de aproximadamente $597.000 por hectárea en promedio, lo que indica que el costo total de regar toda el área que requiere de aguas subterráneas es de aproximadamente:

AuCprod = 5.995 has * $ 597.000

AuCprod = $ 3.578.846.004 anuales

9.5.1.3 Disminución en el valor de la tierra

De acuerdo con lo planteado por muchos expertos en el tema de los cambios de la calidad medioambiental, quienes han expresado que el valor de la tierra depende en gran medida de los atributos ambientales con los que cuente; se ha encontrado que en la zona de influencia del río Bolo existen unos predios cuyo valor esta siendo afectado por las condiciones de cantidad y calidad del recurso hídrico, tal como se plantea en las líneas anteriores, de allí las manifestaciones de algunos propietarios de que sus predios en los últimos años han venido sufriendo un descenso en sus valores de ofertas, ya sea en el alquiler o en la venta de los mismos.

En ese caso lo que se hará es determinar el numero de predios que estando en el área de influencia del río Bolo experimentan dicha situación, el área involucrada y por último el descenso sufrido.

Ahora bien, de acuerdo con los datos obtenidos en la encuesta, se estimo que aproximadamente el 47% de los usuarios entrevistados, argumenta haber experimentado un descenso en el valor de sus predios como consecuencia de la escasez de agua en la zona de un 29% en promedio. Igualmente se cálculo que el área que experimento este descenso corresponde al 81% del total de la zona piloto, lo que equivale a 6.916 hectáreas; así la disminución en el valor de la tierra estaría dada por:

$$\mathbf{DVt} = \sum A * Dv \qquad (4)$$

Donde:

DVt = Disminución total en el valor de la tierra ($)
A= Área de cada predio (ha)
DV = Disminución en el valor de la tierra de cada predio ($/ha)

DVt = 6.916 ha * Dv

Una vez determinado lo anterior, se tendrá el cálculo de la pérdida de ingresos que tendrían que enfrentar los propietarios si vendieran sus predios en las actuales condiciones ambientales.

Copia No Controlada CVC

Ping = DVt

Donde:
Ping = Pérdida de ingresos ($)

9.5.2 Uso de tecnologías inadecuadas para el aprovechamiento del recurso

Este impacto esta relacionado directamente con la tecnología que actualmente están aplicando los usuarios agrícolas para regar sus cultivos, ya que mediante recorridos se ha podido constatar que un gran porcentaje de estos, aún continúan regando sus cultivos mediante el sistema denominado gravedad, el cual ocupa el último lugar en eficiencia de acuerdo a lo establecido en los manuales de sistemas de riego, situación asociada al grado de aprovechamiento del agua por parte de la planta; en ese sentido lo que sigue es estimar la cantidad de agua que se pierde como consecuencia de la aplicación de esta tecnología, dado que se tienen unos estándares de eficiencia en cada una de las tecnologías existentes para riego; las cuales se mencionan a continuación[3].

Eficiencia de Riego por **Goteo** = 90%

Eficiencia de Riego por **Aspersión.** = 70%

Eficiencia de Riego por **Gravedad.** = 30%

La cantidad de agua desperdiciada estará en función del caudal asignado en cada uno de los predios que utilizan este recurso para uso agrícola y que riegan mediante el sistema de gravedad o de aspersión que son los menos eficientes.

Ahora, mediante la encuesta y con base en información suministrada previamente por los diferentes usuarios que conforman la zona piloto se encontró que aproximadamente el 65% de los mismos riega aún sus predios por gravedad sin ningún tipo de tecnologías y el 35% restante utiliza este mismo, pero manejando el sistema de riego denominado gravedad por ventana, que en comparación con el anterior presenta índices de eficiencia del orden del 40%[4].

Mediante cálculos realizados se pudo establecer que del total de las asignaciones en la zona piloto, aproximadamente el 40% aplicada a los cultivos riego por gravedad, lo que equivale a 1.349 l/s.

Ahora bien teniendo en cuenta el índice de eficiencia que maneja este sistema de riego, y el caudal asignado a cada uno de los predios que riega mediante este sistema, lo que sigue es calcular con base en ello, el volumen de agua desperdiciado al utilizar el mismo.

QDesp = Qutil (1 – Coef. Efic.) (5)

[3] Metodología para la Identificación, Formulación y Evaluación ExAnte y ExPost de Proyectos de Riego Grandes y Medianos". Perú 2003.
[4] Dato suministrado por usuarios del Río Bolo.

Copia No Controlada CVC

Donde:
Qdesp = Caudal desperdiciado (l/s)
Qutil = Caudal utilizado (l/s)
Coef. Eric = Coeficiente de eficiencia

QDesp G = 1.349 (1 – 0,4)

Así la cantidad de agua desperdiciada por este sistema es de: **QDesp G =809 l/s**

9.6 ANALISIS ESTRUCTURAL PROSPECTIVO

El análisis estructural es una herramienta de estructuración sobre una reflexión colectiva, ofrece la posibilidad de describir un sistema o problema con ayuda de una matriz que relaciona todos sus elementos constitutivos y que en lo sucesivo se denominará Matriz de Influencia/motricidad – Dependencia.

Partiendo de esta descripción, este método tiene por objetivo, hacer aparecer las principales variables influyentes y dependientes y por ello las variables esenciales para la evolución futura del sistema o problema objeto de estudio.

9.6.1 Descripción de la metodología

El análisis estructural es desarrollado por un grupo de trabajo compuesto por actores y expertos con experiencia demostrada, pero ello no excluye la intervención de "consejeros" o expertos externos.

Las diferentes fases de la metodología son las siguientes:

Fase 1: listado de las variables. La primera etapa consiste en enumerar el conjunto de variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno (tanto las variables internas como las externas).

Fase 2: Descripción de relaciones entre las variables. Este análisis estructural se ocupa de relacionar las variables en un tablero de doble entrada o matriz de relaciones directas; para ello es necesario que el mismo grupo que participo previamente en el listado de variables y en su definición rellenen la denominada matriz del análisis estructural o matriz de influencia – dependencia.

Este relleno es cualitativo. Por cada pareja de variables, se plantean las cuestiones siguientes: ¿existe una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j? si es si, anotamos 1, en el caso contrario, anotamos 0.

Fase 3: identificación de las variables clave. Esta fase consiste en la identificación de variables clave, es decir, esenciales a la evolución del problema, en primer lugar mediante

Copia No Controlada CVC

una clasificación directa (de realización fácil, mediante simples sumas de valores de motricidad/influencia y de dependencia para cada una de las variables).

En síntesis **La matriz de Influencia - Dependencia** es una herramienta del análisis estructural que permite a partir de una lista de variables estructurales se puedan representar las influencias directas entre las mismas y extraer e identificar las variables claves del problema estudiado (Matriz de Influencia Dependencia).

Una vez aplicada la matriz se pudo establecer que las 5 variables más determinantes en función de su motricidad o dependencia y por lo mismo las que demarcarán las acciones y/o actividades a seguir son:

Variables motrices en orden de prioridad:

- Débil presencia institucional
- Falta de control y vigilancia
- Falta de conciencia ambiental
- Ausencia de operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento
- Ilegalidad de las asignaciones

Variables dependientes en orden de prioridad:

- Proliferación de los conflictos sociales en la zona por el uso del agua
- Demanda incontrolada del recurso o sobre explotación del recurso
- Desperdicio en el uso del recurso
- Ineficiencia de los actuales sistemas de captación, conducción y distribución
- Contaminación hídrica

Lo anterior por su parte, nos permite establecer mas allá de lo expresado en los apartes anteriores, los diferentes escenarios de trabajo, los cuales obviamente estarán en función de las variables clave.

Ahora bien, teniendo en cuenta los resultados anteriores es necesario que se expresen de manera explicita las premisas y/o supuesto que se manejaran en el proyecto, para la consecución de los objetivos planteados en el mismo.

Estas premisas son:

- **Debe existir una tarifa asociada al servicio de distribución del agua**

- **Se deberán tener como rubros fundamentales de trabajo aspectos como:**

Capacitación y la sensibilización. Estas involucran todas las actividades orientadas a la capacitación y la sensibilización no solo de los técnicos y directivos de la organización, sino también a la de los usuarios, con el fin de que haya claridad entre todos de la forma como debe realizarse una buena gestión del recurso, P.Ej, la concientización a los dirigentes y los usuarios sobre el papel que desempeñan en la organización.

Copia No Controlada CVC

Mantenimiento. Variable asociada al nivel de atención (suministro de agua para un área determinada "Ha"), de igual manera se deberá conocer el tipo de estructura (captación o conducción), con la que se está trabajando y su grado de complejidad, ya que de ellas dependerá los costos asignados para cumplir con este fin.

Operación. Variable asociada al nivel de atención (suministro de agua para un área determinada "Ha"), de igual manera se deberá conocer el tipo de estructura (captación o conducción), sobre la cual se esta trabajando y su grado de complejidad, ya que de ellas dependerá los costos asignados para cumplir con este fin.

Módulo ambiental. Este componente involucra todos los gastos que deban realizarse en este aspecto. Estos son definidos también como gastos de defensa; con ellos se busca resarcir aquellos impactos negativos derivados de la explotación indebida de un recurso natural. En ellos se deben considerar actividades encaminadas hacia la conservación y recuperación del recurso sobreexplotado, plasmados a través de planes de manejo, control y capacitaciones.

Administración de la organización. Este rubro esta asociado a los gastos propios de la entidad administradora del recurso y que se hacen necesarios para la buena coordinación de las diferentes actividades planteadas dentro de su objeto social.

Obras hidráulicas. El grado de efectividad en un sistema de distribución depende en gran medida de la planificación que se haga frente a la priorización de obras a diseñar y construir, ya que con ellas se busca garantizar la optimización en la captación y distribución del agua en una zona de influencia determinada. Al momento de iniciar los procesos de priorización se deberá establecer la procedencia de los recursos económicos con los cuales se busca financiar la actividad a desarrollar, dado que ellos tendrán una incidencia directa frente a la fijación de una tarifa por el servicio prestado.

9.7 EVALUACION TECNICA DE ESCENARIOS

Siguiendo el esquema anterior, se hace evidente y necesario el planteamiento de una serie de actividades que están en función de los rubros de trabajo identificados previamente y de los resultados que se obtendrán con las mismas, las cuales obviamente están orientadas a mitigar o desaparecer los focos de la problemática.

En ese orden de ideas, se realizará una evaluación de las mejoras que los anteriores harán a la situación inicial encontrada en la cuenca (matrices construidas con el grupo). Estas por su parte servirán de reglas de decisión para identificar la mejor opción teniendo en cuenta los componentes de cada uno de los escenarios, la forma y el grado de intensidad con que afecten la problemática de la situación actual.

Copia No Controlada CVC

9.7.1 Identificación y análisis de escenarios de trabajo

Teniendo en cuenta que el desarrollo de este tipo de proyecto esta condicionada por una restricción de tipo presupuestal y que el nivel de impacto que tienen sobre la problemática cada uno de los rubros, con base en los cuales se desarrollará el proyecto, es diferente; lo que se hará es realizar un análisis de carácter interdisciplinario, a través del uso de matrices con el fin de identificar los posibles escenarios que pueden existir para llevar a cabo el trabajo, siempre con miras a obtener los mejores estándares de eficiencia, representados básicamente en el tiempo en que se puedan obtener los resultados y en la menor inversión económica, social y ambiental.

POSIBLES ESCENARIOS DE TRABAJO.

ESCENARIO 1: El primer escenario estaría asociado con la ejecución de los siguientes rubros de trabajo:

- CONFORMACION Y ADMINISTRACION DE LA ORGANIZACIÓN
- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION
- OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION

Este escenario básicamente lo que plantea son unos rubros de trabajo cuya ejecución tienen un impacto de manera directa sobre la distribución del recurso, y por lo mismo, sobre la disponibilidad del recurso para los diferentes usos, en el momento y la cantidad precisa, contribuyéndose así al desarrollo de las actividades económicas llevadas a cabo en el área.

ESCENARIO 2: Este escenario estaría asociado con la ejecución de los siguientes rubros de trabajo:

- CONFORMACION Y ADMINISTRACION DE LA ORGANIZACIÓN
- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION
- OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION
- CONSTRUCCION DE OBRAS HIDRAÚLICAS

En este escenario al igual que en el anterior, se propende por que haya una buena distribución del recurso entre los diferentes usuarios del mismo, sólo que a diferencia del anterior se espera que con la ejecución de estos rubros, el impacto sea mayor, puesto que en este se está contemplado la construcción de obras de conducción, medición, entre otras; que resultan cruciales para un buen funcionamiento del sistema de distribución.

ESCENARIO 3: Este escenario estaría asociado con la ejecución de los siguientes rubros de trabajo:

- CONFORMACION Y ADMINISTRACION DE LA ORGANIZACIÓN
- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION
- OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION
- CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN
- MODULO AMBIENTAL

Copia No Controlada CVC

Esta alternativa estaría orientada hacia el desarrollo de actividades que no solo tienen un impacto sobre el componte económico de los diferentes usuarios del río, sino que también contribuyen al bienestar social de la comunidad que se encuentra en el área de influencia del proyecto, en la medida en que propenden por la disminución de los conflictos sociales, al ejercer presencia institucional en el área, con la implementación de mecanismos de control y vigilancia en la misma y el diseño de programas de capacitación que contribuyen a la conservación y recuperación del recurso hídrico.

ESCENARIO 4: Este escenario estaría asociado con la ejecución de los siguientes rubros de trabajo:

- CONFORMACION Y ADMINISTRACION DE LA ORGANIZACIÓN
- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION
- OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION
- CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN
- MODULO AMBIENTAL
- CONSTRUCCION DE OBRAS HIDRAÚLICAS

El último escenario planteado hace referencia a la posibilidad de implementar todos los rubros de trabajo identificados previamente, con los que se espera se mitigarían sustancialmente, no sólo el problema de distribución del recurso, sino también los de orden social y ambiental, mediante el desarrollo de actividades que busquen la conservación y recuperación de los nacimientos de agua y la sensibilización de la comunidad, entre otros. El limitante entonces estaría en los recursos que implicarían la ejecución de estas actividades, los cuales obviamente serían materia de estudios, en el sentido de que habría que garantizar su fuente y disponibilidad

9.7.2 Escenario posible de trabajo

Una vez planteados los diferentes escenarios de trabajo, lo que se hará es evaluar cuál es el escenario que arroje los mejores resultados, teniendo en cuenta la especificidad de la zona donde se va a implementar el mismo.

Ahora bien, para este caso en particular, dada la magnitud de escasez del recurso en toda el área de estudio, se ha delimitado una zona piloto[5], en la cual, por ser fiel reflejo del total del área involucrada en la problemática ya descrita, será aplicado dicho escenario.

En ese orden de ideas, se realizó el análisis técnico correspondiente y se llegó a la conclusión de que la implementación del escenario No. 4 es el que arroja los mayores estándares de eficiencia; ahora bien teniendo en cuenta que existe un límite presupuestal para que este sea implementado de entrada en su totalidad, lo que se plantea es una aplicación del mismo en forma gradual. Para esto es necesario que el proyecto se divida en varias fases a lo largo del horizonte de tiempo establecido, quedando cada fase dividida de la siguiente manera:

[5] La zona piloto corresponde aproximadamente al 72% del área total de estudio.

Copia No Controlada CVC

Primera Fase: Año 1 – Año 3
Segunda Fase: Año 4 – Año 6
Tercera Fase: Año 7- Año 10

Así, lo que se plantea es la aplicación en los primeros años de la vida útil del proyecto de solo una parte de las actividades que involucra el escenario.

Estas actividades básicamente serian las relacionadas con el escenario No. 4 lo que implica asumir los costos correspondientes a:

- CONFORMACION Y ADMINISTRACION DE LA ORGANIZACIÓN
- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION
- OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION
- CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN
- MODULO AMBIENTAL

Una vez pasada la primera fase que comprendería los 3 primeros años, se procedería con la ejecución de las obras hidráulicas identificadas como prioritarias, las cuales se espera empezar a construir en el primer año de la segunda fase, es decir al cabo del año 4. Finalmente se plantea que al inicio de la tercera fase, se terminen de ejecutar las obras, es decir que al cabo de la misma se tendría completamente ejecutado el escenario No. 4.

9.7.3 Construcción del diagrama de flujos

La construcción de este flujograma se presenta como un aspecto determinante en la selección de la mejor alternativa técnica, puesto que primero, pone de manifiesto las diferentes posibilidades de llevar a cabo las actividades propuestas y luego, permite establecer y valorar los costos que involucra cada una de las anteriores; coadyuvando de esta manera con la selección de la alternativa que resulte técnicamente más eficiente con el menor costo

Es así, como inicialmente se construyó el diagrama de flujos donde se exponen todas y cada una de las actividades que pueden llevarse a cabo, así como su posible unidad de medición; quedando evidenciado en últimas las variables de costos relacionadas con la implementación de un proyecto de esta naturaleza.

Realizada la evaluación técnica y selección de la alternativa, lo que sigue en consecuencia, es la construcción finalmente de una evaluación económica para el proyecto en cuestión, la cual, estará en función del escenario y de la alternativa escogida para llevarlo a cabo y que en últimas, no será más que la regla de decisión final que dará cuentas de la conveniencia de realizar o no el proyecto.

Copia No Controlada CVC

9.8 EVALUACION ECONOMICA DEL ESCENARIO

En el marco de la valoración económica del medio ambiente se ha encontrado que de acuerdo con los objetivos del proyecto, existen diversas técnicas para evaluar la viabilidad de realizar proyectos como el aquí referido, en ese orden de ideas, cuando se piensa realizar una evaluación económica de un proyecto lo primero que hay que establecer es la regla decisión que se va utilizar, lo cual esta en función de la naturaleza del proyecto y sus objetivos. Es por ello que a continuación se presentan las reglas de decisión más utilizada para evaluar la conveniencia que para la sociedad tiene el realizar o no un proyecto.

9.8.1 Reglas de Decisión.

Análisis Costo-Beneficio, como su nombre lo indica, el análisis costo beneficio utiliza simultáneamente los costos y los beneficios para evaluar los méritos de un proyecto. Aunque en este método la valoración del máximo de beneficios y costos constituye su fundamento, no todos ellos están en términos monetarios. Los beneficios son definidos relativos a sus efectos sobre las mejoras en el bienestar de los seres humanos. Los costos están definidos en términos de costo de oportunidad, el cual es el beneficio no obtenido al imposibilitar el uso del agua de la manera más eficiente posible.

Análisis Costo - Eficiencia, en este análisis los costos son medidos en unidades monetarias pero los beneficios no, dado que estos se comportan como externalidades no valorizadas. Aquí entre varias alternativas tecnológicas para lograr un determinado objetivo, la de menor costo es la que se debe preferir.

La limitación que tiene el ACE es que no dice si la política previamente aceptada es conveniente socialmente si o no. No obstante, sí existe una política, como muy frecuentemente ocurre en los aspectos ambientales, el ACE es un procedimiento muy útil para asegurar el uso racional de recursos ilimitados.

Análisis Multicriterio, este es particularmente útil cuando los beneficios no pueden sumarse porque no tienen una unidad común (como es el caso del dinero en el ACB) . Se requiere, entonces, factores para "*ponderar*" cada uno de los objetivos resultantes y poderlos sumar; esta ponderación no es otra cosa que el "*precio*" que reflejan la importancia relativa de cada objetivo y se determina mediante paneles de expertos o de encargados de tomar las decisiones.

Análisis de Riesgo - Beneficio. El ARB corresponde al ACB en el contexto de eventos con riesgo. Una versión de ARB evalúa los beneficios asociados con una política en comparación con sus riesgos (riesgos para la salud por emisión de contaminantes, por ejemplo). En lugar de preguntarse sobre los costos y beneficios de una política, considera los costos y beneficios de no tomar ninguna acción para reducir los factores contaminantes. El ARB declara que el riesgo (número de enfermos) es el costo y los costos evitados es el beneficio.

Copia No Controlada CVC

Análisis de Decisión, ha sido desarrollado en el contexto de incertidumbre sobre los resultados de acciones o estrategias, bajo el supuesto de que estas pueden ser tomadas en varios puntos del proceso de decisión.

Evaluación de Impacto Ambiental, como su nombre lo indica, esta orientada a la identificación y medición de los impactos ambientales de una política o acción, sean estos adversos o beneficiosos y la mitigación de las consecuencias negativas. Obviamente su uso estará más orientado hacia la identificación y priorización de los beneficios de los proyectos.

Vale la pena resaltar que estas reglas de toma de decisiones no compiten entre sí, sino que reflejan contextos diferentes y por ende su uso tiende a estar determinado principalmente por los problemas prácticos, que por el problema de la estimación monetaria de los beneficios. (Lineamientos Metodológicos para la Evaluación de Proyectos Ambientales. DNP. 1992 Pag. 13).

La regla de decisión que se adoptará para este proyecto será la de costo –beneficio por ser la que más se acopla a las particularidades del mismo, debido a que en éste, se trata de evaluar económica, social y ambientalmente la conveniencia de realizarlo, desde el punto de vista de los beneficios que pueda arrojar la utilización de los recursos que se requieren, los cuales enfrentan unos costos de oportunidad y por ende deben responder a una manejo eficiente.

Así, el desarrollo de esta regla de decisión tendría los siguientes objetivos fundamentales:

- Identificar los impactos económicos, ambientales y sociales (negativos y positivos) derivados del proyecto sobre los asentamientos humanos que se encuentran en el área de influencia del proyecto.
- Comparar a precios cuenta los beneficios económicos y sociales con los costos de ejecución del proyecto.
- Determinar la viabilidad socioeconómica del proyecto.

9.8.2 Identificación de impactos.

Son aquellas situaciones que afectan directamente de manera negativa o positiva la consolidación de un proceso o proyecto.

9.8.2.1 Negativos

Como sucede en la mayoría de los proyectos se evidencian de manera más clara, aquellas situaciones adversas, que dificultan el tramite de cualquier proceso, que para efecto de nuestro ejercicio están fundamentadas es aspectos económicos, ambientales y sociales.

Copia No Controlada CVC

Económicos.

Los primeros costos involucrados en el proyecto están relacionados con los costos de conformación, ejecución y evaluación del proyecto, a su vez los dos últimos involucran los gastos relacionados con Administración, Operación, Mantenimiento e Inversión.

Gastos de Conformación de la organización prestadora del servicio

- Legalización de la organización
- Gastos generales: compra de equipos de oficina

Gastos de Administración

- Gastos de personal: Pagos de nómina, prestaciones de Ley (Cesantías, Pensión, EPS , Caja de compensación)
- Gastos generales: Servicios públicos, Papelería (impresos, publicaciones, publicidad, fotocopias, etc), dotación del personal, otros gastos generales.

Gastos de Operación:

- Gastos de personal: Pagos de nómina, Transporte, Dotación del personal, Prestaciones de Ley (Cesantías , Pensión , EPS , Caja de compensación)
- gastos generales: Compra de materiales y suministros, Productos químicos, Compra de herramientas, instrumentos y equipos, Alquiler de equipos

Gastos de Mantenimiento

- Compra de materiales y suministros
- Productos químicos
- Compra de herramientas, instrumentos y equipos
- Alquiler de equipos

Gastos de inversión en infraestructura

- Obras de captación
- Obras de conducción
- Obras de distribución
- Obras de almacenamiento

Gastos de capacitación

- Capacitaciones en el área administrativa
- Capacitaciones a los operadores
- Capacitaciones a los encargados del mantenimiento de las obras
- Capacitaciones dirigidas a los usuarios del servicio en lo relacionado con el componente ambiental

Copia No Controlada CVC

Gastos del modulo ambiental

- Actividades de reforestación
- Proyectos de seguridad alimentaría

Ambientales

Estos hacen referencia al costo ambiental en el que incurriría la sociedad como consecuencia de la implementación del proyecto, que para este caso dado el objetivo del proyecto son despreciables y por lo mismo no representan pérdidas cuantitativas irreparables para la sociedad, ni para la biota como tal; pero que aún así hay que mencionarlos.

Disminución de flora y fauna terrestre y acuática. Este impacto se presenta básicamente en los periodos de construcción de las obras hidráulicas necesarias para la consecución de algunos de los objetivos planteados en el proyecto, las cuales han sido referidas en párrafos anteriores. Ahora, debido a que las obras no abarcan grandes áreas, se prevé que la magnitud de este impacto sea realmente pequeña, sobre los ecosistemas que se encuentren en la zona de influencia de las mismas.

Sociales

Se ha identificado que la implementación de este proyecto no tiene impactos sociales negativos.

9.8.2.2 Positivos

Estos impactos al igual que en el caso anterior también se disgregarán entre económicos, ambientales y sociales.

Económicos

- Aumento en el valor de la tierra
- Incremento de la productividad
- Disminución costos de operación y mantenimiento

Ambientales

- Contribución a la preservación de la fauna
- Aumento de cobertura vegetal protectora
- Mejoramiento en la calidad del recurso
- Contribución al mantenimiento de un caudal ecológico

Copia No Controlada CVC

Sociales

- Mejoramiento de la calidad de vida de la población asentada en el área de influencia del proyecto.
- Disminución de conflictos asociados al uso del agua
- Incremento en el nivel de conocimiento del usuario
- Apropiación de la población sobre el manejo del recurso hídrico
- Fortalecimiento de la relación CVC – usuario

Es preciso aclarar que los impactos arriba mencionados deben ser descritos en su totalidad, procurando en todo momento dar cuenta, incluso de la magnitud de los mismos.

Ahora, una vez descritos los costos en los que se incurre con el desarrollo del proyecto, así como los beneficios que este deja, ya sean económicos, medioambientales o sociales, se procederá a valorarlos de acuerdo con la metodología existente para este tipo de casos, algunos de estos impactos se valoran teniendo en cuenta las técnicas descritas anteriormente para realizar el cálculo de los impactos negativos asociados a la situación actual, los cuales, en la medida en que sean corregidos con la implementación del proyecto, se convierten en los beneficios incrementales[6] de la ejecución del mismo.

En este caso particular estos beneficios están asociados con el componente ambiental económico y social, puesto que el proyecto está dirigido a reducir al mínimo el problema de la escasez del recurso hídrico para usos agrícolas, industriales, recreativas y de consumo humano, lo cual en últimas redunda en un beneficio no solo ambiental porque mejora las condiciones de cantidad y posiblemente de calidad del recurso, sino también económico y social, ya que se evitarían no solo las pérdidas de recursos económicos que tendría que enfrentar la comunidad sino también se contribuiría a la consecución de un mayor nivel de bienestar para la población que esta asentada en el área de influencia del proyecto.

Los beneficios y costos originados por el proyecto no solo serán valorados a precios de mercado, sino que luego serán estimados a precios cuenta o económicos, o lo que es lo mismo, a precios que reflejen o se aproximen al valor real de los bienes o servicios involucrados; puesto que en muchos casos los precios privados se encuentran distorsionados por aspectos que a diario se evidencia en los mercados como son los impuestos, los subsidios, el monopolio, el monopsonio, etc.

Es por ello que se tratará de corregir estas imperfecciones del mercado utilizando un factor de ajuste o de conversión, conocido como las razones precios cuenta que son publicadas por el Departamento Nacional de Planeación y de esta manera hallar estos valores económicos.

[6] Beneficios incrementales hace referencia a los beneficios adicionales que se obtienen a través de la implementación de proyecto.

Copia No Controlada CVC

La conversión se hará multiplicando el precio privado del bien o servicio que se esté valorando por la razón precio cuenta del mismo.

$$\mathbf{P_e} = P_p * r \quad (6)$$

Donde:
P_e = Precio económico
P_p= Precio privado
r = razón precio cuenta

9.8.3 Valoración de impactos

- **Negativos**

Económicos

El costo económico de implementación del proyecto esta representado por la siguiente ecuación.

$$\mathbf{C} = \sum Gc + \sum Ga + \sum Go + \sum Gm + \sum GI + \sum GMa + \sum Gcap \quad (7)$$

Donde:

∑Gc = Sumatoria de Gasto de conformación
∑Ga = Sumatoria de Gasto de administración
∑Go = Sumatoria de Gasto de operación
∑Gm = Sumatoria de Gasto de mantenimiento
∑Gi = Sumatoria de Gastos de inversión en infraestructura
∑GMa= Sumatoria de Gastos del modulo ambiental
∑Gcap = Sumatoria de Gastos en capacitación

Gastos de conformación

El primer rubro de estos gastos hace referencia a los gastos de legalización de la organización, los cuales están relacionados con los registros ante Cámara y Comercio y el Departamento de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN.

Gasto de legalización[7] = $500.000

Gastos Generales: Compra de equipos de oficina = $8.000.000

Total gastos de conformación a precios de mercado= $8.500.000

[7] Este costo se estimo partiendo de que la organización se va a conformar con capital social de $1.000.000

Copia No Controlada CVC

Gastos de administración anuales

En este tipo de gastos se contempla los gastos de personal y los gastos generales en los que incurre la organización para su normal funcionamiento.

Cuadro No. 25. Descripción de los rubros destinado al funcionamiento de la organización (parte operativa).

Gastos de Personal	Salario	Prestaciones sociales	Total
Director (a) de la organización	19.200.000	9.912.448	29.112.448
Ingeniero Agrónomo	18.000.000	9.292.920	27.292.920
Ingeniero civil e hidráulico	12.000.000	6.195.280	18.195.280
Secretaria	6.000.000	3.066.320	9.066.320
Fontanero	36.000.000	18.585.840	54.585.840
Contador *	6.000.000	0	6.000.000
Revisor Fiscal *	2.400.000	0	2.400.000
Aseadora *	840.000	0	840.000
Total	100.440.000	47.052.808	147.492.808

Fuente: Cálculos realizados por el autor

* La vinculación de este tipo de personal a la organización es por honorarios, lo que eximiría a la organización del pago de prestaciones sociales de Ley.

Cuadro No. 26. Descripción de gastos generales de administración

Gastos generales	Valor
Servicios Públicos	$ 5.000.000
Dotación personal (Divulgación)	$ 4.000.000
Alquiler	$ 3.600.000
Papelería y otros	$ 8.000.000
Total	$**20.600.000**

Fuente: Cálculos realizados por el autor

Total Gastos de Administración[8] = $ 168.092.808

Gastos de Operación

Los gastos correspondientes a esta actividad, están incluidos dentro de los gastos de administración, en el rubro correspondiente a gastos de personal; debido a que se considera que los fontaneros contratados además de realizar otras labores, son las personas encargadas de las labores de operación, que garanticen la disponibilidad del recurso a los diferentes usuarios.

Gastos de Mantenimiento

Estos gastos corresponden al valor que se tiene que cancelar por concepto de mantenimiento a las obras o a los canales de captación y conducción del agua.

[8] Cálculos realizados con base en información suministrada por ASOBOLO.

Copia No Controlada CVC

Mantenimiento de los canales

- Mantenimiento con retroexcavadora

Este valor se ha estimado teniendo en cuenta la longitud del canal, los tramos que ameritan y pueden realizárseles el mantenimiento con maquinaria y la frecuencia con la que se realiza este[9].

Ahora bien, teniendo en cuenta que el valor del servicio de la retroexcavadora es de $500.000/Km, y que la longitud que en principio se va intervenir, para el total de las 4 derivaciones es de 67.32 Km, de los cuales solo la mitad pueden ser objeto de mantenimiento con maquinarias. Este valor correspondería a:

Valor mantenimiento de los canales con retroexcavadora = $ 16.830.630

- Desmalece manual y Desbarre

Se plantea que este tipo de mantenimiento al contrario que en el caso anterior, debe ser aplicado al total de la longitud a intervenir en las cuatro derivaciones, en ese sentido, la longitud a trabajar es de 67.32Km.

El valor aproximado del desmalece manual y el desbarre se ha estimado en 15 jornales por km y tomando como base el valor de un jornal en la zona correspondiente a $ 20.000, se tendría que:

Valor Desmalece manual y Desbarre= $ 20.196.756

Así el valor correspondiente al gasto total en mantenimiento es de:

Gasto de mantenimiento[10] = $ 37.027.386

- **Gastos de inversión en Infraestructura**

De acuerdo con la evaluación de obras hidráulicas realizada, se ha encontrado que es necesario que se realicen ciertas estructuras, de reparto, control, medición, conducción y estabilización, al interior de las diferentes derivaciones. Estas se encuentran divididas según su tipo en dos grupos así:

Grupo 1: Estructuras de control, medición y reparto con un valor aproximado de:
$ 84.964.499

[9] Se asume por un lado que, la frecuencia con la que se debe realizar el mantenimiento es de por lo menos 2 veces durante el año y por el otro, que en promedio se espera que este sea realizado en la mitad de la derivación.
[10]Para estimar este valor, se tomo como referencia datos suministrados por ASOGUABAS.

Copia No Controlada CVC

Grupo 2: Estructuras para el control de la erosión, la conducción y el revestimiento de canales con un valor aproximado de: $ 266.691.646

Gasto de Inversión en Infraestructura = $ 351.656.145

- **Gastos en el Módulo Ambiental**

Este ítems hace referencia a los gastos realizados en reforestación y en proyectos de seguridad alimentaría que garanticen la consecución de un mejor nivel de vida aunado a la protección de la zona productora de agua.

El valor estimado para este tipo de gasto es de $ 30.000.000

Gastos en el Módulo Ambiental = $ 30.000.000

- **Gastos en Capacitación**

Capacitaciones para el área administrativa: Estas capacitaciones están relacionadas básicamente con la asistencia de parte del personal administrativo a diferentes eventos como congresos, seminarios, cursos, entre otros.

El valor estimado para este tipo de gastos es de: $ 20.000.000

Capacitaciones dirigidas a los usuarios del servicio: Se ofrecerán capacitaciones a los diferentes usuarios en educación ambiental, en el área productiva y en organización y participación comunitaria; se estima que el numero de participantes es de 30 personas para cada sesión de capacitación.

Gasto en Capacitación = $ 20.000.000

De esta manera el impacto económico negativo a precios de mercado estaría representando por:

C = ∑Gc + ∑Ga +∑Gm + ∑GI + ∑GMa +∑Gcap

C = 8.500.000 + 168.092.808 + 37. 027.386 + 351.656.145 + 30.000.000 + 20.000.000

C = $ 615.276.339

Para calcular el costo de ejecutar el proyecto a precios cuenta se multiplica cada rubro por la respectiva razón precio cuenta de la siguiente manera:

Copia No Controlada CVC

Cuadro No. 27. Factores de conversión a precios de razón cuenta

Tipo de Gasto	Valor	Razón precio cuenta	Valor Económico
Gasto de legalización	500.000	0.71	355.000
Compra de equipos de oficina	8.000.000	0.79	6.320.000
Director (a) de la organización	29.112.448	1.00	29.112.448
Ingeniero Agrónomo	27.292.920	1.00	27.292.920
Ingeniero civil e hidráulico	18.195.280	1.00	18.195.280
Secretaria	9.066.320	0.49	4.442.497
Fontanero	54.585.840	1.00	54.585.840
Contador	6.000.000	1.00	6.000.000
Revisor Fiscal	2.400.000	1.00	2.400.000
Aseadora	840.000	0.60	504.000
Servicios Públicos	5.000.000	0.71	3.550.000
Dotación personal (Divulgación)	4.000.000	0.78	3.120.000
Alquiler	3.600.000	0.70	2.520.000
Papelería y otros	8.000.000	0.77	6.160.000
Mantenimiento de los canales con retroexcavadora	16.830.630	0.71	11.949.747
Desmalece manual y Desbarre	20.196.756	1.00	20.196.756
Inversión en Infraestructura	351.656.145	0.70	246.159.302
Gastos en el Módulo Ambiental	30.000.000	0.91	27.300.000
Gasto en Capacitación	20.000.000	0.71	14.200.000
Total	**615.276.339**		**484.363.790**

Fuente: Cálculos realizados por el autor

Así el costo de ejecutar el proyecto a precio cuenta sería de:

C = ∑Gc + ∑Ga +∑Gm + ∑GI +∑GMa + ∑Gcap

C = 6.675.000 + 157.882.985 + 32.146.503 + 246.159.302 +27.300.00 + 14.200.000

C = 484.363.790

- **Positivos**

Económicos.

Para valorar los beneficios económicos se calcularán, primero, el aumento en el nivel de ingresos que percibiría la sociedad producto de la conformación una organización que permita el uso eficiente del recurso hídrico y que están básicamente relacionados con el aumento en la productividad de la tierra, dado que esta zona es altamente agrícola y segundo la disminución en los gastos defensivos en los que normalmente incurren los agricultores por la falta de agua para poder cumplir con la demanda que sus cultivos hacen del recurso.

Copia No Controlada CVC

En ese sentido, se plantea que el máximo de beneficio desde el punto de vista técnico que podría llegar a obtenerse mediante la ejecución del proyecto es del 20% de las perdidas que ahora están experimentando los usuarios del río Bolo.

Valoración aumento productividad

Apr = ∑A * Ar (8)

Donde:
Apr = Aumento productividad (ton)
A = Área cultivada en cada predio (ha)
Ar = Aumento en el rendimiento del cultivo en cada predio (Ton/ ha).

Teniendo en cuenta que la pérdida de productividad estimada para la zona piloto en promedio era de 27 toneladas/ha y que con la ejecución del proyecto se ha supuesto, en forma conservadora, que la productividad aumentaría en la primera, segunda y tercera fase en un 5%, 10% y 20% respectivamente, se esperarían los siguientes resultados:

Primera fase: 1.35 toneladas/ha
Segunda fase: 5.40 toneladas/ha
Tercera fase: 9.45 toneladas/ha

Lo que equivale a un aumento en productividad de:

Primera fase: **Apr =** 6.599 ha * 1.35ton = 8.909 toneladas de Caña
Segunda fase: **Apr =** 6.599 ha * 2.70ton = 17.818 toneladas de Caña
Tercera fase: **Apr =** 6.599 ha * 5.40ton = 35.636 toneladas de Caña

Con base en la información anterior se valorará el aumento en el nivel de ingresos que experimentarían los cultivadores en general.

Aing = Apr * Vp (9)

APing = Aumento de ingresos ($)
Ppr =Aumento de productividad (ton)
Vp = Valor del producto ($/ton)

De esta manera el aumento en el nivel de ingresos a precios de mercado por fase sería de:

Primera fase: **Aing** = 8.909 ton * $ 50.000 = 445.446.675
Segunda fase: **Aing** = 17.818 ton * $ 50.000 = 890.893.350
Tercera fase: **Aing** = 35.636 ton * $ 50.000 = 1.781.786.700
Para tomar el aumento en el nivel de ingresos a precios cuenta multiplicamos este valor por el precio cuenta de la caña de azúcar que es 0.88.

Copia No Controlada CVC

Aumento en el nivel de ingresos a precios cuenta

Primera fase: **Aing** = 445.446.675 * 0.88 = 391.993.074
Segunda fase: **Aing** = 890.893.350 * 0.88 = 783.986.148
Tercera fase: **Aing** = 1.781.786.700 * 0.88 = 1.567.972.296

Valoración de la disminución de gastos defensivos (costos de operación y mantenimiento de pozos)

DCprod = ∑Cop&mP (10)

Donde:
DCprod = Disminución de costos de producción ($)
Cop&mP = Costos de operación y mantenimiento de pozos ($)

Teniendo en cuenta que el área que además de utilizar agua superficial, se ve abocada a utilizar agua subterránea para regar sus predios ante la escasez de agua superficial en la zona es de aproximadamente 5.995 hectáreas, se valorará cual será el nivel de beneficio producto de la liberación de caudal de agua superficial, lo que indudablemente redunda en una disminución en el uso de pozos.

De acuerdo con cálculos ya realizados se encontró que los costos derivados de la operación y mantenimiento en los que incurren los usuarios que tienen pozo y hacen uso de ellos es de aproximadamente $597.000 por hectárea en promedio, por lo que la disminución en el gasto defensivo siguiendo en esquema anterior de los beneficios graduales por fase, estaría dado por:

Primera fase: $ 29.850/ha
Segunda fase: $ 59.700 /ha
Tercera fase: $ 119.400/ha

Así la disminución en el costo de producción a precios de mercado en cada fase estaría dado por:

Primera fase:	**DCprod =**	$ 29.850/ha * 5.995 =	**178.942.300**
Segunda fase:	**DCprod =**	$ 59.700/ha * 5.995 =	**357.884.600**
Tercera fase:	**DCprod =**	$ 119.400/ha * 5.995 =	**715.769.200**

Para tomar la disminución en el costo de producción a precios cuenta multiplicamos este valor por el precio cuenta correspondiente a estas actividades relacionadas con el componente agrícola que es de 0.79.

Disminución en el costo de producción a precios cuenta

Primera fase:	**DCprod =**	**178.942.300 * 0.79**	**= $** 141.364.417
Segunda fase:	**DCprod =**	**357.884.600 * 0.79**	**= $ 282.728.834**
Tercera fase:	**DCprod =**	**715.769.200 * 0.79**	**= $** 565.457.669

Copia No Controlada CVC

Aumento en el valor de la tierra

Como ya se había mencionado antes la tierra en la zona de influencia del río Bolo ha presentado fluctuaciones en su valor hacia la baja debido a la escasez de agua; estas fluctuaciones al igual que en los casos anteriores se espera que disminuyan producto de la ejecución del proyecto en cuestión, razón por lo cual se espera que también haya un beneficio económico por este concepto. Este es un beneficio que solo se vuelve real en la medida en que algún propietario efectivamente venda su predio; por esta razón solo quedará enunciado. De esta manera y de acuerdo con lo previamente planteado, el beneficio económico estaría dado por la siguiente expresión para cada una de las fases contempladas.

B = PpProd(A)*Vp + PomOpemant(A) (11)

Donde: B = Beneficio
A = Área total beneficiada (ha)
Pp= % de aumento de productividad o rendimiento de tierra
Prod = Productividad actual del cultivo
Vp = Valor del producto ($/ton)
Pom = Porcentaje en el que disminuyen los costos de bombeo
Opemant = Costos de operación y mantenimiento

Ahora bien, una vez determinado el nivel de beneficios y de costos que implica la ejecución del proyecto en cuestión lo que sigue es la construcción del flujo de fondos, que de acuerdo con la naturaleza del proyecto se le ha planteado un horizonte de tiempo de 10 años, dividido en 3 fases como se menciona en párrafos anteriores, a lo largo de las cuales se esperan que los beneficios se den de forma gradual así:

Primera fase: 5 %
Segunda fase: 10 %
Tercera fase: 20 %

Es preciso mencionar que la construcción del flujo de fondos involucra el cálculo de indicadores de rentabilidad de los que se hablará a continuación.

9.8.4 Cálculo de Indicadores de Rentabilidad.

Ahora, teniendo en cuenta que estos flujos están proyectados en el tiempo a n años en el futuro, se hace necesario actualizarlo utilizando para ello una tasa de descuento, que puede ser privada o social dependiendo del origen de los recursos involucrados, obteniendo así el Valor Presente Neto del flujo de las utilidades anuales, la cual debe arrojar un valor mayor o igual a 0 para que el proyecto sea sostenible en el tiempo.

Para este caso se utilizará la tasa privada de descuento, dado que los recursos son básicamente de origen privado

Copia No Controlada CVC

VPN = V_{FAu} * F_A ; donde VPN ≥0 (12)

Donde :
VPN = Valor Presente Neto
V_{FAu} = Flujos anuales de las utilidades netas
F_A = Factor de Actualización

Una vez calculado este indicador se procederá a calcular la Tasa Interna de Retorno del proyecto, que tiene por objetivo determinar la tasa máxima que el proyecto esta rindiendo y la Relación Beneficio/Costo que explica que tanto de los costos están cubriendo los beneficios.

De esta forma los indicadores deben comportarse de la siguiente manera:

- La Tasa Interna de Retorno del proyecto debe ser mayor o igual a la tasa de rendimiento de las inversiones en el mercado financiero, con lo que estaría cubriendo el costo de oportunidad de inversión de estos recursos en paquetes financieros como un CDT:

TIR ≥ TRM Donde: TIR = Tasa Interna de Retorno del proyecto
TRM = Tasa Rendimiento del mercado

- La Relación Beneficio/Costo debe ser mayor o igual que 1, lo que demuestra que el nivel de beneficios está por encima de los costos o que al menos los alcanza a cubrir.

B/C ≥ 1 Donde: B/C = Relación Beneficio/Costo

Copia No Controlada CVC

Cuadro No. 28. Flujo de fondos (2007-2017).

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
BENEFICIOS										
Beneficio asociado al aumento de la productividad	0	0	391.993.074	391.993.074	391.993.074	783.986.148	783.986.148	783.986.148	783.986.148	1.567.972.296
Beneficio asociado a la disminución de gastos defensivos	0	0	141.364.417	141.364.417	141.364.417	282.728.834	282.728.834	282.728.834	282.728.834	565.457.669
Beneficio total	**0**	**0**	**533.357.491**	**533.357.491**	533.357.491	1.066.714.982	1.066.714.982	1.066.714.982	1.066.714.982	2.133.429.965
VPN DE LOS BENEFICIOS	**4.571.180.375**									
COSTOS										
Conformación organización	6.675.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Administración organización	157.882.985	157.882.985	157.882.985	157.882.985	157.882.985	157.882.985	157.882.985	157.882.985	157.882.985	157.882.985
Mantenimiento	32.146.503	32.146.503	32.146.503	32.146.503	32.146.503	32.146.503	32.146.503	32.146.503	32.146.503	32.146.503
Inversión obras hidráulicas	0	0	0	246.159.302	0	0	420.000.000	0	0	0
Módulo ambiental	27.300.000	27.300.000	27.300.000	27.300.000	27.300.000	27.300.000	27.300.000	27.300.000	27.300.000	27.300.000
Capacitación	14.200.000	14.200.000	14.200.000	14.200.000	14.200.000	14.200.000	14.200.000	14.200.000	14.200.000	14.200.000
Costo Total	**238.204.488**	**231.529.488**	**231.529.488**	**477.688.790**	231.529.488	231.529.488	651.529.488	231.529.488	231.529.488	231.529.488
VPN DE LOS COSTOS	**1.985.762.668**									
UTILIDAD	**-238.204.488**	**-231.529.488**	**301.828.003**	**55.668.701**	301.828.003	835.185.494	415.185.494	835.185.494	835.185.494	1.901.900.477
VPN (8%)	**2.585.417.707**									
TIR	**58%**									
RELACION B/C	**2,3**									

Pesos constantes de 2007
Fuente: Cálculos realizados por el autor

9.8.5 Análisis de indicadores de rentabilidad

Como se ha venido señalando en páginas anteriores uno de los objetivos de este trabajo era determinar la viabilidad económica de realizar el proyecto "***Administración de las aguas del río Bolo – Río Bolo"*;** lo cual obviamente involucra el calculo y análisis de los indicadores de rentabilidad.

Es así, como a partir de los resultados arrojados por el flujo de fondos y la respectiva actualización de los valores correspondientes a los beneficios y los costos, con la tasa privada de descuento[11] del 8%, se encontró un Valor Presente Neto igual a **$2.585.417.707**; ahora bien, dado que este valor es positivo, se concluye que el proyecto en cuestión es aconsejable económica y socialmente, lo que significa que es rentable puesto que los beneficios sociales, económicos y ambientales son superiores a los costos del mismo.

Siguiendo con el análisis de rentabilidad, se realizó el cálculo de la TIR con el fin de encontrar la Tasa Interna de Retorno del proyecto. La tasa Interna de Retorno obtenida es de 0.58, lo que indica que la tasa máxima que rinde el proyecto es del orden del 58%; presentando esta un valor considerablemente alto, si se compara con la ofrecida en el mercado que no supera el 10%.

Por su parte, si se analiza la relación Beneficio/Costo del proyecto, se llega a la conclusión una vez más que el proyecto es viable desde el punto de vista económico, dado el valor que presenta la relación, que para este caso es de 2.3, valor que evidentemente esta por encima de 1 (uno), que es el valor de referencia para determinar la viabilidad de un proyecto, cuando se analiza este indicador.

9.8.6 Análisis de sensibilidad

Este tipo de análisis se realiza con el fin de explicar las implicaciones que sobre los indicadores de rentabilidad tendría una variación de aquellas variables determinantes del proyecto. Se considera variables altamente sensibles de un proyecto a:

- Los costos del proyecto

En este aparte se toma la variable costo y se le aplica un aumento porcentual al mismo; este aumento normalmente se estima que en principio va desde el 10% hasta un X porcentaje de acuerdo con la fluctuación que se espera tenga esta variable.

Numéricamente queda planteado de la siguiente forma.

$$\mathbf{C_1} = C_0 (1+A) \qquad (13)$$

Donde: C_1 = Costo una vez aplicado el porcentaje de aumento
C_0 =Costo inicial
A = porcentaje aplicado

[11] La tasa privada de descuento que se tomo para este análisis, es la correspondiente al DTF actual, que es de aproximadamente el 8%.

Copia No Controlada CVC

- Los beneficios del proyecto

En este, al igual que en el caso anterior se toma la variable beneficio, solo que a esta no se le aplica un aumento, sino una disminución porcentual al mismo; esta disminución normalmente se estima que va desde un 10% hasta un X porcentaje acuerdo con la fluctuación que se espera tenga esta variable.

Numéricamente queda planteado de la siguiente forma.

$$\mathbf{B_1} = B_0 (1-A) \qquad (14)$$

Donde:
B_1 =Beneficio una vez aplicado el porcentaje de disminución
B_0 =Beneficio inicial
A = porcentaje aplicado

Nota: La importancia de cada uno de los componentes de las variables anteriores depende del peso que estos representen en la consecución de los objetivos planteados.

Para el caso en cuestión se determino aplicar un porcentaje mínimo de 10% sobre las variables determinantes del proyecto y un máximo de 50% con el objetivo de estimar si los indicadores de rentabilidad del proyecto seguían siendo positivos, después de aplicarles un incremento tan considerable como este.

Disminución en los beneficios del proyecto.

Si se contempla una disminución del 10% en los beneficios que arroja el proyecto, se presentaría una disminución en su utilidad, aun así el proyecto seguiría conservando su rentabilidad, dado los valores que los indicadores presentan; debido a que si bien, se presenta una disminución en el VPN correspondiente al 18% con respecto al hallado en la situación inicial, ello no afecta el nivel de rentabilidad del proyecto, puesto que es evidente que este sigue siendo positivo ya que asciende a un valor de $**1.985.762.668.**

En lo referente a la TIR que se obtiene una vez realizado este cambio se tiene que esta pasa de ser 58% a 50%, permaneciendo la rentabilidad económica y social del proyecto. En cuanto a la relación B/C se observa que esta continúa por encima de 1, pasando de 2.3 a 2.1.

Vale la pena mencionar que si el proyecto experimentará una disminución en su beneficios de hasta un 50%, aún así conservaría su bondad económica, puesto que a pesar de que la rentabilidad se vería disminuida como en el caso del VPN que experimentaría una disminución del 88% en relación con el hallado inicialmente y de la tasa de interna de retorno que pasaría de un 58% a un 16%, la relación beneficio costo seguiría estando por encima de uno.

Copia No Controlada CVC

Aumento de las variables de costos.

Si al igual que en el caso anterior se contempla una afectación negativa a los costos del proyecto, esto es un aumento del 10% en los costos de ejecución del proyecto, indudablemente se presentaría una disminución en su utilidad, pero aun así el proyecto seguiría conservando su rentabilidad, dado los valores que a pesar del cambio negativo siguen presentando; puesto a que pesar de evidenciarse una disminución en el VPN correspondiente al 8% con respecto al hallado en la situación inicial, lo que es realmente insignificante si se contempla la cifra, que de hecho continua siendo una cifra positiva, ya que su valor asciende a $**2.386.841.440**

En lo referente a la TIR que se obtiene una vez realizado este cambio se tiene que esta pasa de ser 58% a 51%, permaneciendo la rentabilidad económica y social del proyecto. En cuanto a la relación B/C se observa que esta continúa por encima de 1, pasando al igual que en el caso anterior de 2.3 a 2.1.

Es de resaltar que si el proyecto experimentará un incremento en sus costos hasta del 50%, aún así conservaría su bondad económica, puesto que a pesar de que la rentabilidad se vería disminuida como en el caso del VPN de un 38% en relación con el hallado inicialmente y de la tasa de interna de retorno que pasaría de un 58% a un 32%.

La relación beneficio costo, sigue estando por encima de 1 pasando de 2.3 a 1.5.

9.8.7 Análisis de sostenibilidad.

En este aparte se tratará de realizar un análisis exhaustivo de los factores que puedan afectar la sostenibilidad en el tiempo de la organización como las fuentes de financiación, el compromiso de los usuarios, la participación de los mismos, entre otros; en ese orden de ideas, lo que se busca es analizar la probabilidad de que este tipo de factores que son los determinantes en el nivel de ingresos y de operación de la organización, permanezcan constante a lo largo de la vida útil del proyecto, y que de ser baja esta probabilidad se disponga de un plan de contingencia para neutralizar su efecto.

En este orden de ideas en lo que respecta a los ítems mencionados en el párrafo anterior, es importante dejar claro que si bien hasta ahora, hay un buen clima entre los diferentes usuarios para que el proyecto se ejecute, todavía se percibe cierto escepticismo por parte de los mismo, para que pueda darse la organización, debido básicamente al correspondiente análisis del factor presupuestal que implica una decisión de esta naturaleza.

De esta manera, a priori se podría decir que no existen hasta el momento garantías claras que permitan visualizar una sostenibilidad en el tiempo para el proyecto, hasta tanto no se tengan reglas claras en cuanto a la financiación de los rubros más determinantes de la ejecución del proyecto.

Copia No Controlada CVC

9.9 ESTABLECIMIENTO DE LA TARIFA EN EL ESCENARIO POSIBLE DE TRABAJO

De acuerdo con el costo que implica el funcionamiento de la organización y la ejecución de las actividades identificadas previamente se procedió a establecer el valor correspondiente a la tarifa que sería cobrada a los usuarios que estando dentro de la zona piloto, pertenecieran a la organización.

Ahora bien, para la determinación de valor de esta tarifa se partió de algunos aspectos fundamentales:

- **Unidad de cobro**. Teniendo en cuenta que para el cobro de la tasa por uso de agua y de cuota, que respectivamente les realiza la CVC y ASOBOLO a los diferentes usuarios del río se toma como unidad de cobro (l/s); se ha determinado que para este caso particular también se utilizará la misma unidad, para el establecimiento de la tarifa.

- **Caudal a asignar**. Se determinó que el caudal a asignar entre las diferentes derivaciones de la zona piloto es de 5.600 l/s.

- **Costo del proyecto**. Para determinar la tarifa se tomaron como referencia los valores de mercado de la totalidad de los gastos para cada año.

Una vez planteados los aspectos determinantes del establecimiento de la tarifa, es preciso mencionar que de acuerdo con la forma como se van a realizar los desembolsos para llevar a cabo algunas actividades determinantes del proyecto, como la construcción de obras hidráulicas, se puede calcular dos tipos de tarifas:

La primera es el cálculo de una tarifa diferenciada a lo largo del horizonte el proyecto, pues en la medida en que se inviertan obras de gran costo, los usuarios incurrirían en una tarifa mayor, que correspondería al nivel del gasto causado. Lo que implica en principio, de acuerdo con lo expuesto anteriormente, la existencia de 3 tarifas diferentes a lo largo del horizonte del proyecto, que varían de acuerdo con el nivel de gasto entre $45.557, $108.353 y $152.700 anuales por cada litros por segundo asignado. Cálculo de tarifa diferencial.

Horizonte del proyecto, que sea capaz de cubrir los costos del proyecto; ello por su parte, implicaría el cobro de una sola tarifa, independiente del nivel de gasto que se realizara en un determinado momento; se ha estimado que dicha tarifa corresponde al un valor de $61.962 anuales, por cada litro por segundo asignado.

Copia No Controlada CVC

Copia No Controlada CVC

10. COMPETENCIAS DE LA ORGANIZACIÓN

El deterioro de los recursos naturales y en este caso específico la escasez del recurso hídrico para los usuarios de las aguas del río Bolo en el Valle de Cauca, conminan a que todos los actores involucrados en la problemática aúnen esfuerzos para recuperar el recurso que se está perdiendo y para lograr el mejoramiento de las condiciones de aprovechamiento actuales.

La organización de la comunidad con ayuda de los entes gubernamentales, es el mecanismo idóneo para lograr los objetivos propuestos.

El funcionamiento de cualesquier tipo de organización debe estar sujeto a una serie de normas o acuerdos, que permitan la interacción entre aquellas personas pertenecientes a la misma. Pero esa interacción debe ser prevista a la luz de la normativa vigente, que para nuestro caso por ser una organización destinada a la administración de un recurso natural, debe ser armonizada con las competencias propias de los entes gubernamentales, cuyas misiones y visones están encaminadas hacia el sostenimiento de los recursos naturales, tal es el caso de la CVC, principal autoridad ambiental en el departamento.

Es importante resaltar que durante la ejecución del proyecto, se ha efectuado un arduo trabajo comunitario que ha logrado iniciar el proceso de concientización a la comunidad, destacando la importancia que tendría para la región el buen manejo del recurso hídrico. La concepción de crear una organización, parte del hecho de que la propia comunidad sea la encargada de administrar el recurso hídrico, y para ello se le ha brindado a los usuarios del río Bolo, mediante el desarrollo de talleres de participación y capacitación (conferencias) con énfasis en aspectos técnicos, económicos, sociales y jurídicos, que permitan hacer de éste, un modelo piloto a seguir por otras comunidades de la región.

10.1 COMITES PROGRAMADOS POR LA FUNDACIÓN PROAGUA CON LOS USUARIOS DE AGUAS DEL RÍO BOLO.

De acuerdo con el producto del desarrollo de los trabajos participativos entre CVC – Asobolo y la Fundación Proagua, se pueden establecer las siguientes situaciones:

- Falta establecer nuevos mecanismos de convocatoria, que permitan la afluencia masiva de usuarios, garantizando que las decisiones que se adopten producto del desarrollo del proyecto sean sostenible en el tiempo. Es necesario dejar en claro que esta tarea de encontrar esos nuevos espacio de dialogo, debe ser una labor conjunta por parte

Copia No Controlada CVC

de los usuarios que han venido asistiendo de manera constante durante el desarrollo del proyecto, convirtiéndose los mismos en multiplicadores de conocimiento, de Asobolo, organización que agremia a los usuarios de aguas del río Bolo, con cuyos aportes se financian algunas actividades de sostenimiento de la cuenca y de la CVC, entidad ejecutora del proyecto, y quien por competencias legales es el organismo encargado de velar por el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en general.

- Se evidenció cierto nivel de prevención por parte de los usuarios asistentes en lo que respecta a la baja presencia de personal institucional de CVC en la zona de distribución, situación que ha contribuido de alguna manera a la generación de conflictos sociales por acceso al agua, estableciendo a priori, que el proyecto busca delegar en ellos muchas de las responsabilidades que le competen a la CVC; de igual manera argumentan que existe descoordinación en la planificación que se realiza por parte de la CVC – Cali y la Dirección Ambiental Regional seccional Palmira.

Como resultado del desarrollo de todos los talleres programados durante la ejecución de la segunda fase del proyecto, se logró establecer más a fondo la problemática del río Bolo, arrojando elementos de vital importancia para proyectar las competencias del nuevo ente encargado de administrar la distribución del agua, de acuerdo a las necesidades establecidas.

10.2 NORMATIVIDAD VIGENTE

Para la elaboración del documento de trabajo que fue entregado a los usuarios, y que de ser aprobados se convertirían a futuro en los estatutos de la organización, se debió analizar la normatividad vigente, previendo de esta manera cualquier tipo de inhabilidad que pudiese dar por apropiación de algunas actuaciones destinadas de manera exclusiva para algunos entes del estado, tal es el caso de las funciones sancionatorias que poseen las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR´S), cuando se hace una mala utilización de los recursos naturales.

Para la elaboración del documento de trabajo entregado a los usuarios del agua del río Bolo, se tuvo en cuenta las normas de carácter constitucional y legal vigentes así:

10.2.1 NORMAS DE RANGO CONSTITUCIONAL

- **Artículo 4:** La constitución como norma de normas y el deber de acatar la Constitución, las leyes y respetar y obedecer a las autoridades.
- **Artículo 6:** Los particulares sólo son responsables ante las autoridades por infringir la Constitución y las leyes. Los servidores públicos lo son por la misma causa y por omisión o extralimitación en el ejercicio de sus funciones.
- **Artículo 79:** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Copia No Controlada CVC

- **Artículo 80:** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

Lo que concierne a la parte ambiental es de gran importancia, ya que la Constitución Nacional en el Titulo II "*De los derechos, las garantías y los deberes*", Capítulo tercero ("*De los derechos colectivos y del ambiente*"), lo aborda de manera privilegiada.

- **Artículo 86:** Acción de tutela.
- **Artículo 87:** Acción de cumplimiento
- **Artículo 88:** Acciones populares y de grupo.
- **Artículo 90:** El Estado responderá patrimonialmente por los daños antijurídicos que le sean imputables, causados por la acción o la omisión de las autoridades públicas.
- **Artículo 95:** (….) Son deberes de la persona y del ciudadano: (….)
  7. Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano. (….).

10.2.2 NORMATIVIDAD DE RANGO LEGAL - Código de Recursos Naturales y del Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974)

De las asociaciones de usuarios de aguas.

- **Artículo 161:** Se podrán establecer asociaciones de usuarios de aguas, constituidas por quienes se aprovechen de una o más corrientes de un mismo sistema de reparto o tengan derecho a aprovecharlas de un mismo cauce artificial.
- **Artículo 162:** Cuando una derivación beneficie a varios predios de distinto dueño o poseedor a quienes se hubiera otorgado concesión de aguas, por ministerio de la ley habrá comunidad entre ellos con el objeto de tomar agua, repartirla entre los usuarios y conservar y mejorar el acueducto, siempre que no hayan celebrado una convención con igual fin.
- **Artículo 163:** El que infrinja las normas que rigen las concesiones de aguas de uso público y las reglamentaciones del uso de aguas públicas o privadas de que trata este Código, incurrirá en las sanciones previstas en las leyes, en los reglamentos y en las convenciones**.**

10.2.2.1 NORMATIVIDAD LEGAL - Decreto 1541 de 1978 Aguas no marítimas Título XII Asociaciones y empresas comunitarias para el uso de las aguas y de los cauces.

- **Artículo 266:** Las asociaciones de usuarios de aguas y canalistas serán auxiliares del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente - INDERENA.

Copia No Controlada CVC

- **Artículo 267:** Las asociaciones de usuarios de aguas estarán constituidas por quienes aprovechen aguas de una o varias corrientes comprendidas por el mismo sistema de reparto. Las asociaciones de canalistas estarán integradas por todos los usuarios que tengan derecho a aprovechar las aguas de un mismo cauce artificial.
- **Artículo 268**: Cuando se hubiere constituido una asociación de usuarios conforme al siguiente capítulo, la comunidad a que se refiere el artículo 162 del Decreto Ley 2811 de 1974, quedará sustituida de pleno derecho por la asociación de usuarios de aguas o de canalistas**.**
- **Artículo 269:** El otorgamiento de una nueva concesión o permiso para servirse del cauce o canal cuyos usuarios se hubieren constituido en asociación, otorgarán al titular del derecho a ser admitido en ella, con el cumplimiento de los requisitos estatutarios.

10.2.2.2 NORMATIVIDAD VIGENTE – CODIGO DE COMERCIO

- **Artículo 100:** (…). Las sociedades que no contemplen en su objeto social actos mercantiles serán civiles. Sin embargo, cualquiera que sea su objeto, las sociedades comerciales y civiles estarán sujetas para todos los efectos, a la legislación mercantil.

10.2.2.3 NORMATIVIDAD LEGAL – LEY 99 DE 1993

- **Artículo 31º.-** *Funciones.* Las Corporaciones Autónomas Regionales ejercerán las siguientes funciones:

1. Ejecutar las políticas, planes y programas nacionales en materia ambiental definidos por la ley aprobatoria del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Nacional de Inversiones o por el Ministerio del Medio Ambiente, así como los del orden regional que le hayan sido confiados conforme a la ley, dentro del ámbito de su jurisdicción;
2. Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente;
3. Promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables.
4. Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo medioambiental que deban formular los diferentes organismos y entidades integrantes del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en el área de su jurisdicción y en especial, asesorar a los Departamentos, Distritos y Municipios de su comprensión territorial en la definición de los planes de desarrollo ambiental y en sus programas y proyectos en materia de protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de manera que se asegure la armonía y coherencia de las políticas y acciones adoptadas por las distintas entidades territoriales.
5. Participar con los demás organismos y entes competentes en el ámbito de su jurisdicción, en los procesos de planificación y ordenamiento territorial a fin de que el factor ambiental sea tenido en cuenta en las decisiones que se adopten.

Copia No Controlada CVC

6. Celebrar contratos y convenios con las entidades territoriales, otras entidades públicas y privadas y con las entidades sin ánimo de lucro cuyo objeto sea la defensa y protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el fin de ejecutar de mejor manera alguna o algunas de sus funciones, cuando no correspondan al ejercicio de funciones administrativas.
7. Promover y realizar conjuntamente con los organismos nacionales adscritos y vinculados al Ministerio del Medio Ambiente, y con las entidades de apoyo técnico y científico del Sistema Nacional Ambiental (SINA), estudios e investigaciones en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables.
8. Asesorar a las entidades territoriales en la formulación de planes de educación ambiental formal y ejecutar programas de educación ambiental no formal, conforme a las directrices de la política nacional.
9. Otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales requeridas por la ley para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables o para el desarrollo de actividades que afecten o puedan afectar el medio ambiente. Otorgar permisos y concesiones para aprovechamientos forestales, concesiones para el uso de aguas superficiales y subterráneas y establecer vedas para la caza y pesca deportiva
10. Fijar en el área de su jurisdicción, los límites permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que puedan afectar el medio ambiente o los recursos naturales renovables y prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental. Estos límites restricciones y regulaciones en ningún caso podrán ser menos estrictos que los definidos por el Ministerio del Medio Ambiente.
11. Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de las actividades de exploración, explotación, beneficio, transporte, uso y depósito de los recursos naturales no renovables, incluida la actividad portuaria con exclusión de las competencias atribuidas al Ministerio del Medio Ambiente, así como de otras actividades, proyectos o factores que generen o puedan generar deterioro ambiental. Esta función comprende la expedición de la respectiva licencia ambiental. Las funciones a que se refiere este numeral serán ejercidas de acuerdo con el artículo 58 de esta Ley.
12. Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas a cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos.
13. Recaudar, conforme a la ley, las contribuciones, tasas, derechos, tarifas y multas por concepto del uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, fijar su monto en el territorio de su jurisdicción con base en las tarifas mínimas establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente.

Copia No Controlada CVC

14. Ejercer el control de la movilización, procesamiento y comercialización de los recursos naturales renovables en coordinación con las demás Corporaciones Autónomas Regionales, las entidades territoriales y otras autoridades de policía, de conformidad con la ley y los reglamentos; y expedir los permisos, licencias y salvoconductos para la movilización de recursos naturales renovables.
15. Administrar, bajo la tutela del Ministerio del Medio Ambiente las áreas del Sistema de Parques Nacionales que ese Ministerio les delegue. Esta administración podrá hacerse con la participación de las entidades territoriales y de la sociedad civil.
16. Reservar, alinderar, administrar o sustraer, en los términos y condiciones que fijen la ley y los reglamentos, los distritos de manejo integrado, los distritos de conservación de suelos, las reservas forestales y parques naturales de carácter regional, y reglamentar su uso y funcionamiento. Administrar las Reservas Forestales Nacionales en el área de su jurisdicción.
17. Imponer y ejecutar a prevención y sin perjuicio de las competencias atribuidas por la ley a otras autoridades, las medidas de policía y las sanciones previstas en la ley, en caso de violación a las normas de protección ambiental y de manejo de recursos naturales renovables y exigir, con sujeción a las regulaciones pertinentes, la reparación de los daños causados.
18. Ordenar y establecer las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas ubicadas dentro del área de su jurisdicción, conforme a las disposiciones superiores y a las políticas nacionales.
19. Promover y ejecutar obras de irrigación, avenamiento, defensa contra las inundaciones, regulación de cauces y corrientes de agua, y de recuperación de tierras que sean necesarias para la defensa, protección y adecuado manejo de las cuencas hidrográficas del territorio de su jurisdicción, en coordinación con los organismos directores y ejecutores del Sistema Nacional de Adecuación de Tierras, conforme a las disposiciones legales y a las previsiones técnicas correspondientes. Cuando se trate de obras de riego y avenamiento que de acuerdo con las normas y los reglamentos requieran de Licencia Ambiental, esta deberá ser expedida por el Ministerio del Medio Ambiente.
20. Ejecutar, administrar, operar y mantener en coordinación con las entidades territoriales, proyectos, programas de desarrollo sostenible y obras de infraestructura cuya realización sea necesaria para la defensa y protección o para la descontaminación o recuperación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.
21. Adelantar en coordinación con las autoridades de las comunidades indígenas y con las autoridades de las tierras habitadas tradicionalmente por comunidades negras, a que se refiere la Ley 70 de 1993, programas y proyectos de desarrollo sostenible y de manejo, aprovechamiento, uso y conservación de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.
22. Implantar y operar el Sistema de Información Ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente.
23. Realizar actividades de análisis, seguimiento, prevención y control de desastres, en coordinación con las demás autoridades competentes, y asistirlas en los aspectos medioambientales en la prevención y atención de emergencias y desastres; adelantar con las administraciones municipales o distritales programas de

Copia No Controlada CVC

adecuación de áreas urbanas en zonas de alto riesgo, tales como control de erosión, manejo de cauces y reforestación.

24. Transferir la tecnología resultante de las investigaciones que adelanten las entidades de investigación científica y de apoyo técnico del nivel nacional que forman parte del Sistema Nacional Ambiental, SINA, y prestar asistencia técnica a entidades públicas y privadas y a los particulares, acerca del adecuado manejo de los recursos naturales renovables y la preservación del medio ambiente, en la forma que lo establezcan los reglamentos y de acuerdo con los lineamientos fijados por el Ministerio del Medio Ambiente.
25. Imponer, distribuir y recaudar las contribuciones de valorización con que haya de gravarse la propiedad inmueble, por razón de la ejecución de obras públicas por parte de la Corporación; fijar los demás derechos cuyo cobro pueda hacer conforme a la ley.
26. Asesorar a las entidades territoriales en la elaboración de proyectos en materia ambiental que deban desarrollarse con recursos provenientes del Fondo Nacional de Regalías o con otros de destinación semejante.
27. Adquirir bienes de propiedad privada y los patrimoniales de las entidades de derecho público y adelantar ante el juez competente la expropiación de bienes, una vez surtida la etapa de negociación directa, cuando ello sea necesario para el cumplimiento de sus funciones o para la ejecución de obras o proyectos requeridos para el cumplimiento de las mismas, e imponer las servidumbres a que haya lugar, conforme a la ley.
28. Promover y ejecutar programas de abastecimiento de agua a las comunidades indígenas y negras tradicionalmente asentadas en el área de su jurisdicción, en coordinación con las autoridades competentes.
29. Apoyar a los concejos municipales, a las asambleas departamentales y a los consejos de las entidades territoriales indígenas en las funciones de planificación que les otorga la Constitución Nacional.
30. Las demás que anteriormente estaban atribuidas a otras autoridades, en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables, dentro de sus respectivos ámbitos de competencia, en cuanto no pugnen con las atribuidas por la Constitución Nacional a las entidades territoriales, o a las entidades territoriales, o sea contrarias a la presente Ley o a las facultades de que ella inviste al Ministerio del Medio Ambiente.
31. Sin perjuicio de las atribuciones de los municipios y distritos en relación con la zonificación y el uso del suelo, de conformidad por lo establecido en el artículo 313 numeral séptimo de la Constitución Nacional, las Corporaciones Autónomas Regionales establecerán las normas generales y las densidades máximas a las que se sujetarán los propietarios de vivienda en áreas sub-urbanas y en cerros y montañas, de manera que se protejan el medio ambiente y los recursos naturales. No menos del 70% del área a desarrollar en dichos proyectos se destinará a la conservación de la vegetación nativa existente.

Copia No Controlada CVC

Copia No Controlada CVC

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Evaluación hidráulica detallada

- A partir de la evaluación hidráulica desarrollada durante la segunda fase del proyecto, se pudo establecer que algunas de las obras construidas por parte de la CVC (años 2003 – 2004) en la zona de influencia del río Bolo, presentan deficiencias asociadas a la cota de localización de los orificios sumergidos, imposibilitando en unos casos el nivel de captación, situación que fue aprovechada por parte de algunos usuarios, para alterar las condiciones de funcionamiento propias de la obra.

- Los diseños planteados durante esta segunda fase, buscan convertirse en herramientas generadoras de conocimiento, tanto para los usuarios como la CVC, en lo que respecta al nivel de transito de agua a través de la red de distribución, situación que permitirá a futuro establecer medidas tendientes a optimizar el uso del agua, adicional a ello se plantearon una serie de mejoras a canales, con los cuales se busca mitigar el nivel de desperdicio que hoy en día se evidencia en el área de influencia del río Bolo.

- Dada las condiciones de inestabilidad que presentan algunas sectores donde se llevo a cabo el levantamiento topográfico, y aunado a esto que en la mayoría de los casos transcurre lapsos de tiempos prolongados entre el diseño y la construcción de la obra, se recomienda que antes de implementar los diseños entregados en esta fase, se efectúen algunas verificaciones.

Participación social de actores

- Se cumplió el plan de trabajo propuesto a ejecutar con los usuarios, en lo referente a los temas desarrollados, ya que los mismos son herramientas para la toma de decisión frente a la necesidad urgente de constituir una organización que vele por la adecuada distribución del recurso hídrico en su zona de influencia.

- Se debe continuar en la búsqueda de nuevas alternativas que permitan logra un mayor nivel de convocatoria por parte de los usuarios, situación que permitirá la toma de decisiones que conlleven a mejorar las condiciones de distribución y administración de agua en la zona de aferencia del río Bolo.

- Para efectos de garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto, se debe continuar con los procesos de capacitación iniciados con los usuarios de la zona media alta de la cuenca, ya que estos conocimientos impartidos buscan mejorar las condiciones de manejo y aprovechamiento dado al agua por parte de ellos y a su vez promover los

Copia No Controlada CVC

mecanismos de gestión que deben existir al interior de la comunidad (reconocimiento y fortalecimiento de lideres).

- Se hace necesario crear un compromiso más fuerte en lo que concierne a la participación, buscando que aquellos usuarios que han sido participes de todo el proceso desarrollado hasta ahora, se conviertan en promotores e impulsores del proyecto frente a los usuarios que aun permanecen indiferentes al proceso

- Es necesario que se inicie los procesos de búsqueda de financiación para la construcción del sistema de medición y control, herramientas que permitirán a los usuarios establecer las necesidades de destinación de agua hacia un sector y a la CVC mejorar las condicione de gestión.

- Promover un proceso de discusión y concertación entre los usuarios de la zona media y la zona plana con el fin de definir compromisos, acuerdos y negociar la estructura organizativa para la administración del agua del río Bolo.

Planteamientos técnicos para la definición de las zonas de abastecimiento

- Tratar de abastecer la totalidad de la zona de influencia del río Bolo bajo las condiciones actuales de producción hídrica que presenta la cuenca es utópico, máxime si se tiene en cuenta que algunas microcuencas consideradas en el año 1994 como grandes aportantes de caudal, hoy en día tienen sus aguas comprometidas, debido a la creciente presión a causa de la demanda, producto de la incorporación de algunos predios al sector productivo agrícola.

- Como herramienta inicial de planificación de la distribución, se debe considerar la implementación de turnos de riego, los cuales se deben convertir en acuerdos cumplibles en el tiempo, garantizando con esta medida a los usuarios la llegada de agua para atender sus necesidades.

- Para efectos de estimar los módulos de distribución deben ser considerados aspectos agronómicos de los cultivos (edad de cultivo, época de mayor demanda de agua para formación de tejidos o frutos, manejo de estrés del cultivo), propiedades físicas y químicas de los suelos (capacidad de retención de humedad, etc), condiciones estas que garanticen que a cada usuarios se le asigne agua de acuerdo con unas condiciones propias.

- Se deben explorar soluciones con las cuales se mitigue la insatisfacción, tal es el caso de uso del agua subterránea como fuente alterna, mediante la explotación comunitaria de pozos profundos, situación que disminuirá los costos en los cuales debe incurrir los usuarios de manera particular por efecto de construcción, operación y mantenimiento de pozos profundos.

- El ejercicio realizado durante el desarrollo de esta segunda fase del proyecto, corresponde a primeras aproximaciones que a futuro deberán conducir a la definición del

Copia No Controlada CVC

área real de atención por parte de la organización; y su estimación exacta deberá responder a otras consideraciones tales como:

- Aspectos económicos
- Evaluaciones hidráulicas realizadas
- Posibilidades técnicas de abastecimiento de fuentes alternas.

Modelo de evaluación técnico -económica

- Existen diferentes posibilidades para ejecutar un proyecto de esta índole, pero la selección de la mejor sólo se da en la medida en que siendo la menos costosa, arroje los resultados esperados. Se considera que una de las técnicas para lograr esto es la elaboración final de un diagrama de flujos, que evidencie cada una de estas y su correspondiente costo; pero que antes sea alimentado, por el análisis a través de la utilización de matrices en las que se analice las actividades que de manera frontal afectan las variables determinantes de la problemática.

- De acuerdo a la descripción de los impactos derivados del proyecto durante su ejecución, se identificaron impactos negativos pero solo económicos, puesto que los sociales no se presentan y los ambientales a pesar de su presencia no son de gran magnitud; contrario a lo que ocurre cuando se analizan los impactos positivos donde se identifica que además de los económicos experimentados básicamente por los usuarios, también se presentan impactos ambientales y sociales de gran magnitud e importancia.

- Los beneficios que se originan con la ejecución del proyecto no solo están representados en el mejoramiento de la disponibilidad hídrica, sino también en beneficios económicos y sociales, puesto que este es un proyecto que redunda positivamente sobre el desarrollo de la actividad económica en el área de influencia, y por ende sobre el nivel de vida de la población que se beneficiaria de él, lo anterior por su parte, se convierte en un indicador real de la magnitud de los impactos positivo, en ese sentido se evidencia la conveniencia de ejecutar el proyecto.

- Los indicadores de rentabilidad calculados, como el VPN, la TIR y la Relación B/C, representan la bondad económica del proyecto. Los valores encontrados para estas medidas además de ser positivos, son significativos desde el punto de vista económico y social, lo que permite reafirmar la conveniencia de ejecutar el proyecto.

- La probabilidad de que los beneficios económicos se den tal como se ha contemplado depende de que se cumplan los supuestos establecidos, y por supuesto del buen funcionamiento de la organización.

- A futuro se debe pensar en el diseño de una aplicación de computador que permita la toma de decisiones relacionad con la operación del sistema de distribución de agua.

Copia No Controlada CVC

Competencias de la organización

- A nivel nacional este es un primer ensayo, pero el éxito de él, dependerá en gran medida de que tanto usuarios (ente administrador) como las entidades cuyas competencias están direccionadas a la conservación y preservación de los recursos naturales, establezcan acuerdos coherentes y cumplibles en el tiempo.

- A partir del ejercicio desarrollado durante la segunda fase del proyecto, se elaboró una propuesta de estatutos que siguen los lineamientos de orden legal, convirtiéndose estos en pautas generales que deben ser seguidas por el ente administrador del recurso hídrico, si se quiere logar cumplir a cabalidad con el objetivo propuesto. De igual manera se hace necesario recalcar el compromiso fuerte que debe existir por parte de los involucrados en la problemática del recurso agua, ya que es a los usuarios a quienes corresponde ser parte activa de este proyecto.

Copia No Controlada CVC

Nombre de archivo: Informe Ejecutivo Bolo Fase II.doc
Directorio: D:\INFORME EJECUTIVO BOLO FASE II
Plantilla: C:\Documents and Settings\Yanet Betancur D\Datos de programa\Microsoft\Plantillas\Normal.dot
Título: Para efectos de dar continuidad a los alcances obtenidos durante la fase I del proyecto piloto de administración de aguas del río Bolo, La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, adelanto el convenio de asociación No 009 de 2006, donde s
Asunto:
Autor: FUNDACION PROAGUA
Palabras clave:
Comentarios:
Fecha de creación: 27/05/2007 22:13:00
Cambio número: 75
Guardado el: 05/06/2007 16:54:00
Guardado por: PROAGUA
Tiempo de edición: 1,797 minutos
Impreso el: 25/11/2007 10:19:00
Última impresión completa
Número de páginas: 122
Número de palabras: 37,515 (aprox.)
Número de caracteres: 206,336 (aprox.)

Copia No Controlada CVC