



Organización del Tratado de
Cooperación Amazónica



Fondo para el Medio
Ambiente Mundial



Programa de las Naciones
Unidas para el Medio Ambiente



Departamento de Desarrollo Sostenible
Organización de los Estados Americanos

**PROYECTO MANEJO INTEGRADO Y SUSTENTABLE DE
LOS RECURSOS HÍDRICOS TRANSFRONTERIZOS DE LA
CUENCA DEL RÍO AMAZONAS CONSIDERANDO LA
VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO
Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam, Venezuela
Proyecto GEF Amazonas – OTCA/PNUMA/OEA**

**Actividad II.3. Desarrollo de una base conceptual y términos de referencia
para la elaboración y la implementación del sistema de apoyo a la decisión –
SAD en cada país y para el OTCA**



Informe Final

**TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN Y
LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APOYO A LA
DECISIÓN – SAD EN CADA PAÍS Y PARA EL OTCA**

Consultor
Miguel A. Ontiveros Mollinedo

La Paz - Bolivia

**PROYECTO MANEJO INTEGRADO Y SUSTENTABLE DE
LOS RECURSOS HÍDRICOS TRANSFRONTERIZOS DE LA
CUENCA DEL RIO AMAZONAS CONSIDERANDO LA
VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO**

Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam, Venezuela

Proyecto GEF Amazonas – OTCA/PNUMA/OEA

**Actividad II.3 Desarrollo de una base conceptual y términos de referencia
para la elaboración y la implementación del sistema de apoyo a la decisión –
SAD en cada país y para el OTCA**

Informe Final

**TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN Y
LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APOYO A LA
DECISIÓN – SAD EN CADA PAÍS Y PARA EL OTCA**

Coordinador del Subproyecto a Nivel Nacional

Carlos Diaz Escobar

Coordinador del proyecto

Norbert Fenzl

OTCA

Consultor participante

Miguel A. Ontiveros Mollinedo

Contrato PO n° 13455

Marzo de 2007

TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APOYO A LA DECISIÓN – SAD EN CADA PAÍS Y PARA EL OTCA

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

El Proyecto GEF Amazonas OTCA/PNUMA/OEA, tiene por objetivo fortalecer el marco institucional para planear y ejecutar, de forma coordinada, las actividades de protección y manejo sustentable del suelo y de los recursos hídricos en la cuenca del río Amazonas, delante de los impactos decurrentes de los cambios climáticos verificados en la Cuenca del río Amazonas, incluyendo áreas amazónicas de todos los países en la Cuenca (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela).

El Proyecto pretende desarrollar acciones para desarrollo sustentable de la región, identificar normas que les soporten, basadas en los principios de la participación pública como instrumento de ciudadanía. Con esto, garantizar la sustentabilidad, preservación y conservación de los ecosistemas, principalmente el manejo integrado de los recursos hídricos transfronterizos.

Dentro del alcance del Proyecto y sus Términos de Referencia, uno de los componentes que componen la estructura del Proyecto es el componente II del Proyecto - Fortalecimiento institucional e capacitación para el manejo integrado de los recursos hídricos, de las instituciones responsables por la gestión de los recursos hídricos; fortaleciendo su estructura institucional y técnica para el establecimiento de mecanismos de gestión más eficientes e integrados, y para brindar continuidad al proceso de concertación y desarrollo institucional entre los países de la Cuenca.

Incluido en dicho componente, se encuentra la actividad o sub-proyecto II.3., objeto de este estudio; esta actividad tiene el propósito de desarrollar y fundamentar un conjunto de ideas centrales como base conceptual para desarrollar los Términos de Referencia para la elaboración y la implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión – SAD en cada país de la cuenca amazónica (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela) y para la OTCA.

Está dirigido a quienes ocupan puestos de responsabilidad en la OTCA, y los que están destinados a ser usuarios de sistemas de información en cada uno de los países de la cuenca, en general a los servicios informáticos de las instituciones nacionales competentes y actores clave en la cuenca incluyéndose instituciones gubernamentales, universidades, centros de investigación, organizaciones privadas, organizaciones no-gubernamentales y de la sociedad civil, usuarios, etc.

Con la mira puesta en el desarrollo de tales objetivos, se inicia el primer capítulo, en el que se analiza el *Estado del Arte* de la actividad, en el que se presentará una descripción detallada de los antecedentes, problemática de los SAD y sistemas de información de recursos hídricos, además se plantea la metodología, naturaleza, objetivos, tareas y un planeamiento estratégico para la implementación y puesta en marcha del SAD, incluyendo alcances, posibilidades y limitaciones en los procesos de su elaboración.

Este capítulo también considera el importante rol de la infraestructura material y humana necesaria, incorporando requisitos mínimos en los requerimientos técnicos y humanos para la implementación del *SAD*.

Se realizará un breve análisis de otras iniciativas internacionales en el ámbito de los Sistemas de Apoyo a la Decisión, sistemas de información, sistemas de administración de datos y modelos, sobre el agua, asumiendo sus funcionalidades, incongruencias e incompatibilidades.

En el segundo capítulo, se analizará la situación actual de los países de la región amazónica, con respecto a la existencia en ellos de Sistemas de apoyo a la decisión y Sistemas de información hidrológica, constatando sinergias e incompatibilidades.

En el tercer y cuarto capítulo, se describirán las conclusiones y recomendaciones. En el quinto se presentarán los productos de esta consultoría: Los Términos de Referencia para el desarrollo e implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión, y una propuesta técnica para la ejecución de dicho sistema, (sugerida por el coordinador técnico del proyecto).

En los dos últimos capítulos se realizará una descripción de los Principales actores de los países miembros de la OTCA, y se detallan las referencias bibliográficas consultadas en el presente estudio.

En virtud de lo indicado, se presenta a la OTCA la propuesta para el desarrollo de los trabajos descritos.

1. ESTADO DEL ARTE

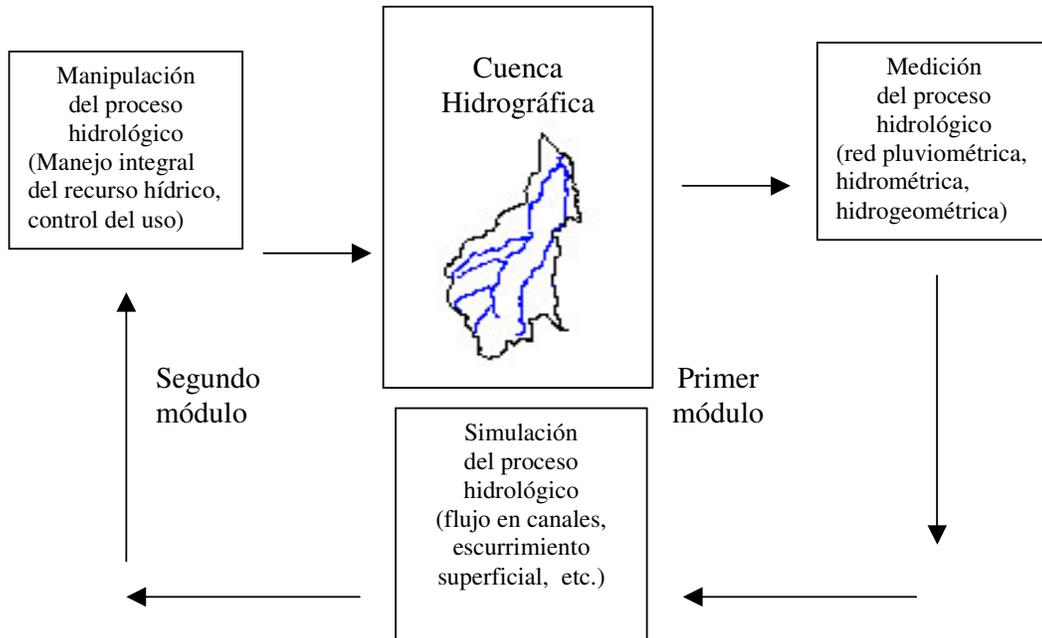
1.1. Antecedentes y problemática de los Sistemas de Apoyo a la Decisión en la región.

En el transcurso de los últimos años ha venido creciendo con una aceleración antes no advertida, el interés sobre el tema denominado en diferentes instituciones de investigación a nivel latinoamericano, “Manejo Integral de los Recursos Hídricos”, “La Gestión del Agua y las Cuencas”, “Manejo de Cuencas Hidrográficas”, “Ordenamiento Territorial” y otras similares, cuyo sentido principal es enfocar la atención del Estado en cada nación Suramericana hacia la Administración Eficiente de los Recursos Naturales Renovables (agua, vegetación, etc.) ubicados en la unidad territorial denominada, en común acuerdo, *Cuenca Hidrográfica*. (Ontiveros, 2000).

La Administración Eficiente de los Recursos Hídricos en términos ambientales exige de una disponibilidad económica, respaldo político, aceptación social y aplicación de tecnologías adecuadas.

El rol del factor económico viene a ser uno de los principales, ya que el uso óptimo del recurso hídrico debe adecuarse a nuestra capacidad económica, pues en el caso de los países desarrollados existen excelentes herramientas científicas, con la inconveniencia de exigir inversiones económicas muy superiores a la capacidad existente en nuestro continente; de allí, la importancia de generar tecnología aplicable a la región suramericana que tenga en cuenta sus particularidades y, en ello, el Proyecto GEF Amazonas – OTCA/PNUMA/OEA ha enfatizado su atención, ya que incluye el apoyo a las investigaciones concernientes a comprender la naturaleza de los procesos naturales propios del territorio Suramericano.

La Administración Eficiente de los Recursos Hídricos, plantea la existencia de dos módulos principales (**Esquema 1**): el monitoreo (el cual incluye la medición del proceso hidrológico y la simulación de su dinámica) y el manejo del aprovechamiento (mediante la simulación de la intervención antropogénica sobre el recurso hídrico). (Kovalenko, 1984).



Esquema 1. Administración Eficiente de los Recursos Naturales Renovables

La realidad actual nos demuestra que en cada país de la cuenca amazónica, afortunadamente la primera fase del módulo de monitoreo (con sus fases de medición y predicción), se viene cumpliendo, aunque desafortunadamente de manera ineficiente y sin reflejar los principios de optimización.

En la medida en que los países desarrollen esta primera fase de manera óptima y eficiente, los servicios hidrometeorológicos así como todas las instituciones relacionadas con la administración de los recursos hídricos, podrán desarrollar la segunda fase, correspondiente a la predicción de la dinámica del recurso hídrico, y por consecuencia abordar el segundo módulo, el cual tiende a facilitar y agilizar la toma de decisiones bajo los programas de gobierno, que en cada país son de diferente duración y naturaleza.

Con relación al segundo modulo, este debe ser abordado de acuerdo a las experiencias y lecciones aprendidas dentro de la problemática de la gestión de los recursos hídricos (GIRH), por que el Manejo del aprovechamiento del recurso hídrico, la toma de decisiones, Manipulación del proceso hidrológico, Manejo integral del recurso hídrico, control del uso, etc., se ve obstaculizada por procesos de gestión de recursos hídricos transfronterizos que carecen todavía de una visión del agua orientada hacia las interacciones del agua con los ecosistemas, basada en valores de cooperación entre los países de la región.

Las principales limitaciones son inadecuados convenios institucionales, ausencia de una Autoridad de Cuenca, insuficiencia financiera y descapitalización en recursos humanos.

De acuerdo a un análisis preliminar se deduce que, el problema más grande que enfrenta el Manejo integral de los recursos hídricos en la cuenca amazónica, es justamente la incongruencia entre los sistemas de información de los recursos hídricos existentes, la falta de información de la realidad institucional, la gobernabilidad del agua, políticas, legislación y la participación pública gobernabilidad.

Otro problema importante, es falta de un Sistema de apoyo a la Decisión que proporcione una imagen objetiva de la cuenca, para identificar numéricamente y en términos comparativos el grado de calidad de la información y la gestión de los recursos hídricos, considerando los factores que influyen en la demanda y disponibilidad del recurso agua; lo cual proporcionara a los tomadores de decisión una visión de base técnica de los elementos mínimos necesarios para gestionar adecuadamente los recursos hídricos.

También se concluye que los países de la región deben enfrentar muchos desafíos y limitaciones, como la capacidad económica para que soporte y garantice la sostenibilidad del proyecto, carencia de una metodología que permita abordar de manera integral el manejo del agua, ausencia de herramientas científicas, la información de los recursos hídricos esta muy dispersa heterogénea e incompleta, la incompatibilidad de métodos y sistemas de información, el deficiente intercambio de información y conocimientos entre países, la ausencia de autoridades de cuenca para asegurar una eficaz coordinación entre los ocho países y la coordinación técnica del proyecto, además de otras de menor relevancia.

Por lo tanto, para elaborar un Sistema de apoyo a la Decisión e cada país de la región y para el OTCA, primeramente debemos fortalecer los sistemas de información de recursos hídricos, incluyendo los de gestión.

En segundo lugar, después de consolidar estos sistemas, los países de la región, deben iniciar procesos orientados a la adopción de enfoques integrados para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) en las cuencas transfronterizas. Los principales desafíos de la GIRH transfronterizas son: adoptar enfoques integrados para la gestión de recursos hídricos transfronterizos, nuevas condiciones de gobernabilidad del agua y arreglos institucionales, para enfrentar los conflictos de agua, orientar esfuerzos hacia la gestión de cuencas transfronterizas que cubra un número mayor de países. (Crespo, 2004).

Por ultimo, sería aconsejable, el marcar como meta principal de la OTCA, para la siguiente etapa del proyecto, la elaboración de un Sistema de apoyo a la Decisión *SAD*, como una herramienta consecuente de apoyo, estableciendo una fuente de información sobre el potencial hídrico (oferta) y las características actuales de la gestión de agua y el uso de agua (demanda), así como el análisis de éstos, en el que se de a conocer a las instituciones que administran los recursos hídricos en cada país y su estructura, de forma que sirviera de instrumento de decisión para los Coordinadores del Proyecto y fuera un Sistema de Comunicación para los coordinadores nacionales de cada uno de los ocho países.

De manera que en base a esta fuente de información, la OTCA pueda elaborar proyectos de fortalecimiento, tanto de la estructura técnica e institucional, establecimiento mecanismos de gestión, más eficientes e integrados, capaces de englobar y sistematizar los sistemas de información y sistemas de gestión existentes en cada país.

1.2. Alcances, posibilidades y limitaciones de los Sistemas de Apoyo a la Decisión.

Una de las mayores limitantes en el proceso de formulación de proyectos de aprovechamiento de recursos hídricos en la región amazónica, radica fundamentalmente en dos aspectos, caracterizados por su fragilidad y heterogeneidad: los sistemas de información de recursos hídricos existentes y la estructura institucional para la gestión integrada de los recursos hídricos transfronterizos.

Si bien, en la mayoría de los países existen Sistemas de información de recursos hídricos incluidos el los denominados Sistemas de información Ambientales, podemos constatar que la información del agua esta muy dispersa, heterogénea e incompleta, encontrándose en instituciones muy diversas, lo cual dificulta intercambio de información y conocimientos entre países y la disponibilidad de productos sobre el estado del arte, gestión y protección ambiental de la cuenca amazónica, para satisfacer las necesidades de distintos niveles de usuarios.

Tomando en cuenta este aspecto, en todos lo ocho países miembros de la cuenca las instituciones responsables por la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del río Amazonas ejecutan sus actividades de gestión de los recursos hídricos de forma aislada y fragmentada, sin mucha consecuencia positiva para la región, esto debido a que el desarrollo de sus capacidades económicas y técnicas avanzaron de maneras muy indistinta, tanto en términos institucionales como legales, y como consecuencia de esto se origina un total desconocimiento sobre las capacidades locales para encarar una gestión integral de los recursos hídricos, así como la carencia de instrumentos adecuados para tal fin.

A su vez, y como consecuencia de esto, existe una desintegración tanto los sistemas de adquisición de datos hidrometeorológicos e hidroclimatológicos como de las redes de usuarios en los países de la Cuenca, como falta de coordinación interinstitucional e intercambio de información y la poca consistencia de datos hidrológicos, el desconocimiento de los usos actuales del agua y su proyección en términos de demanda hídrica.

Por lo mencionado anteriormente, el presente estudio pretende contribuir al manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos transfronterizos en la cuenca del río Amazonas, incluyendo áreas amazónicas de todos los países en la Cuenca (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Suriname y Venezuela), a través del desarrollo de un *Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD)* basado en la proyección de escenarios futuros de uso del agua.

El *SAD* permitirá identificar numéricamente y en términos comparativos el grado de calidad de la gestión de los recursos hídricos y proporcionar a los Tomadores de Decisión una visión de base técnica de los elementos necesarios para gestionar adecuadamente los recursos hídricos (Crespo, 2004).

En conclusión, el *SAD* se confirma y consolida como un instrumento valioso de apoyo, difusión y conocimiento de la información sobre los recursos hídricos , para un eficaz manejo sustentable e integral de los recursos hídricos, en los temas referentes al manejo de la oferta hídrica para aumentar la disponibilidad de agua en el tiempo y en el espacio, la gestión de la demanda para lograr la más alta eficiencia en la utilización del agua, las interacciones sectoriales con las actividades económicas, el equilibrio de la demanda de los diferentes

sectores, y la preservación de la integridad de los ecosistemas que dependen del agua y el control de los acuíferos de poca profundidad.

El beneficio principal será que a través del desarrollo del *SAD* y los sistemas de información y gestión, que forman parte de ésta, las autoridades y organizaciones relacionadas con la administración del agua serán capaces de tomar las decisiones más apropiadas para un uso sostenible y eficiente de los recursos hídricos regionales.

Este sistema debe constituirse en la herramienta fundamental del plan de Operaciones para ejecutar claramente el objetivo principal del PDF-B, que es la preparación de los términos de referencia y del documento del Proyecto full-sized, con el contenido propuesto para el Marco de Acciones Estratégicas; por que en definitiva este el *SAD* le proporcionará a la OTCA toda la información básica primaria acerca de los sistemas de información y gestión existentes en la cuenca, para estructurar los cinco componentes y sus actividades y orientar a la dirección y coordinación del Proyecto en cuanto a las actividades previstas, el cronograma de ejecución y el presupuesto detallado.

1.3. Base conceptual y enfoque

En teoría, los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, o para mayor sencillez, *Sistemas de Apoyo a la Decisión (SAD)*, son sistemas computadorizados, casi siempre interactivos, que están diseñados para asistir a un tomador de decisiones.

Los *SAD* (también conocidos como DSS, del inglés, *Decision Support Systems*) incorporan datos y modelos para ayudar a resolver un problema que no está totalmente estructurado. Los datos suelen provenir de los sistemas transaccionales o de una base de datos y/ o de alguna fuente o base de datos externa.

Un modelo puede ser desde un sencillo análisis de rentabilidad realizado con nuestra familiar planilla de cálculo, en el cual se calcula un probable resultado (beneficio o pérdida), hasta un modelo complejo de optimización de carga de máquinas de una línea de producción que requiere un complejo programa de base matemática. (Saroka, 2002).

1.3.1. Objetivos del SAD

Los objetivos principales del *SAD* son los siguientes:

- Apoyar (no reemplazar) el juicio humano, de tal modo que el potencial de los procesos del hombre y de la máquina sea utilizado al máximo.
- Crear herramientas de apoyo bajo el control de los usuarios, sin automatizar la totalidad del proceso decisorio predefiniendo objetivos o imponiendo soluciones.
- Ayudar a incorporar la creatividad y el juicio del tomador de decisiones en las fases de formulación del problema, selección de los datos, y generación y evaluación de alternativas.
- Apoyar a los ocupan puestos de responsabilidad en la solución de problemas prácticos no totalmente estructurados y en los que, hallándose presente algún grado de estructura, el juicio sea esencial.

Los objetivos operacionales estarán enmarcados en los siguientes aspectos.

- Evaluar el potencial hídrico.
- Evaluar el estado actual en la gestión del agua.
- Analizar los cambios en el uso del agua vinculados a cambios en la oferta y demanda.
- Promover la creación de una instancia local multisectorial de coordinación y planificación del aprovechamiento de los recursos hídricos

1.3.2. Componentes de un SAD

En este contexto se tomara en cuenta el diseño global de un Sistema de Apoyo a la Decisión constituida por los siguientes componentes básicos:

- Bases de datos sofisticadas con facilidad de acceso a datos internos y externos, información y conocimiento,
- Base de modelos, funciones de modelización accesibles mediante un sistema de manejo de los modelos,
- El generador de diálogo(o interfaz con el usuario), interfase de usuario de fácil manejo diseñada para permitir consultas interactivas, elaboración de informes y funciones gráficas.
- El Tomador de decisiones.

1.3.3. Características y capacidades del SAD

En general los *SAD* tienen las siguientes características:

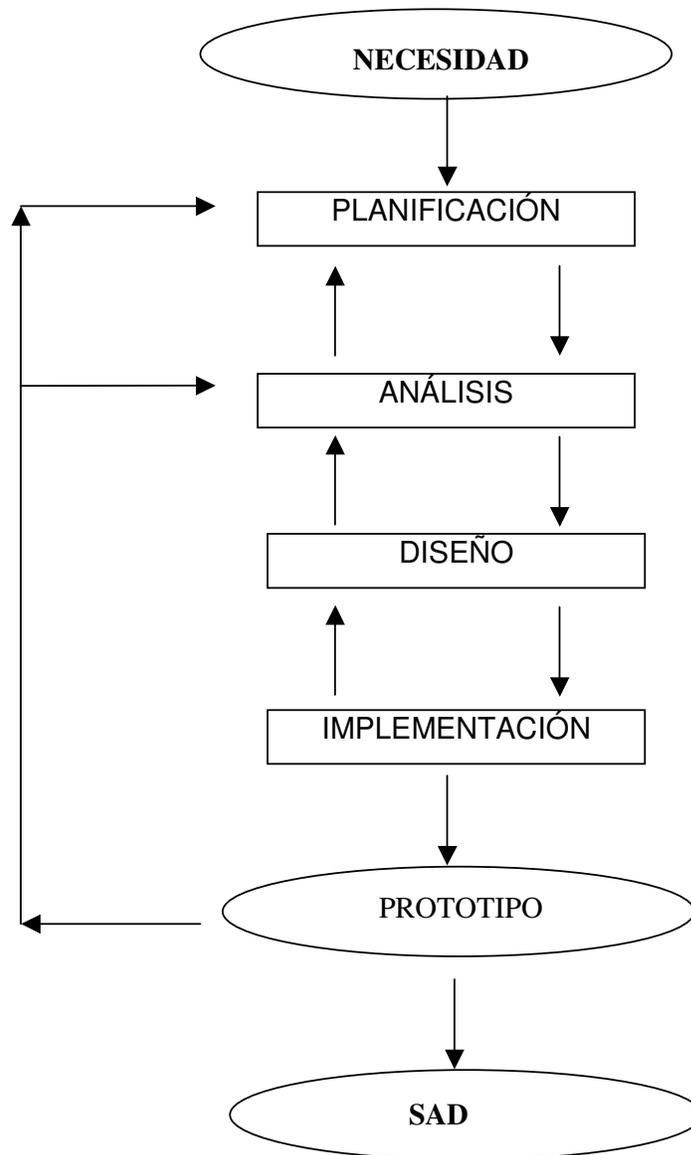
- Se enfocan en procesos de decisión y no en procesamiento de base de datos.
- Se implantan y modifican rápidamente.
- Suelen ser contruidos por los propios usuarios utilizando herramientas muy difundidas, como son las planillas electrónicas (Excel, Lotus).
- Aportan información útil para la toma de decisiones, pero ésta finalmente es responsabilidad del decididor o tomador de decisiones.

Las capacidades del *SAD* se describen a continuación:

- Proveer apoyo en situaciones semi-estructurales y no estructurales, incluye juicio humano e información computarizada,
- Apoyo para varios niveles administrativos,
- Apoyo para individuos y grupos,
- Apoyo a decisiones interdependientes y/o secuenciales,
- Apoyo a todas las fases del proceso de decisión,
- Apoyo a la variedad de procesos de la elaboración de decisión y estilos,
- Son adaptables,
- Tiene una interfase amigable de usuario,
- Su meta es mejora la eficiencia de la elaboración de una decisión,
- Los usuarios finales pueden operara sistemas simples,
- Utiliza modelos,
- Provee acceso a una variedad de fuentes de datos formatos y tipos de información para mejorar las decisiones.

1.3.4. Metodología para el desarrollo del SAD

El desarrollo completo del *SAD*, desde el reconocimiento de la necesidad que va a satisfacer hasta el funcionamiento computadorizado óptimo, atraviesa distintas etapas que conforman lo que se denomina el ciclo de vida de un sistema. Estas etapas estarán de acuerdo al enfoque metodológico en el que se analizaran las siguientes fases: Necesidad, Planificación, Análisis, Diseño, Implementación, prototipo y el Sistema en si. (**Esquema 3.**).



Esquema 3. Estructura para el desarrollo del Sistema de Apoyo a la Decisión.

a). Necesidad.

En esta fase se define la visión del sistema, se establecerá el alcance del proyecto y se tomará la decisión de comenzar con el mismo.

b). Planificación.

La planificación del *SAD* será abordado de acuerdo a las experiencias y lecciones aprendidas dentro de la problemática de la gestión integral de los recursos hídricos (GIRH), basada en los principios de la institucionalidad, la gobernabilidad del agua, el sistema de financiamiento, políticas, legislación y la participación pública.

c). Análisis.

El propósito fundamental de esta fase es, en primer lugar, analizar el sistema en busca una solución, definir la estructura preliminar del sistema, identificar los factores de riesgo del proyecto y por último, elaborar un plan detallado del mismo considerando atributos y posibilidades de eficiencia, costos de instalación, infraestructura material y humana necesaria.

d). Diseño del sad.

La fase del Diseño consiste en la elaboración del *SAD* y de los productos de apoyo necesarios, tales como los componentes básicos: El sistema de administración de bases de datos, el sistema de administración de modelos, el generador de diálogo(interfaz) y el tomador de decisiones. En esta fase también define la estructura del sistema y sus especificaciones técnicas.

e). Implementación.

Para la implementación se considerarán los siguientes aspectos: Motivaciones para la implementación, ventajas y desventajas, riesgos de la implementación, atributos y posibilidades de eficiencia, costos de instalación, infraestructura material y humana necesaria

f). Prototipo.

Esta es una fase de transición en la cual el *SAD* diseñado y consolidado se entrega a los usuarios. Esta fase incluye actividades de instalación, configuración, capacitación de los usuarios, pruebas y ajustes, correcciones, etc., y finaliza cuando los usuarios están satisfechos con el sistema, lo cual suele implicar una aceptación formal por parte de los mismos.

g). Presentación del SAD a las instituciones involucradas

Para la presentación del *SAD* se planificara un Taller Internacional con los Coordinadores Técnicos en cada uno de los países miembros de la cuenca, en acuerdo con la Coordinación del Proyecto y a los efectos de intercambiar opiniones acerca del borrador del documento final del *SAD*. Esta actividad estará condicionada a la recepción en tiempo y forma de los fondos correspondientes que posibiliten la realización de dicho taller.

1.3.5. Planeamiento estratégico para la Implementación y puesta en marcha del SAD.

La implementación y la puesta en marcha del SAD se realizarán mediante la identificación de las siguientes tareas principales

- La recolección de un conjunto de datos (metadatos) útiles para la identificación y selección de los procesos,
- Disponer de una visión detallada de la infraestructura hidrológica y para la gestión de los recursos hídricos en la Cuenca.
- El desarrollo de un modelo conceptual de gerencia de datos, planteado ya sea desde un sencillo análisis utilizando herramientas muy difundidas, como son las planillas electrónicas (Excel, Lotus), hasta un modelo matemático o estadístico complejo de análisis que requiere un complejo programa de base matemática, pero que finalmente requiera del juicio del tomador de decisiones.
- Definir modelos, dentro de esta área se ven temas como determinar los de sistemas eficientes de almacenamiento de información sobre el agua en una cuenca (Módulos de restitución, actualización y validación de datos) y los modelos con sus respectivos módulos (simulación de los procesos de precipitación-escorrentía y transporte, simulación de la gestión integral de cuencas incluyendo criterios cualitativos, y análisis económicos de la gestión, etc.).
- Establecer el generador de diálogo (interfaz con el usuario).

Implementar un SAD, requiere que se lleve a cabo un análisis que involucre tareas para establecer los mecanismos de implementación: Motivaciones para la implementación, ventajas y desventajas, riesgos de la implementación, atributos y posibilidades de eficiencia, costos de instalación, infraestructura material y humana necesaria.

a). Motivaciones para implementar el SAD.

Las verdaderas razones para implementar un *SAD* no son tecnológicas, sino esencialmente vinculadas con el objetivo del usuario en este caso la OTCA.

Las principales motivaciones que dieron origen al *SAD* son las siguientes:

- Fragmentación de la información,
- Intercomunicar diferentes sistemas entre sí,
- Redundancia en la recolección, procesamiento, almacenamiento y difusión de datos.

b). Ventajas y desventajas de los SAD

Entre las ventajas de los *SAD* podemos citar:

- Evitan el esfuerzo de desarrollo permitiendo reducir los tiempos.
- Estos sistemas se encuentran ya probados, lo cual brinda seguridad en cuanto a su funcionamiento.
- Los proveedores actualizan constantemente los sistemas, lo cual permite evitar esfuerzos de actualizaciones,
- Existe una red de soporte de proveedores y consultores, disponibles en caso de problemas o necesidades.
- Incorporan las mejores prácticas.

- En función de la experiencia, los costos finales se pueden calcular con mayor precisión que construyendo los sistemas a medida.
- Están integrados, pero a su vez están formados por módulos, lo cual permite ajustarse a las necesidades de cada usuario.
- Estos sistemas prevén que sea posible consolidar empresas del mismo grupo, aún cuando operen en diferentes idiomas o monedas.

Entre las desventajas de los *SAD*, podemos citar:

- Requieren una compleja tarea de personalización del software según las necesidades del usuario.
- Se genera una importante dependencia del proveedor.
- Exigen un alto esfuerzo y costo de implementación.
- Es necesario adaptar los procesos de la organización al paquete de software.
- No todos los módulos del producto son satisfactorios.
- Exigen una mayor demanda de recursos de computación.
- Implican una obsolescencia forzada del producto, es decir, los proveedores actualizan los sistemas constantemente, y van discontinuando versiones anteriores, lo cual obliga a los usuarios a comprar dichas actualizaciones.

c). Riesgos de la implementación del SAD

Es cierto que los *SAD* pueden generar grandes beneficios, pero los riesgos que implican son igualmente importantes. Los organismos deben cuidar que su entusiasmo con los beneficios no les haga perder de vista los peligros.

En la implementación de un *SAD*, no se debe minimizar la importancia de lograr que la información sea consistente y altamente confiable, así como la de alcanzar la consistencia entre las estructuras de codificación. Los aspectos relacionados con la calidad de los datos consumen un porcentaje importante del presupuesto de instalación.

Uno de los problemas tiene que ver con la enorme cantidad de desafíos técnicos que se requieren en la implementación de dichos sistemas. Son piezas de software muy complejas, y su instalación requiere grandes inversiones de dinero, tiempo y habilidades.

Los desafíos técnicos, si bien son de gran importancia, no son la principal dificultad. Los problemas más grandes son problemas de los objetivos. Las organizaciones fallan en reconciliar los imperativos tecnológicos del *SAD* con sus necesidades.

La experiencia señala una cantidad significativa de inconvenientes y de fracasos parciales o totales en la incorporación de estos sistemas. Las razones más comúnmente conocidas como causantes de estas situaciones, están originadas en una mala evaluación y selección del producto, en fallas en la gestión del proyecto, en el pésimo manejo del proceso de cambio que necesariamente estos sistemas generan y en la subestimación del esfuerzo de implementación.

d). Atributos y posibilidades de un SAD eficiente

Se debe tomar en cuenta que para que un *SAD* tenga mayores posibilidades de uso eficiente, es deseable que presente características que deben ser especialmente diseñados para las necesidades específicas de cada decididor.

Un *SAD* puede mejorar la eficiencia, aumentar la flexibilidad y contener costos. Sin embargo, el éxito de los sistemas depende de varios factores: justificación y retorno de la inversión, diseño de programas e implementación, enfoque hacia la reingeniería, organización y gestión de proyectos, gestión del cambio, capacitación y soporte continuo.

El *SAD* deberá estar basado en patrones obtenidos de las mejores prácticas de los organismos e instituciones encargados de la administración de los recursos hídricos. Estos patrones estarán diseñados para maximizar la eficiencia y minimizar la personalización, y deberán estar basados en los procesos y aplicaciones que han demostrado ser los más eficientes.

El *SAD* debe tener un planteamiento dirigido a medir en forma cuantitativa el grado en el que las condiciones de la administración de los recursos hídricos están presentes e instaladas en un determinado contexto nacional y regional.

Es fundamental que el *SAD* eficiente este destinado a respaldar el manejo integrado y sustentable de los recursos hídricos transfronterizos, considerando la variabilidad climática y el cambio climático, además de fortalecer la estructura técnica e institucional de las instituciones para el establecimiento de mecanismos de gestión más eficientes e integrados, para brindar continuidad al proceso de concertación y desarrollo institucional entre los países de la Cuenca.

e). Costos de instalación del SAD.

El *SAD* diseñado permitirá hacer significativos ahorros a la organización operadora. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos sistemas cuestan mucho dinero, debido a que son sistemas complejos y notoriamente difíciles de implementar.

La implementación de un *SAD* es más costosa que el producto propiamente dicho. Los costos de implementación incluyen una variedad de factores, tales como la escasez de personal con experiencia en el tema, el costo de encarar un proyecto enfocado hacia la reingeniería (tradicionalmente adoptado por las organizaciones implementadoras) y la necesidad de las organizaciones de incrementar la infraestructura tecnológica para satisfacer la demanda de estos sistemas. (Saroka, 2002).

En los proyectos, generalmente se contratan consultores con experiencia en implementaciones *SAD* para ayudar con la instalación del mismo. Los costos totales de la incorporación de un *SAD* suele ser varias veces el valor de las licencias del software, pues se deben agregar, entre otros, los costos generados por consultorías y los correspondientes a la infraestructura tecnológica adicional, la capacitación, el proceso de gestión del cambio y el tiempo de los recursos humanos propios de la organización. Se calcula que el costo final incrementa entre 3 y 5 veces el valor de las licencias, en algunos casos, de un aumento mucho mayor.

Mientras algunas organizaciones encuentran que el *SAD* los ayuda a tomar mejores decisiones, otras descubren demasiado tarde que la compra e implementación fue realizada con poco juicio. Por ello, es imprescindible hacer un análisis detallado de los procesos de negocio e identificar los requerimientos para encontrar la solución adecuada. De lo contrario, se pueden gastar mucho dinero en un sistema que no considera los procesos de decisión críticos.

1.4. Infraestructura material y humana necesaria

Es importante destacar que la infraestructura material del *SAD* dependerá de la estructuración de los componentes del *SAD*, es decir de la base de datos, la base de los modelos, el generador de interfaz y el tomador de decisiones o decididor, además de la cantidad de desafíos técnicos que se requieren en la implementación de dichos sistemas.

Mencionando nuevamente los conceptos básicos, y de acuerdo a los componentes de los *SAD*, la infraestructura estará compuesta en primer lugar por el hardware del *SAD* que estará compuesto mínimamente por: Una estación de trabajo, computadora personal, sistemas de servidor de red (Online analytical processing (OLP), Internet, intranet, Web para apoyo a las decisiones).

En segundo lugar, el software (Base de datos, Modelos), estará definido de acuerdo a las especificaciones del *SAD*. En este contexto existen *SAD*, que constituyen piezas de software muy complejas, y su instalación requiere grandes inversiones de dinero, tiempo y habilidades. Por otro lado, un *SAD* también puede ser planteado desde un sencillo análisis realizado con nuestra familiar planilla de cálculo (Excel). Lo común de ambos tipos de *SAD*, es que de todas maneras, al final requiere del juicio del administrador.

Las especificaciones técnicas del *SAD* evolucionaran simultáneamente con los avances en hardware y software de la computadora.

La infraestructura humana necesaria para la implementación depende también de la infraestructura material. Las funciones del personal que se encargara de la administración del *SAD*, ponen en relieve tres circunstancias importantes: En primer lugar, es evidente que el administrador del *SAD* de cada país y de la OTCA, debe tener una clara comprensión de la situación en que se encuentran los recursos hídricos en la cuenca amazónica, relativas a la Administración Eficiente de los Recursos hídricos, gestión, sistemas de información de recursos hídricos y Sistemas de Apoyo a la Decisión; además debe contar con un enfoque administrativo global de la información hidrometeorológica y de gestión.

En segundo lugar, el debe poseer un buen conocimiento del manejo sustentable e integral de los recursos hídricos, de su administración, organización y una visión estratégica de la contribución que la información puede brindar para su éxito.

Por último, debe contar con herramientas científicas para solucionar aspectos operativos, como la carencia de una metodología y herramientas científicas que permita abordar de manera integral el manejo del agua en la cuenca, la ausencia de aplicaciones ingenieriles que ofrezcan soluciones a los problemas de la administración del agua, tales como el monitoreo del recurso hídrico y el control de su aprovechamiento por parte de los diversos usuarios reales y potenciales, etc.

1.5. Breve análisis de experiencias internacionales con SAD

En este contexto se analizaron varios Sistemas de Apoyo a la Decisión, con diferentes utilidades, por existir una gran cantidad de estos, se describieron solo algunos de amplia difusión. Como por ejemplo: RiverWare™ DSS, AQUATOOL, SAGA, MODSIM DSS, MULINO DSS, WaterWare, RIBASIM, WEAP21 DSS, RAISON, ARIANE, REGISPRO, etc.

Producto de este análisis, se concluye que todos estos sistemas tienen objetivos similares y que todos coinciden en los siguientes aspectos:

- Que la utilización racional del agua exige una gestión eficiente, integrada y sostenible del recurso.
- Están basados en la planificación y la gestión de los recursos hídricos desde una perspectiva innovativa para buscar el equilibrio entre: beneficios sociales y económicos; la escasez actual y futura de los recursos; los relativos costes medioambientales.
- Son sistemas basados en los principios de la institucionalidad, la gobernabilidad del agua, el sistema de financiamiento, políticas, legislación y la participación pública, para garantizar la sustentabilidad, preservación y conservación de los ecosistemas, principalmente la gerencia integrada de los recursos hídricos transfronterizos.
- Todos contienen en su diseño los componentes básicos de todo *SAD* eficiente: El sistema de administración de bases de datos, el sistema de administración de modelos, el generador de diálogo(o interfaz con el usuario) y el tomador de decisiones.
- Son herramientas tecnológicamente avanzadas para el análisis de los sistemas de información hidrológica, gestión de cuencas centrándose en aspectos de calidad, ecología y economía del recurso.
- Son sistemas operativos y eficaces, formados por modelos interpretativos basados en el balance ecológico, promoviendo la evaluación del potencial hídrico, del estado actual en la gestión del agua, el uso del agua vinculados a cambios en la oferta y demanda y la creación de una instancia local multisectorial de coordinación y planificación del aprovechamiento de los recursos hídricos.
- Analizan la situación actual de oferta y demanda de los recursos hídricos y su aprovechamiento múltiple considerando los aspectos hidrológicos, ambientales, institucionales, sociales y económicos para identificar numéricamente y en términos comparativos el grado de calidad de la información y la gestión de los recursos hídricos,
- un sistema operativo formado por un conjunto de procedimientos, reglas y relaciones entre administraciones y representantes de diferentes intereses como, por ejemplo, los usuarios, las comunidades, los investigadores y las instituciones académicas. La institucionalización del sistema contribuye a garantizar su uso efectivo.
- Destacan el manejo integral de los recursos hídricos y el papel que en el mismo deben jugar los recursos hídricos en el marco general de los recursos naturales,
- La combinación de dos sistemas, de un Sistema de información de recursos hídricos eficiente y óptimo y un sistema de Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca,
- Proporcionan a los Tomadores de Decisión una visión de base técnica de los elementos mínimos necesarios para gestionar adecuadamente los recursos hídricos.

Dicho de otro modo, estos sistemas están concebidos para crear herramientas:

- De soporte del Sistema de información hidrológica y meteorológica,
- De ayuda para la planificación y gestión integrada de los recursos hídricos,
- De planificación (a largo plazo),
- Para la toma de decisiones para aquellos que tienen responsabilidades en sector hídrico,

- Para tener una visión comparativa del el estado de la gobernabilidad del agua en los diferentes países,
- Para acceder a la información sobre el agua existente en los países,
- Un recordatorio de las responsabilidades no cumplidas.

1.6. Modelos de gerencia de datos usados para la implementación del SAD

En la última década, el trabajo de científicos y expertos relacionado con la aplicación de herramientas informáticas destinadas a resolver distintos problemas del área de la hidrología y de la gestión de los sistemas hídricos se ha incrementado, prueba de ello son los numerosos sistemas de computación desarrollados para ayudar a los hidrólogos en el diseño, planificación y explotación de un sistema hídrico.

Los *SAD* proveen información tanto a los operadores de sistemas como a los usuarios, por medio de sus subsistemas principales antes mencionados: El subsistema de administración de datos (base de datos) y el subsistema de administración de modelos. A continuación se presenta el análisis y la descripción de estos sistemas.

1.6.1. Sub-sistema de administración de datos

Este subsistema se refiere a un archivo especializado en forma de “base de datos” planteada generalmente como una data warehouse, donde la información debe estar cuidadosamente documentada y fácil de acceder, la complejidad dificultará solo el acceso de los usuarios.

Existen una infinidad de estos sistemas de manejo de bases de datos, tanto para datos climáticos como hidrológicos, o mixtos, también los hay combinados con parámetros relacionados con la agricultura, pronósticos, gestión de los recursos hídricos, políticas, etc.

Se analizaron algunos sistemas de bases de datos, recomendadas por organismos relacionados con al administración de los recursos hídricos y algunos productos desarrollados en algunos servicios hidrometeorológicos.

La OMM a través de su programa HOMS (Sistema de Hidrología Operativa) recomienda una serie de programas informáticos, de los cuales los más relevantes son: HYDATA, DAWACO, HYSDIS, TIDEDA, HYQUAL, CLICOM, HYDRACCESS, GOFUVI, SISMET, ORACLE, etc.

Todos estos sistemas de manejo de bases de datos obedecen principalmente a las necesidades y capacidad económica de los usuarios que las implementan, las descripciones antes mencionadas denotan un amplio espectro de definiciones y métodos relacionados con el tema del manejo integral de recursos hídricos y la gestión estratégica de sistemas hídricos, cuyas aplicaciones y componentes estructurales básicas (Entrada de datos, almacenamiento, procesamiento, control de calidad, importación de datos digitales, extracción de datos y difusión o presentación.), pueden ser útiles en la implementación eficaz de un *SAD*.

Es necesario destacar que algunos países de la cuenca tienen una escasa capacidad para adquirir equipos de nueva tecnología, como es el uso del software Oracle, el cual presenta excelente características y cumple con la necesidad de los Servicios Meteorológicos pero es muy cara su manutención, entrenamiento y el costo de sus licencias.

Por otro lado también existen algunos gratuitos como por ejemplo, el HYDRACCSESS, elaborados por el IRD, que puede ser obtenido por internet, además existen bases de datos elaborados por algunos servicios, como el SENAMHI – Bolivia que elaboro una base de datos denominado SISMET y SISHIDROMET (en revisión). De esta manera se concluye, que no existe ningún problema con relación a la adquisición de esta clase de sistemas, considerando las opciones mencionadas.

1.6.2. Sub-sistema de administración de modelos.

El análisis de este sub-sistema, se enfoca con mayor atención en el modelado de manejo de recursos hídricos, que pueden ser utilizados para investigar asuntos de oferta y demanda de agua sobre la planificación a futuro, coherente con las proyecciones del cambio climático.

Existen una infinidad de modelos relacionados con el manejo integral de agua que han sido enfocados en la comprensión de cómo fluye el agua a través de las cuencas en respuesta a los eventos hidrológicos (por ejemplo, simulaciones hidrológicas y/o hidráulicas) o de cómo distribuir el agua que queda disponible en respuesta a tales eventos (por ejemplo, simulaciones sobre manejo de recursos hídricos).

La lista de estos modelos es demasiado larga para ser mencionada en detalle, es por eso que solo se analizaron algunos que actualmente están operativos, unos relacionados con en el campo de la gestión de sistemas hídricos, (SWAT, MIKE SHE, HEC (HSM), HYMOS, HIDRO-GEST, ECOGES, MevalGes, ActVal, ILWIS, IRAS, etc.); otros sobre el uso del agua en la agricultura, como los recomendados por la FAO (AQUASTAT, CROPWAT, CLIMWAT, GTOS, KIMS, METART, SICIAV, SMIA, etc.); y lo denominados modelos hidrodinámicos, (DELFT3D de Delft, MIKE21 y el MIKE3, HEC-RAS, PATRICAL, GESCAL, MAGIC, Visual Modflow v.3.0, SIMED, etc.) muy importantes por su aplicación.

Haciendo un breve análisis de todos estos modelos computacionales, se concluye que todos estos sistemas tienen objetivos similares, y que todos coinciden en el planteamiento relacionado al sistema biofísico de los factores que delinear la demanda de agua, la disponibilidad de agua y su movimiento a lo largo de las cuencas, así como los factores relacionados al sistema de manejo socioeconómico que delinear la manera en que el agua disponible es almacenada, asignada, regulada y entregada dentro o entre fronteras de cuencas.

Este tipo de herramientas de modelado hidrológico simulan los procesos físicos, incluyendo precipitación, evapotranspiración, escurrimiento superficial, infiltración y flujo de agua subterránea. En sistemas manejados, también se justifica la operación de estructuras hidráulicas tales como diques y desvíos así como los factores institucionales que gobiernan la asignación del agua entre demandas competitivas, incluyendo la demanda de consumo para el abastecimiento de agua agrícola y urbana, y la demanda de no-consumo para la generación de energía hidráulica o la protección de ecosistemas.

En resumen, las tareas y propósitos de los modelos de esta clase están delineadas en general por los siguientes aspectos:

- Son herramientas de ayuda para la planificación y gestión de cuencas hidrográficas,
- Son herramientas de soporte de información hidrológica,

- Efectúan una planificación (a largo plazo): Evaluación de recursos hídricos, evaluación de rendimiento de nuevas infraestructuras (presas, canales, etc.), análisis de diferentes alternativas de actuación (nuevos usos del agua), valoración económica de la gestión (análisis económico de la gestión, valoración del coste del recurso), evaluación ecológica y de calidad del agua a nivel de cuenca (efecto de diferentes alternativas de gestión sobre la calidad), y diseño de reglas de operación de embalses, acuíferos, demandas, canales, etc.
- Realizan una Gestión relacionada con la evaluación del riesgo asociado a la gestión (simulación de la gestión integral de cuencas incluyendo criterios cualitativos),

2. SISTEMAS DE APOYO A LA DECISIÓN EXISTENTES EN LA CUENCA.

El análisis concerniente a este capítulo, se basó en dos aspectos inherentes a los objetivos de la consultoría: los *SAD* propiamente dichos, y los sistemas de información de recursos hídricos existentes en los ocho países, los cuales forman parte intrínseca e importante de los primeros.

De acuerdo a las fuentes consultadas, como resultado de este análisis parcial, se observa que en todos los países de la cuenca Amazónica, existen servicios hidrológicos y meteorológicos que administran la información hidrometeorológica de manera responsable a pesar de sus limitaciones.

También se verificó que los sistemas de información, en cada país, por un lado, que han mejorado notablemente la cantidad y calidad de la información en los diferentes servicios hidrometeorológicos y que en la mayoría de los países existen proyectos de implementación de sistemas de información y gestión de recursos hídricos ya definidos y en algunos casos, en actual funcionamiento

Con respecto a los Sistemas de Apoyo a la Decisión, como tal, no se idéntico en ninguno de los países integrantes de la cuenca amazónica, aunque en la mayoría de estos se constató que existen proyectos muy maduros de diseño e implementación a corto y largo plazo de esta clase de sistemas, incluidos en los denominados sistemas ambientales.

La situación actual nos demuestra que a pesar de que en la mayoría de los países existen sistemas de información de recursos hídricos incluidos en los denominados Sistemas de Información Ambientales, podemos constatar que la información del agua está muy dispersa, es heterogénea e incompleta, encontrándose en instituciones muy diversas, lo cual dificulta el intercambio de información y conocimientos entre países y la disponibilidad de productos sobre el estado del arte, gestión y protección ambiental de la cuenca amazónica, para satisfacer las necesidades de distintos niveles de usuarios.

El establecimiento del *SAD* en la región debe enfrentar muchos desafíos y limitaciones, antes mencionadas, como la capacidad económica para soportar y garantizar la sostenibilidad del *SAD*, desigual desarrollo en términos institucionales y legales, carencia de una metodología que permita abordar de manera integral el manejo del agua, ausencia de herramientas científicas, la incompatibilidad de métodos y sistemas de información, el deficiente intercambio de información, la ausencia de autoridades de cuenca para asegurar una eficaz coordinación entre los ocho países y la coordinación técnica del proyecto, además de otras de menor relevancia.

Por lo mencionado anteriormente, concluimos que existen serias deficiencias y limitaciones para implementación del *SAD* en la región, mas aun en cada país, por argumentos antes mencionados. Por lo tanto se debe tener mucho cuidado en la compra o diseño de dicho sistema.

En este contexto, sería aconsejable, el marcarnos como meta principal para el OTCA para la siguiente etapa del proyecto, diseñar un *SAD*, como una herramienta consecuente de apoyo, estableciendo una fuente de información sobre el potencial hídrico (oferta) y las características actuales de la gestión de agua y el uso de agua (demanda), así como el análisis de éstos, en el que se de a conocer a las instituciones que administran los recursos hídricos en cada país y su estructura, de forma que sirviera de instrumento de decisión para los Coordinadores del Proyecto y fuera un Sistema de Comunicación para los coordinadores nacionales de cada uno de los ocho países.

Basándose en esta fuente de información, la OTCA pueda elaborar proyectos estandarizados de fortalecimiento, tanto de la estructura técnica e institucional, establecimiento mecanismos de gestión más eficiente e integrada, capaz de englobar y sistematizar los sistemas de información y sistemas de gestión existentes en cada país.

3. CONCLUSIONES

Una vez expuesto el estado del arte de la consultaría, con todos sus pormenores, detallados en los diferentes capítulos, y como producto de ello haber conocido la situación en que se encuentran los distintos países de la cuenca amazónica, con respecto del Sistema de Apoyo a la Decisión y los sistemas de información de recursos hídricos, se llego a las siguientes conclusiones:

- Se ha expuesto detenidamente el contenido y alcance de la actividad II.3. Contatando su importancia y relevancia de los objetivos generales del El Proyecto GEF Amazonas OTCA/PNUMA/OEA.
- Se han dado a conocer, las resultados de este estudio, en ellas se asume la importancia de consolidar el *SAD*, que tendrá entre sus objetivos ser instrumento de apoyo de todas las iniciativas y actividades relacionadas con el Manejo integral y sustentable de los recursos hídricos de la cuenca amazónica.
- Se expusieron los antecedentes, problemática, alcances, posibilidades y limitaciones de los *SAD*. Tomando en cuenta, la base conceptual, enfoque planeamiento estratégico para la implementación y puesta en marcha del *SAD*, Infraestructura material y humana necesaria, base conceptual y enfoque, planeamiento estratégico, infraestructura material y humana necesaria para la implementación y puesta en marcha del *SAD*.
- En este estudio se evaluó la ejecución, diseño e implementación del *SAD*, constatando el cumplimiento de los objetivos previstos y desde un punto de vista regional.
- Se expusieron otras iniciativas regionales en el ámbito de los *SAD*, sistemas de información, sistemas de administración de datos y modelos, sobre el agua, asumiendo su funcionalidad incongruencias e incompatibilidades.
- Se ha revisado parcialmente la situación actual de los países con respecto a la existencia en ellos de *SAD* y Sistemas de información hidrológica, constatando que por un lado no existen *SAD* como tal, en ninguno de los países en cuestión, por otro lado se denota que los sistemas de Información de recursos hídricos están ya consolidados y que han mejorado notablemente en la cantidad y calidad de la

información y que además existen proyectos muy maduros y de implementación a corto plazo de *SAD* y sistemas de información de recursos hídricos en la mayoría de los países que todavía no disponen de ellos.

- Se identificaron los problemas mas relevantes que enfrenta el Manejo integral de los recursos hídricos en la cuenca amazónica, con relación a la existencia y futura implementación de un *SAD*; como la incongruencia entre los sistemas de información de los recursos hídricos existentes, la falta de información de la realidad institucional, la gobernabilidad del agua, políticas, legislación y la participación pública; la poca capacidad económica para soportar y garantizar la sostenibilidad del *SAD*; La ejecución de actividades de gestión de los recursos hídricos de forma aislada y fragmentada; la carencia de una metodología que permita abordar de manera integral el manejo del agua y ausencia de herramientas científicas; la información de los recursos hídricos esta muy dispersa heterogénea e incompleta; la incompatibilidad de métodos y sistemas de información; el deficiente intercambio de información y conocimientos entre países; la ausencia de autoridades de cuenca para asegurar una eficaz coordinación entre los ocho países y la coordinación técnica del proyecto, además de muchas otras de menor relevancia.
- En conclusión, el *SAD* se confirma y consolida como un instrumento valioso de apoyo, difusión y conocimiento de la información sobre los recursos hídricos , para un eficaz manejo sustentable e integral de los recursos hídricos, en los temas referentes al manejo de la oferta hídrica para aumentar la disponibilidad de agua en el tiempo y en el espacio, la gestión de la demanda para lograr la más alta eficiencia en la utilización del agua, las interacciones sectoriales con las actividades económicas, el equilibrio de la demanda de los diferentes sectores, y la preservación de la integridad de los ecosistemas que dependen del agua y el control de los acuíferos de poca profundidad.
- Como una contribución al presente estudio, se presentan dos productos como resultado del análisis realizado en los diferentes capítulos: Los Términos de Referencia para el desarrollo e implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión, y una propuesta técnica para la ejecución de dicho sistema, que fue sugerida por el coordinador del proyecto, cuyas descripciones están detalladas en los anexos de este documento.

4. RECOMENDACIONES.

Las recomendaciones que surgieron de este estudio están basadas fundamentalmente en las conclusiones que de esta se derivan y en los resultados obtenidos en los diferentes capítulos. Las más destacadas se presentan a continuación:

- Se recomienda, el marcar como meta principal de la OTCA, para la siguiente etapa del proyecto, la inmediata elaboración e implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión – *SAD*, bajo el cumplimiento de los objetivos previstos en los términos de referencia, por constituirse la herramienta básica para la consecución del proyecto.
- Se recomienda que, los ocho países integrantes de la cuenca, desarrollen, en las medidas de sus posibilidades acciones de fortalecimiento e integración de los sistemas de adquisición de datos hidro-meteorológicos y hidro-climatológicos así como las redes de usuarios en los países de la Cuenca.
- Se recomienda que es importante formalizar política e institucionalmente a las Autoridades de Cuenca y los puntos focales nacionales, mediante la solicitud oficial para el efecto, por parte de la OTCA a través de la Director de la Oficina de Desarrollo Sustentable de la Secretaría-General de la Organización de los Estados Americanos (DDS-SG/OEA), bajo la orientación técnica y administrativa del Coordinador de la

Unidad Nacional de Preparación del Proyecto en conjunto con El Coordinador Técnico y el Coordinador Internacional del Proyecto GEF Amazonía.

- La formalización es necesaria para que se implique a una institución y a un coordinador o responsable en la ejecución, diseño e implementación del *SAD* y en la financiación de la correspondiente Autoridad de Cuenca y los puntos focales nacionales
- Es importante que cada país decida donde ubicar a la Autoridades de cuenca y el Punto focal nacional, ya que es el que va a realizar la recogida de datos y su puesta en marcha del *SAD*.
- Se debe considerar la utilidad y valor añadido que aportaría a este sistema la incorporación de datos estrictamente técnicos relacionados con la gestión y calidad de los recursos hídricos. Incorporar estos datos al *SAD* implica avanzar, con carácter previo, en una cierta homogeneización de los parámetros e indicadores utilizados en los distintos países que cuentan ya con un sistema de información formalmente establecido.
- Cada país debe comprometerse a comenzar con la recopilación de la información existente y usada en cada país, para ser analizados y seleccionar aquellos que sean susceptibles, antes de ser incorporados al *SAD* proyectado.
- Se recomienda que el *SAD*, debe ser planteado como un conjunto de sistemas de Información de recursos hídricos (redes hidrometeorológicas, cartografía, uso y demanda de recursos hídricos, servicios básicos, aguas superficiales y subterráneas) y de sistemas de Gestión (existencia de normativas, capacidad de planificación y modelo de gestión) cuya existencia, o ausencia, determinaran el grado en que el recurso hídrico puede ser administrado con mayor o menor eficacia.
- Los dos sistemas mencionados, deben ser sujetos a un análisis y medición determinado. Es a partir de la medición de elementos de cuantificación o indicadores, que se propone lograr una correcta administrar los recursos hídricos, proveer servicios eficientemente y formular e implementar políticas y regulaciones efectivas.
- El *SAD*, debe constituirse en una herramienta consecuente de apoyo, estableciéndose como una fuente de información sobre el potencial hídrico (oferta) y las características actuales de la gestión de agua y el uso de agua (demanda), así como el análisis de éstos, en el que se de a conocer a las instituciones que administran los recursos hídricos en cada país y su estructura, de forma que sirviera de instrumento de decisión para los Coordinadores del Proyecto y fuera un Sistema de Comunicación para los coordinadores nacionales de cada uno de los ocho países. Basándose en esta información, la OTCA pueda elaborar proyectos de fortalecimiento, tanto de la estructura técnica e institucional, establecimiento mecanismos de gestión, más eficientes e integrados, capaces de englobar y sistematizar los sistemas de información y de gestión existentes en cada país.
- El *SAD* debe constituirse en la herramienta fundamental del plan de Operaciones para ejecutar claramente el objetivo principal del PDF-B, que es la preparación de los términos de referencia y del documento del Proyecto full-sized,; por que este sistema le proporcionará al proyecto, un buen conocimiento del manejo sustentable e integral de los recursos hídricos, de su administración, organización y una visión estratégica de la contribución que la información puede brindar para su éxito.
- De acuerdo al análisis de todas las iniciativas internacionales en el ámbito de los Sistemas de Apoyo a la Decisión, sistemas de información, sistemas de administración de datos y modelos; es muy importante que se haga una buena elección de estos sistemas, asumiendo su funcionalidad incongruencias e incompatibilidades y costos de las mismas.

- Como conclusión a estas recomendaciones se exhorta la elaboración y la implementación del *SAD* en base a la propuesta metodológica del Sistema de Gobernabilidad del Agua (SAGA) desarrollado por el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) para la cuenca del Plata. El planteamiento metodológico de este sistema, se adecua muy bien a nuestra disponibilidad económica, respaldo político, aceptación social y aplicación de tecnologías adecuadas a la región suramericana. En comparación a otras herramientas metodológicas utilizadas por los países desarrollados que exigen inversiones económicas muy superiores a la capacidad existente en nuestros países, el SAGA representa un sistema versátil y de bajo costo.
- Una vez elaborado el *SAD*, de acuerdo a los trabajos específicos que se propongan, se debe llevar a efecto la actualización y capacitación de los funcionarios responsables del manejo y control del *SAD*, a través de cursos, seminarios, etc. La capacitación deberá ofrecer a los participantes, un conocimiento general acerca de la estructura del *SAD*, sus tareas específicas, trabajo operacional, mantenimiento, etc. Esta actividad estará condicionada por la coordinación del Proyecto, el cual definirá la fecha de realización y los fondos correspondientes que posibiliten la realización de dicho taller.

5. PRODUCTOS ADICIONALES

A sugerencia del coordinador técnico del proyecto, como una contribución al presente estudio, en los anexos se presentan dos productos como resultado del análisis realizado en los diferentes capítulos, por un lado, Los Términos de Referencia para el desarrollo e implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión (**Anexo 1.**), y por el otro, una propuesta técnica para la ejecución de dicho sistema (**Anexo 2.**).

6. PRINCIPALES ACTORES

Miguel Ontiveros Mollinedo

Consultor

Calle Junin N° 851 Edif. Minerva Dpto. 6B-1

Tel.: (591) 4 - 4524217

Fax.: (591) 4 – 4240243

E-mail: dr.ontiveros@gmail.com

Carlos Diaz Escobar

Coordinador del Subproyecto a nivel Nacional

Calle Reyes Ortiz N° 41

Tel.: (591) 2 - 2355824

Fax.: (591) 2– 2392413

E-mail: cdiaz@senamhi.gov.bo

Norbert Fenzl

Coordinador del proyecto

Proyecto GEF Amazonas OTCA / PNUMA / OEA

SHIS QI 5 – Conjunto 16, Casa 21 – Lago Sul

71615-160 Brasília, DF Brasil

Tel.: (5561) 3248.4233

Fax : (5561) 3248.4238

E-mail: norbert@ufpa.br

TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APOYO A LA DECISIÓN – SAD EN CADA PAÍS Y PARA EL OTCA

SUMARIO

INTRODUCCIÓN	1
1. ESTADO DEL ARTE	2
1.1. ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA DE LOS SAD	2
1.2. ALCANCES, POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DE LOS SAD.	7
1.3. BASE CONCEPTUAL Y ENFOQUE	8
1.3.1. Objetivos del SAD.	9
1.3.2. Componentes de un SAD	9
1.3.3. Características y capacidades del SAD.	10
1.3.4. Metodología para el desarrollo del SAD.	10
1.3.5. Planeamiento estratégico para la Implementación del SAD.	13
1.4. INFRAESTRUCTURA MATERIAL Y HUMANA NECESARIA	16
1.5. BREVE ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS INTERNACIONALES CON SAD	17
1.6. MODELOS DE GERENCIA DE DATOS USADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SAD	20
1.6.1. Sub-sistema de administración de datos.	21
1.6.2. Sub-sistema de administración de modelos.	23
2. SISTEMAS DE APOYO A LA DECISIÓN EXISTENTES EN LA CUENCA.	27
3. CONCLUSIONES	30
4. RECOMENDACIONES.	33
5. PRODUCTOS ADICIONALES	35
6. PRINCIPALES ACTORES	35
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	36

ANEXOS

1. Términos de Referencia para la consultaría: “Elaboración y la implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) en cada país y para la OTCA”.
2. Propuesta Técnica: “Elaboración y la implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) en la cuenca del río Amazonas”.

LISTA DE ESQUEMAS

1. Administración Eficiente de los Recursos Naturales Renovables	4
2. Gestión pública del recurso hídrico	7
3. Estructura para el desarrollo del Sistema de Apoyo a la Decisión.	11

LISTA DE CUADROS

1. Modelos Hidrológicos	27
2. Servicios Meteorológicos	31
3. Servicios Hidrológicos	32

SIGLAS

ANA	-	Agencia Nacional del Agua
DGA	-	Dirección General del Agua
GIRH	-	Gestión Integral de los Recursos Hídricos
GEF	-	Global Environment facility (Fondo para el Medio Ambiente Mundial)
HOMS	-	Sistema de Hidrología Operativa de la OMM.
IDEAM	-	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
INAMHI	-	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
IRD	-	Instituto de Investigación para el desarrollo
OEA	-	Organización de los Estados Americanos
OMM	-	Organización Meteorológica Mundial
OTCA	-	Organización del Tratado de Cooperación Amazónica
PNUMA	-	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RIRH	-	Red Interamericana de Recursos Hídricos
SAD	-	Sistema de Apoyo a la Decisión
SAGA	-	Sistema de Gobernabilidad del Agua
SENAMHI	-	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
UNESCO	-	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
WWAP	-	Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos

INTRODUCCIÓN

El Proyecto GEF Amazonas OTCA/PNUMA/OEA es resultado de las prioridades y necesidades de la cuenca del río Amazonas, apuntadas por los países amazónicos en diversos foros realizados en el ámbito del Tratado de Cooperación Amazónico. Los ocho países participantes destacaron conjuntamente la necesidad de establecerse un marco de acción común en la cuenca del río Amazonas para lidiar cooperativamente con los principales problemas ambientales que alcanzan la cuenca y afectan los países.

Las actividades planeadas incluyen la identificación e implementación de acciones y programas para proteger y conservar el agua del río y sus ecosistemas asociados; el manejo integrado y participativo para que oportunidades y alternativas para futuras generaciones sean garantizadas.

La Secretaría Permanente de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica – OTCA, como agencia responsable por la consecución de los objetivos del Tratado solicita apoyo financiero junto al Fondo para el Medio Ambiente Mundial – GEF para la formulación de un proyecto de fortalecimiento del marco institucional para de esta manera planear y ejecutar actividades de protección y manejo sustentable de los recursos hídricos en la cuenca del río Amazonas, delante de los impactos decurrentes de los cambios climáticos verificados en la Cuenca. Un elemento clave es la implementación de una gestión con enfoque integrado, eco-sistémico, participativo que disponga de normas apropiadas y consensual con los problemas ambientales existentes.

Este Proyecto claramente exigirá grandes esfuerzos a la larga. El desarrollo de una estructura institucional para la gestión coordinada de la región amazónica es reciente y aún muy frágil. Es grande el desafío en términos de su escala hemisférica y del número de países que comparten las responsabilidades en el ámbito de la OTCA. No hay que olvidar que todos los países integrantes de la cuenca amazónica son países en desarrollo y sus capacidades económicas y técnicas avanzaron de maneras muy distintas, tanto en términos de escala institucional como legal.

El Proyecto GEF Amazonas está estructurado en cinco componentes distintos, con sus respectivas actividades. Los Componentes constituyen el conjunto articulado de Actividades o Sub-proyectos que colaboran a la consecución de los objetivos generales del Proyecto.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, dentro del alcance del Proyecto y sus Términos de Referencia, uno de los componentes que componen la estructura del Proyecto es el componente II del Proyecto - Fortalecimiento institucional e capacitación para el manejo integrado de los recursos hídricos, de las instituciones responsables de la gestión de los recursos hídricos en la Cuenca del Río Amazonas.

Este componente trata del fortalecimiento de la estructura institucional y técnica de las instituciones para el establecimiento de mecanismos de gestión más eficientes e integrados, y para brindar continuidad al proceso de concertación y desarrollo institucional entre los países de la Cuenca., y se propone que mayores avances sean alcanzados al largo del proceso de preparación del Proyecto.

Dentro de este componete se encuentra la actividad o sub-proyecto II.3., objeto de este estudio; Esta actividad tiene por objetivo el desarrollo de una base conceptual y Términos de

Referencia para la elaboración y la implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión – SAD en cada país de la cuenca amazónica (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela) y para la OTCA. Esta actividad también tiene por ámbito la elaboración de propuestas para fortalecer los sistemas de información de recursos hídricos existentes y para integrar tanto los sistemas de adquisición de datos hidro-meteorológicos y hidro-climatológicos como las redes de usuarios en los países de la Cuenca.

Para la consecución de las actividades indicadas en el presente trabajo, se desarrolla el primer capítulo, en el que se analiza el *Estado del Arte* de la actividad, en el que se presentará una descripción detallada de los antecedentes, problemática de los SAD y sistemas de información de recursos hídricos, además se plantea la metodología, naturaleza, objetivos, tareas y un planeamiento estratégico para la implementación y puesta en marcha del SAD, incluyendo alcances, posibilidades y limitaciones en los procesos de su elaboración.

Este capítulo también considera el importante rol de la infraestructura material y humana necesaria, incorporando requisitos mínimos en los requerimientos técnicos y humanos para la implementación del SAD.

Se realizará un breve análisis de otras iniciativas internacionales en el ámbito de los Sistemas de Apoyo a la Decisión, sistemas de información, sistemas de administración de datos y modelos, sobre el agua, asumiendo sus funcionalidades, incongruencias e incompatibilidades.

En el segundo capítulo, se analizará la situación actual de los países región amazónica, con respecto a la existencia en ellos de Sistemas de apoyo a la decisión y Sistemas de información hidrológica, constatando sinergias e incompatibilidades.

En el tercer y cuarto capítulo, se describirán las conclusiones y recomendaciones. En el quinto se presentan los productos de esta consultoría: Los Términos de Referencia para el desarrollo e implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión, y una propuesta técnica para la ejecución de dicho sistema, (sugerida por el coordinador técnico del proyecto).

En los dos últimos capítulos se realizará una descripción de los Principales actores de los países miembros de la OTCA, y se detallan las referencias bibliográficas consultadas en el presente estudio.

En virtud de lo indicado, se presenta a la OTCA la propuesta para el desarrollo de los trabajos descritos.

1. ESTADO DEL ARTE

1.1. Antecedentes y problemática de los SAD

Una de las funciones principales del Estado que en los últimos años ha venido tomando relevancia viene a ser el manejo de los recursos naturales, en especial, el control del aprovechamiento de los recursos renovables como el hídrico. Para ello, en las últimas décadas a nivel suramericano se han venido generando diferentes estrategias a nivel constitucional en cada país (por ejemplo, en Bolivia se está gestionando la *Ley de Aguas* y en Colombia la *Estrategia Nacional del Agua*), tendientes a generar el aprovechamiento óptimo del agua, el cual garantice la eficiencia de la gestión pública en términos económicos, ambientales y sociales. (Ontiveros, 2000).

El aprovechamiento óptimo del agua en términos ambientales exige de una disponibilidad económica, respaldo político, aceptación social y aplicación de tecnologías adecuadas. El rol del factor económico viene a ser uno de los principales, ya que el uso óptimo del recurso hídrico debe adecuarse a nuestra capacidad económica, pues en las escuelas inglesa, francesa, china, rusa y australiana existen excelentes herramientas científicas, con la inconveniencia de exigir inversiones económicas muy superiores a la capacidad existente en nuestro continente; de allí, la importancia de generar tecnología aplicable a la región suramericana que tenga en cuenta sus particularidades y, en ello, el Proyecto GEF Amazonas – OTCA/PNUMA/OEA ha enfatizado su atención, ya que incluye el apoyo a las investigaciones concernientes a comprender la naturaleza de los procesos naturales propios del territorio Suramericano.

En el transcurso de los últimos años ha venido creciendo con una aceleración antes no advertida, el interés sobre el tema denominado en diferentes instituciones de investigación a nivel latinoamericano, “Manejo Integral de los Recursos Hídricos”, “La Gestión del Agua y las Cuencas”, “Manejo de Cuencas Hidrográficas”, “Ordenamiento Territorial” y otras similares, cuyo sentido principal es enfocar la atención del Estado en cada nación Suramericana hacia la *Administración Eficiente de los Recursos Naturales Renovables* (agua, vegetación, etc.) ubicados en la unidad territorial denominada, en común acuerdo, *Cuenca Hidrográfica*.

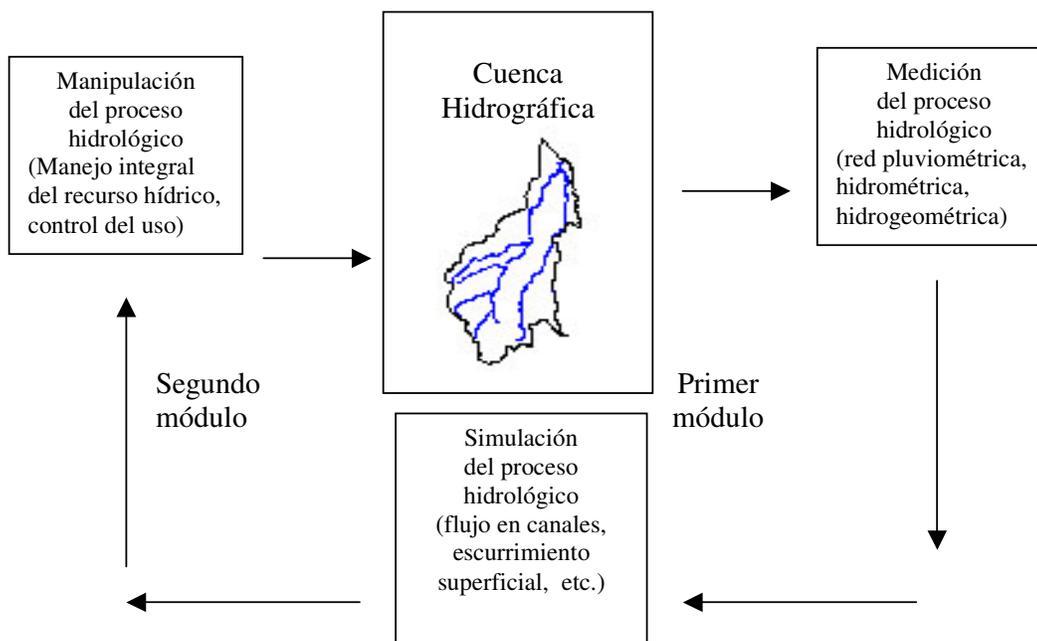
En esta función del Estado se han advertido por parte de la comunidad científica las siguientes dificultades: carencia de una metodología que permita abordar de manera integral el manejo del agua; ausencia de aplicaciones ingenieriles que ofrezcan soluciones veraces a los módulos de la administración del agua, tales como el monitoreo del recurso hídrico y el control de su aprovechamiento por parte de los diversos usuarios reales y potenciales; ausencia de herramientas científicas que permitan abordar las diferentes fases del ciclo hidrológico desde los enfoques dinámicos y estocásticos.

El administrar un recurso natural como el hídrico, plantea la existencia de dos módulos principales (**Esquema 1**): el monitoreo (el cual incluye la medición del proceso hidrológico y la simulación de su dinámica) y el manejo del aprovechamiento (mediante la simulación de la intervención antropogénica sobre el recurso hídrico). (Kovalenko, 1984).

El módulo de *monitoreo* (con sus fases de medición y predicción), entendido como evaluación de recursos hídricos (definida por OMM / UNESCO como la determinación de las fuentes, su extensión, confiabilidad y calidad de los recursos hídricos) sobre el cual se toman las decisiones para el aprovechamiento de los recursos hídricos exige en primera instancia la medición de éstos. Este esfuerzo supone el establecimiento de programas permanentes de observación y medición, cuya responsabilidad en cada país Suramericano es del Gobierno, siendo un caso especial la situación en Chile en donde existe el denominado *mercado de aguas*.

Por ello, en la medida en que los países desarrollen esta primera fase de manera óptima y eficiente, los servicios hidrometeorológicos (SENAMHI, INAMHI, IDEAM, ANA, etc.) podrán desarrollar la segunda fase (correspondiente a la predicción de la dinámica del recurso hídrico), consecuentemente y abordar el segundo módulo, el cual tiende a facilitar y agilizar la toma de decisiones bajo los programas de gobierno, que en cada país son de diferente duración y naturaleza.

Pues bien, la realidad actual nos demuestra que en cada país de la cuenca amazónica, afortunadamente la primera fase del módulo de monitoreo se viene cumpliendo, aunque desafortunadamente de manera ineficiente y sin reflejar los principios de optimización.



Esquema 1. Administración Eficiente de los Recursos Naturales Renovables

El segundo modulo debe ser abordado de acuerdo a las experiencias y lecciones aprendidas dentro de la problemática de la gestión de los recursos hídricos (GIRH), por que el Manejo del aprovechamiento del recurso hídrico, la toma de decisiones, Manipulación del proceso hidrológico, Manejo integral del recurso hídrico, control del uso, Administración de los recursos hídricos, etc., se ve obstaculizada por procesos de gestión de recursos hídricos transfronterizos que carecen todavía de una visión del agua orientada hacia las interacciones del agua con los ecosistemas, basada en valores de cooperación entre los países de la región.

Las principales limitaciones son inadecuados convenios institucionales, ausencia de una Autoridad de Cuenca, insuficiencia financiera y descapitalización en recursos humanos.

Los países de la región, deben iniciar procesos orientados a la adopción de enfoques integrados para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) en las cuencas transfronterizas. Los principales desafíos de la GIRH transfronterizos son: adoptar enfoques integrados para la gestión de recursos hídricos transfronterizos, nuevas condiciones de gobernabilidad del agua y arreglos institucionales, para enfrentar los conflictos de agua, orientar esfuerzos hacia la gestión de cuencas transfronterizas que cubra un número mayor de países. (Crespo, 2004)

Según el World Water Development Report (WWDR) los principales desafíos de la GIRH transfronterizos eficiente, son los siguientes:

- Urge orientar esfuerzos hacia la gestión de cuencas transfronterizas que cubra un número mayor de países. Esto implica iniciar el proceso en subregiones o subcuencas representativas.
- Se requiere nuevas condiciones de gobernabilidad del agua y arreglos institucionales, incluyendo el marco jurídico, las políticas y las capacidades de gobierno y sociedad, para enfrentar los conflictos de agua.
- Se requiere adoptar enfoques integrados para la gestión de recursos hídricos transfronterizos.
- Los grandes desafíos regionales en la gestión de recursos hídricos transfronterizos tienen solución, como lo muestran las experiencias exitosas y buenas prácticas de gestión del agua registradas, cuya evaluación permitirá reorientar la atención de las necesidades.

En este contexto, el proyecto pretende desarrollar acciones para desarrollo sustentable de la región, identificando normas que les soporten, basadas en los principios de la institucionalidad, la gobernabilidad del agua, el sistema de financiamiento, políticas, legislación y la participación pública. Con esto, se pretende garantizar la sustentabilidad, preservación y conservación de los ecosistemas, principalmente el manejo integral de los recursos hídricos transfronterizos.

Por lo mencionado anteriormente, el manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos transfronterizos en la cuenca del río Amazonas, debe estar enfocado fundamentalmente en la generación de información sobre el potencial hídrico (oferta), las características actuales de la gestión de agua y el uso de agua (demanda), así como el análisis de éstos, orientado a la proyección de escenarios futuros de uso de agua, que propicien la discusión en torno a la planificación.

Para realizar un Manejo integral y sostenible de los recursos hídricos eficiente debemos primeramente fortalecer los sistemas de información de recursos hídricos existentes y la estructura técnica e institucional de las instituciones para el establecimiento de mecanismos de gestión más eficientes e integrados en la Cuenca.

Si bien, en la mayoría de los países existen Sistemas de información de recursos hídricos incluidos el los denominados Sistemas de información Ambientales, podemos constatar que la información del agua esta muy dispersa, heterogénea e incompleta, encontrándose en instituciones muy diversas, lo cual dificulta intercambio de información y conocimientos entre países y la disponibilidad de productos sobre el estado del arte, gestión y protección ambiental de la cuenca amazónica, para satisfacer las necesidades de distintos niveles de usuarios.

Se ha revisado parcialmente la situación actual de los países con respecto a la existencia en ellos de *SAD* y Sistemas de información hidrológica, constatando que por un lado, la ausencia de Sistemas de apoyo a la decisión en la región, y por otro lado que se han mejorado notablemente la cantidad y calidad de la información en los diferentes servicios hidrometeorológicos y que existen proyectos muy maduros de implementación a corto plazo de *SAD* y sistemas de información de recursos hídricos en la mayoría de los países que todavía no disponen de ellos.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, el problema mas grande que enfrenta el Manejo integral de los recursos hídricos en la cuenca amazónica, es justamente la incongruencia entre

los sistemas de información de los recursos hídricos existentes, la falta de información de la realidad institucional, la gobernabilidad del agua, políticas, legislación y la participación pública gobernabilidad, y sobre todo la falta de un Sistema de apoyo a la Decisión que proporcione una imagen objetiva de la cuenca, para identificar numéricamente y en términos comparativos el grado de calidad de la información y la gestión de los recursos hídricos, considerando los factores que influyen en la demanda y disponibilidad del recurso agua; lo cual proporcionara a los tomadores de decisión una visión de base técnica de los elementos mínimos necesarios para gestionar adecuadamente los recursos hídricos.

Por lo tanto, dentro de la actual dinámica institucional, con la creación y el funcionamiento de la OTCA y la elaboración del Proyecto GEF Amazonas, se pretende solucionar estas debilidades fortaleciendo, coordinando y apoyando las acciones de los países amazónicos y comunidad en general para la gestión integrada de los recursos hídricos transfronterizos por ellos compartidos y los sistemas de información. Con este motivo se propone el desarrollo la base conceptual y términos de referencia para la elaboración y la implementación de un "*Sistema de Apoyo a la Decisión*" (*SAD*).

Es precisamente la eficiencia y la optimización en el funcionamiento de un Sistema de Apoyo a la Decisión cuyos criterios garanticen la efectividad del manejo sustentable e integral de los recursos hídricos, de esta manera, satisfacer las expectativas sociales, políticas y ambientales que recaen sobre la cuenca Amazónica.

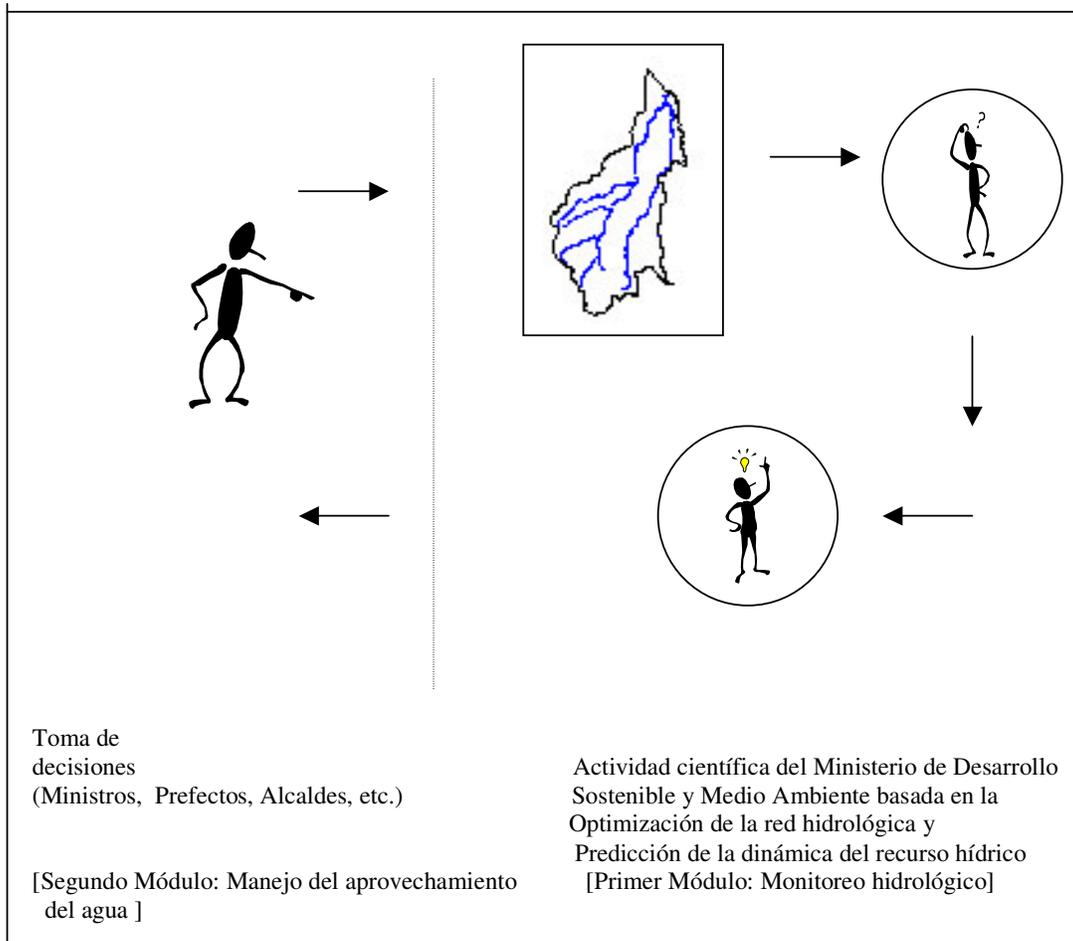
Establecer un *SAD* que refleje la eficiencia en su funcionamiento, resulta ser una tarea urgente en la actualidad (además de ser obligación legal de un Gobierno) debido principalmente a las restricciones económicas de los presupuestos nacionales en la mayoría de países, en otros por los principios de austeridad, en los terceros por las mismas condiciones físicas y sociales que cada día exigen efectivas inversiones.

El propuesta del *SAD*, debe estar basada en la denominada *Gestión Integral de los Recursos Hídricos*, la cual se entiende como el manejo integral dado por el Estado de una nación al recurso hídrico, cuyo objetivo primordial (de acuerdo a los tratados internacionales suscritos y a la normatividad nacional vigente) es garantizar el desarrollo económico, el bienestar social y la sustentabilidad del recurso.

En el **Esquema 2.**, a grosso modo se ilustra la gestión pública del agua, interpretada desde el enfoque de la *Teoría de Manejo*, ampliamente aplicada en la *cibernética* y cuyos resultados en la geofísica son prometedores (Rivera, 1999).

Aunque el *SAD* y la proyección de escenarios futuros no son instrumentos nuevos, su adaptación a las condiciones locales, la integración de conocimiento de las diferentes disciplinas y el hecho de propiciar la conformación de espacios de discusión entre los diferentes sectores de usuarios de agua constituyen los principales aspectos innovativos.

Uno de los aspectos importantes de esta propuesta radica en el establecimiento de un *SAD* compuesta básicamente por un Sistema de Información (redes hidrometeorológicas, cartografía, uso y demanda de recursos hídricos, servicios básicos, aguas superficiales y subterráneas) y un Sistema de Gestión (existencia de normativas, capacidad de planificación y modelo de gestión) que se derive luego en la proyección de escenarios futuros de uso de agua y que contribuya para la planificación de los recursos hídricos en la cuenca Amazónica.



Esquema 2. Gestión pública del recurso hídrico

1.2. Alcances, posibilidades y limitaciones de los SAD

Una de las mayores limitantes en el proceso de formulación de proyectos de aprovechamiento de recursos hídricos en la región amazónica, radica fundamentalmente en dos aspectos, caracterizados por su fragilidad y heterogeneidad: la estructura institucional para la gestión integrada de los recursos hídricos transfronterizos, y los sistemas de información de recursos hídricos existentes.

Tomando en cuenta este aspecto, en todos los ocho países miembros de la cuenca las instituciones responsables por la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del río Amazonas ejecutan sus actividades de gestión de los recursos hídricos de forma aislada y fragmentada, sin mucha consecuencia positiva para la región, esto debido a que el desarrollo de sus capacidades económicas y técnicas avanzaron de maneras muy indistinta, tanto en términos institucionales como legales, lo cual origina un total desconocimiento sobre las capacidades locales para encarar una gestión integral de los recursos hídricos, así como la carencia de instrumentos adecuados para tal fin.

A su vez, y como consecuencia de esto, existe una desintegración tanto los sistemas de adquisición de datos hidrometeorológicos e hidroclimatológicos como de las redes de usuarios en los países de la Cuenca, como falta de coordinación interinstitucional e intercambio de información y la poca consistencia de datos hidrológicos, el desconocimiento de los usos actuales del agua y su proyección en términos de demanda hídrica.

Por lo mencionado anteriormente, el presente estudio pretende contribuir al manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos transfronterizos en la cuenca del río Amazonas, incluyendo áreas amazónicas de todos los países en la Cuenca (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Suriname y Venezuela), a través del desarrollo de un *Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD)* basado en la proyección de escenarios futuros de uso del agua.

El estudio incluye la generación de información sobre el potencial hídrico (oferta), las características actuales de la gestión de agua y el uso de agua (demanda), así como el análisis de éstos, orientado a la proyección de escenarios futuros de uso de agua, que propicien la discusión en torno a la planificación.

El beneficio principal será que a través del desarrollo del *SAD* y los sistemas de información y gestión, que forman parte de ésta, las autoridades y organizaciones relacionadas con la administración del agua serán capaces de tomar las decisiones más apropiadas para un uso sostenible y eficiente de los recursos hídricos regionales.

Este sistema debe constituirse en la herramienta fundamental del plan de Operaciones para ejecutar claramente el objetivo principal del PDF-B, que es la preparación de los términos de referencia y del documento del Proyecto full-sized, con el contenido propuesto para el Marco de Acciones Estratégicas; por que en definitiva este el *SAD* le proporcionará a la OTCA toda la información básica primaria acerca de los sistemas de información y gestión existentes en la cuenca, para estructurar los cinco componentes y sus actividades y orientar a la dirección y coordinación del Proyecto en cuanto a las actividades previstas, el cronograma de ejecución y el presupuesto detallado.

1.3. Base conceptual y enfoque

En teoría, los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, o para mayor sencillez, *Sistemas de Apoyo a la Decisión (SAD)*, son sistemas computadorizados, casi siempre interactivos, que están diseñados para asistir a un tomador de decisiones. Los *SAD* (también conocidos como DSS, del inglés, *Decision Support Systems*) incorporan datos y modelos para ayudar a resolver un problema que no está totalmente estructurado.

Los datos suelen provenir de los sistemas transaccionales o de una base de datos y/ o de alguna fuente o base de datos externa. Un modelo puede ser desde un sencillo análisis de rentabilidad realizado con nuestra familiar planilla de cálculo, en el cual se calcula un probable resultado (beneficio o pérdida), hasta un modelo complejo de optimización de carga de máquinas de una línea de producción que requiere un complejo programa de base matemática. (Saroka, 2002).

Conceptualmente un *SAD* tiene como objetivo principal de asegurar, a mediano plazo, que la información relevante se encuentre accesible a usuarios y público en general.

La propuesta tiene el propósito de presentar un enfoque metodológico destinado a estructurar el *SAD*, a partir de los procesos físicos que se realizan en las instituciones. La metodología estará basada en los conceptos cadena de valor y el modelamiento de procesos por regulación.

Está dirigido a quienes ocupan puestos de responsabilidad en la OTCA, y los que están destinados a ser usuarios de sistemas de información en cada uno de los países de la cuenca Amazónica, en general a los servicios informáticos de las instituciones nacionales competentes y actores clave en la cuenca incluyéndose instituciones gubernamentales, universidades, centros de investigación, organizaciones privadas, organizaciones no-gubernamentales y de la sociedad civil, usuarios, etc.

1.3.1. Objetivos del SAD.

Los objetivos principales del *SAD* son los siguientes:

- Apoyar (no reemplazar) el juicio humano, de tal modo que el potencial de los procesos del hombre y de la máquina sea utilizado al máximo.
- Crear herramientas de apoyo bajo el control de los usuarios, sin automatizar la totalidad del proceso decisorio predefiniendo objetivos o imponiendo soluciones.
- Ayudar a incorporar la creatividad y el juicio del tomador de decisiones en las fases de formulación del problema, selección de los datos, y generación y evaluación de alternativas.
- Apoyar a los ocupan puestos de responsabilidad en la solución de problemas prácticos no totalmente estructurados y en los que, hallándose presente algún grado de estructura, el juicio sea esencial.

Los objetivos operacionales estarán enmarcados en los siguientes aspectos.

- Evaluar el potencial hídrico.
- Evaluar el estado actual en la gestión del agua.
- Analizar los cambios en el uso del agua vinculados a cambios en la oferta y demanda.
- Promover la creación de una instancia local multisectorial de coordinación y planificación del aprovechamiento de los recursos hídricos

1.3.2. Componentes de un SAD

En este contexto se tomara en cuenta el diseño global de un Sistema de Apoyo a la Decisión constituida por los siguientes componentes básicos:

- bases de datos sofisticadas con facilidad de acceso a datos internos y externos, información y conocimiento,
- base de modelos, funciones de modelización accesibles mediante un sistema de manejo de los modelos,
- El generador de diálogo(o interfaz con el usuario), interfase de usuario de fácil manejo diseñada para permitir consultas interactivas, elaboración de informes y funciones gráficas.
- El Tomador de decisiones.

1.3.3. Características y capacidades del SAD.

En general los SAD tienen las siguientes características:

- Se enfocan en procesos de decisión y no en procesamiento de base de datos.
- Se implantan y modifican rápidamente.
- Suelen ser contruidos por los propios usuarios utilizando herramientas muy difundidas, como son las planillas electrónicas (Excel, Lotus).
- Aportan información útil para la toma de decisiones, pero ésta finalmente es responsabilidad del decididor o tomador de decisiones.

Las capacidades del SAD se describen a continuación:

- Proveer apoyo en situaciones semi-estructurales y no estructurales, incluye juicio humano e información computarizada,
- Apoyo para varios niveles administrativos,
- Apoyo para individuos y grupos,
- Apoyo a decisiones interdependientes y/o secuenciales,
- Apoyo a todas las fases del proceso de decisión,
- Apoyo a la variedad de procesos de la elaboración de decisión y estilos,
- Son Adaptables,
- Tiene una interfase amigable de usuario,
- Su meta es mejorar la eficiencia de la elaboración de una decisión,
- Los usuarios finales pueden operar sistemas simples,
- Utiliza modelos,
- Provee acceso a una variedad de fuentes de datos formatos y tipos de información para mejorar las decisiones.

1.3.4. Metodología para el desarrollo del SAD.

El desarrollo completo del *SAD*, desde el reconocimiento de la necesidad que va a satisfacer hasta el funcionamiento computadorizado óptimo, atraviesa distintas etapas que conforman lo que se denomina el ciclo de vida de un sistema. Estas etapas estarán de acuerdo al enfoque metodológico en el que se analizarán las siguientes fases: Necesidad, Planificación, Análisis, Diseño, Implementación, prototipo y el Sistema en sí. (**Esquema 3.**)

a). Necesidad.

En esta fase se define la visión del sistema, se establecerá el alcance del proyecto y se tomará la decisión de comenzar con el mismo, dicho de otro modo, se define la inversión y el esfuerzo para analizar en detalle el sistema a diseñar.

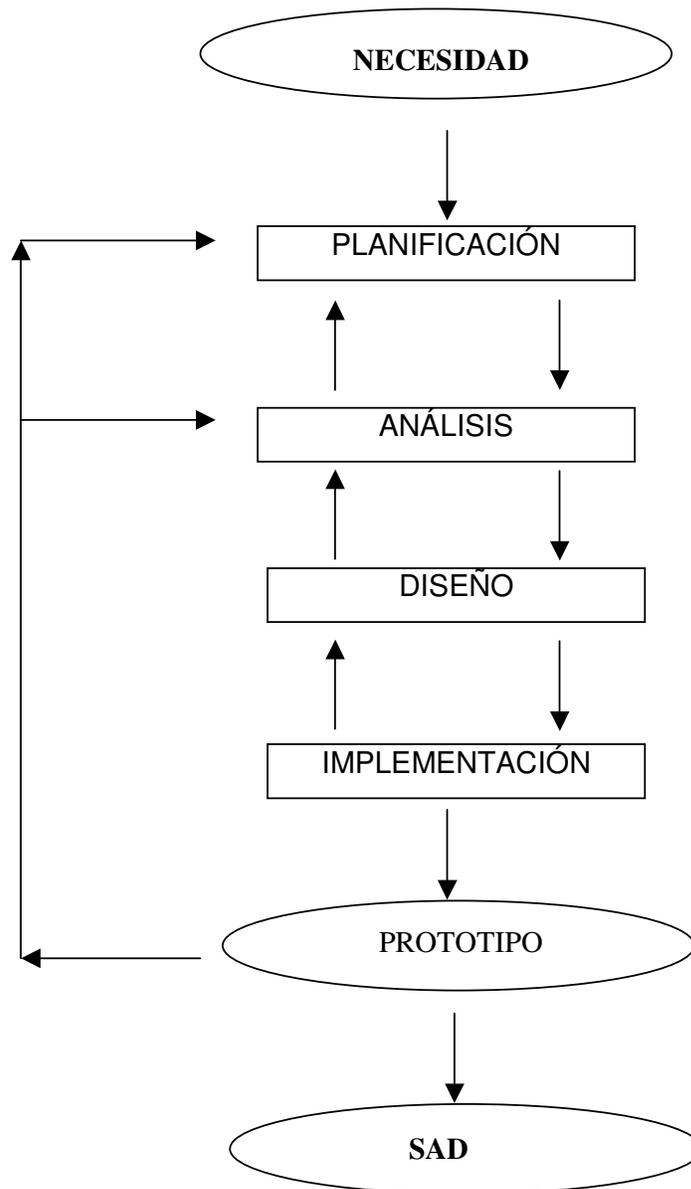
b). Planificación.

La planificación del *SAD* será abordado de acuerdo a las experiencias y lecciones aprendidas dentro de la problemática de la gestión integral de los recursos hídricos (GIRH), basada en los principios de la institucionalidad, la gobernabilidad del agua, el sistema de financiamiento, políticas, legislación y la participación pública; para apoyar en los procesos de gestión de recursos hídricos transfronterizos basada en valores de cooperación entre los países de la

región, que carecen todavía de una visión del agua orientada hacia las interacciones del agua con los ecosistemas. Además de crear nuevas condiciones de gobernabilidad del agua y arreglos institucionales, para enfrentar los conflictos de agua, y orientar esfuerzos hacia la gestión de cuencas transfronterizas que cubra la cuenca en su totalidad.

c). Análisis.

El propósito fundamental de esta fase es, en primer lugar, analizar el sistema objeto para el cual se busca una solución. En segundo término, definir la estructura preliminar del sistema. En tercera instancia, identificar los factores de riesgo del proyecto, ventajas y desventajas, sinergias e incompatibilidades, y por último, elaborar un plan detallado del mismo considerando atributos y posibilidades de eficiencia, costos de instalación, infraestructura material y humana necesaria.



Esquema 3. Estructura para el desarrollo del Sistema de Apoyo a la Decisión.

d). Diseño del sad.

La fase del Diseño consiste en la elaboración del *SAD* y de los productos de apoyo necesarios, tales como los componentes básicos: El sistema de administración de bases de datos, el sistema de administración de modelos, el generador de diálogo (interfaz con el usuario) y el tomador de decisiones. En esta fase también define la estructura del sistema y sus especificaciones técnicas.

e). Implementación.

Implementar un *SAD* no significa solamente diseñar o comprar un producto e instalarlo, requiere que se lleve a cabo un proyecto de desarrollo que involucre tareas de consultoría para establecer los mecanismos de conversión de datos e implementación. La tecnología por sí sola no resuelve el problema, es solo una herramienta que debe ser aprovechada correctamente para lograr óptimos resultados.

El sistema de Apoyo a la Decisión está basado en patrones obtenidos de las mejores prácticas de los organismos e instituciones encargados de la administración de los recursos hídricos que los utilizan. Estos patrones están diseñados para maximizar la eficiencia y minimizar la personalización, y están basados en los procesos y aplicaciones que han demostrado ser los más eficientes.

Para la implementación se considerarán los siguientes aspectos: Motivaciones para la implementación, ventajas y desventajas, riesgos de la implementación, atributos y posibilidades de eficiencia, costos de instalación, infraestructura material y humana necesaria

f). Prototipo.

Esta es una fase de transición en la cual el *SAD* diseñado y consolidado se entrega a los usuarios. Esta fase incluye actividades de instalación, configuración, capacitación de los usuarios, pruebas y ajustes, correcciones, etc., y finaliza cuando los usuarios están satisfechos con el sistema, lo cual suele implicar una aceptación formal por parte de los mismos.

g). Presentación del SAD a las instituciones involucradas

Para la presentación del *SAD* se planificara un Taller Internacional con los Coordinadores Técnicos en cada uno de los países miembros de la cuenca, en acuerdo con la Coordinación del Proyecto y a los efectos de intercambiar opiniones acerca del borrador del documento final del *SAD*. Esta actividad estará condicionada a la recepción en tiempo y forma de los fondos correspondientes que posibiliten la realización de dicho taller.

Las líneas generales del taller prevén, la estructura en plenarios y sesiones de labor, buscando la más amplia participación de organizaciones representativas de los actores claves de las Instituciones responsables de los sectores y servicios, de las autoridades de organizaciones de cuencas y usuarios del recurso agua.

Esta será una instancia de importancia para el alcance de los objetivos de esta consultoría.

1.3.5. Planeamiento estratégico para la Implementación y puesta en marcha del SAD.

El sistema de Apoyo a la Decisión está basado en patrones obtenidos de las mejores prácticas de los organismos e instituciones encargados de la administración de los recursos hídricos que los utilizan. Estos patrones están diseñados para maximizar la eficiencia y minimizar la personalización, y están basados en los procesos y aplicaciones que han demostrado ser los más eficientes.

La implementación y la puesta en marcha del SAD se realizarán mediante la identificación de las siguientes tareas principales

- La recolección de un conjunto de datos (metadatos) útiles para la identificación y selección de los procesos, que serán necesarias para diseñar y probar el SAD y decidir sobre las características a ser producidos en vista de las necesidades de los usuarios.
- Disponer de una visión detallada de la infraestructura hidrológica y para la gestión de los recursos hídricos en la Cuenca. En vista a la gran dimensión de la Cuenca, en un marco de acción global para la Cuenca podrán definirse entonces diferentes estrategias locales para la gestión de los recursos hídricos que podrán coexistir, incorporando estos al SAD, cooperando el estudio a la identificación de proyectos para áreas críticas.
- El desarrollo de un modelo conceptual de gerencia de datos, planteado ya sea desde un sencillo análisis utilizando herramientas muy difundidas, como son las planillas electrónicas (Excel, Lotus), hasta un modelo matemático o estadístico complejo de análisis que requiere un complejo programa de base matemática, pero que finalmente requiera del juicio del tomador de decisiones.
- Definir modelos, cuyo objetivo es proveer de antecedentes técnicos de apoyo a la toma de decisiones, acerca de la gestión del agua en una determinada cuenca dado un determinado escenario. Dentro de esta área se ven temas como determinar los de sistemas eficientes de almacenamiento de información sobre el agua en una cuenca (Módulos de restitución, actualización y validación de datos) y los modelos con sus respectivos modulos (simulación de los procesos de precipitación-escorrentía y transporte, simulación de la gestión integral de cuencas incluyendo criterios cualitativos, y análisis económicos de la gestión, etc.).
- Establecer el generador de diálogo(interfaz con el usuario), interfase de usuario de fácil manejo diseñada para permitir consultas interactivas, elaboración de informes y funciones gráficas. Desarrollar un portal con la tecnología CLEARINGHOUSE para intercambio y presentación de información sobre el recurso agua, para su difusión a nivel de cuenca, asociada con todas las redes de los países integrantes.
- Establecer una acuerdo interinstitucional a fin de contar con una Plataforma informática sobre la información del agua, en la cual existan los compromisos propios de cada institución sobre que información proporcionar y bajo que condiciones puede ser su participación. Esta plataforma se desarrollará mediante una red de información que estimule el intercambio de información, que evite la duplicación de esfuerzos y que estos sirva para mejorar la toma de decisiones y prestar un mejor servicio a la comunidad de usuarios definidos.

Implementar un SAD no significa solamente diseñar o comprar un producto e instalarlo, requiere que se lleve a cabo un análisis que involucre tareas para establecer los mecanismos de implementación: Motivaciones para la implementación, ventajas y desventajas, riesgos de

la implementación, atributos y posibilidades de eficiencia, costos de instalación, infraestructura material y humana necesaria.

La tecnología por sí sola no resuelve el problema, es solo una herramienta que debe ser aprovechada correctamente para lograr óptimos resultados.

a). Motivaciones para implementar el SAD.

Las verdaderas razones para implementar un *SAD* no son tecnológicas, sino esencialmente vinculadas con el objetivo del usuario en este caso la OTCA.

Las principales motivaciones que dieron origen al *SAD* son las siguientes:

- Fragmentación de la información - En la mayoría de las organizaciones que recolectan, procesan, almacenan y difunden grandes cantidades de datos, los datos no son almacenados en un banco de datos único. La información está desparramada entre varias docenas o incluso cientos de sistemas, cada uno de los cuales está referido a una función o institución, organismo u oficina. La capacidad de integración de los *SAD* resuelve este problema de fragmentación.
- Intercomunicar diferentes sistemas entre sí - cuando las organizaciones tienen diferentes sistemas para soportar sus procesos, se requiere la construcción de interfaces entre ellos. La característica de integración de los *SAD* elimina la necesidad de crear estas interfaces.
- Redundancia en la recolección, procesamiento, almacenamiento y difusión de datos - teniendo distintos sistemas para diferentes procesos, es necesario recargar datos provenientes de un sistema dentro de otro, lo cual genera una redundancia de datos. Los *SADs* evitan la necesidad de recargar datos en diferentes sistemas.

b). Ventajas y desventajas de los SAD

Entre las ventajas de los *SAD* podemos citar:

- Evitan el esfuerzo de desarrollo permitiendo reducir los tiempos. Según la economía de la producción de software estándar, los *SADs* deberían ser más económicos.
- Estos sistemas se encuentran ya probados, lo cual brinda seguridad en cuanto a su funcionamiento.
- Los proveedores actualizan constantemente los sistemas, lo cual permite evitar esfuerzos de actualizaciones,
- Existe una red de soporte de proveedores y consultores, disponibles en caso de problemas o necesidades.
- Incorporan las mejores prácticas, tal como hemos mencionado anteriormente en esta sección.
- En función de la experiencia, los costos finales se pueden calcular con mayor precisión que construyendo los sistemas a medida.
- Están integrados, pero a su vez están formados por módulos, lo cual permite ajustarse a las necesidades de cada usuario.
- Estos sistemas prevén que sea posible consolidar empresas del mismo grupo, aún cuando operen en diferentes idiomas o monedas.

Entre las desventajas de los *SAD*, podemos citar:

- Requieren una compleja tarea de personalización del software según las necesidades del usuario.
- Se genera una importante dependencia del proveedor.
- Exigen un alto esfuerzo y costo de implementación.
- Es necesario adaptar los procesos de la organización al paquete de software.
- No todos los módulos del producto son satisfactorios.
- Exigen una mayor demanda de recursos de computación.
- Implican una obsolescencia forzada del producto, es decir, los proveedores actualizan los sistemas constantemente, y van discontinuando versiones anteriores, lo cual obliga a los usuarios a comprar dichas actualizaciones.

c). Riesgos de la implementación del SAD

Es cierto que los SADs pueden generar grandes beneficios, pero los riesgos que implican son igualmente importantes. Los organismos deben cuidar que su entusiasmo con los beneficios no les haga perder de vista los peligros.

En la implementación de un *SAD*, no se debe minimizar la importancia de lograr que la información sea consistente y altamente confiable, así como la de alcanzar la consistencia entre las estructuras de codificación. Los aspectos relacionados con la calidad de los datos consumen un porcentaje importante del presupuesto de instalación.

Uno de los problemas tiene que ver con la enorme cantidad de desafíos técnicos que se requieren en la implementación de dichos sistemas. Son piezas de software muy complejas, y su instalación requiere grandes inversiones de dinero, tiempo y habilidades.

Los desafíos técnicos, si bien son de gran importancia, no son la principal dificultad. Los problemas más grandes son problemas de los objetivos. Las organizaciones fallan en reconciliar los imperativos tecnológicos del *SAD* con sus necesidades.

La experiencia señala una cantidad significativa de inconvenientes y de fracasos parciales o totales en la incorporación de estos sistemas. Las razones más comúnmente conocidas como causantes de estas situaciones, están originadas en una mala evaluación y selección del producto, en fallas en la gestión del proyecto, en el pésimo manejo del proceso de cambio que necesariamente estos sistemas generan y en la subestimación del esfuerzo de implementación.

d). Atributos y posibilidades de un SAD eficiente

Se debe tomar en cuenta que para que un SAD tenga mayores posibilidades de uso eficiente, es deseable que presente características que deben ser especialmente diseñados para las necesidades específicas de cada decididor.

Un *SAD* puede mejorar la eficiencia, aumentar la flexibilidad y contener costos. Sin embargo, el éxito de los sistemas depende de varios factores: justificación y retorno de la inversión, diseño de programas e implementación, enfoque hacia la reingeniería, organización y gestión de proyectos, gestión del cambio, capacitación y soporte continuo.

El *SAD* deberá estar basado en patrones obtenidos de las mejores prácticas de los organismos e instituciones encargados de la administración de los recursos hídricos. Estos patrones

estarán diseñados para maximizar la eficiencia y minimizar la personalización, y deberán estar basados en los procesos y aplicaciones que han demostrado ser los más eficientes.

El *SAD* debe tener un planteamiento dirigido a medir en forma cuantitativa el grado en el que las condiciones de la administración de los recursos hídricos están presentes e instaladas en un determinado contexto nacional y regional. Esta plataforma esta basada en:

- La medición de la calidad de los sistemas de información hídrica
- La medición de la calidad de los sistemas de gestión
- El desarrollo de indicadores de calidad
- La visualización de los roles y responsabilidades de los tomadores de decisión

Es fundamental que el *SAD* eficiente este destinado a respaldar el manejo integrado y sustentable de los recursos hídricos transfronterizos, considerando la variabilidad climática y el cambio climático, además de fortalecer la estructura técnica e institucional de las instituciones para el establecimiento de mecanismos de gestión más eficientes e integrados, para brindar continuidad al proceso de concertación y desarrollo institucional entre los países de la Cuenca.

e). Costos de instalación del SAD.

El *SAD* diseñado permitirá hacer significativos ahorros a la organización operadora. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos sistemas cuestan mucho dinero, debido a que son sistemas complejos y notoriamente difíciles de implementar.

La implementación de un *SAD* es más costosa que el producto propiamente dicho. Los costos de implementación incluyen una variedad de factores, tales como la escasez de personal con experiencia en el tema, el costo de encarar un proyecto enfocado hacia la reingeniería (tradicionalmente adoptado por las organizaciones implementadoras) y la necesidad de las organizaciones de incrementar la infraestructura tecnológica para satisfacer la demanda de estos sistemas.

En los proyectos, generalmente se contratan consultores con experiencia en implementaciones *SAD* para ayudar con la instalación del mismo. Los costos totales de la incorporación de un *SAD* suele ser varias veces el valor de las licencias del software, pues se deben agregar, entre otros, los costos generados por consultorías y los correspondientes a la infraestructura tecnológica adicional, la capacitación, el proceso de gestión del cambio y el tiempo de los recursos humanos propios de la organización. Se calcula que el costo final incrementa entre 3 y 5 veces el valor de las licencias, en algunos casos, de un aumento mucho mayor.

Mientras algunas organizaciones encuentran que el *SAD* los ayuda a tomar mejores decisiones, otras descubren demasiado tarde que la compra e implementación fue realizada con poco juicio. Por ello, es imprescindible hacer un análisis detallado de los procesos e identificar los requerimientos para encontrar la solución adecuada. De lo contrario, se pueden gastar mucho dinero en un sistema que no considera los procesos de decisión críticos.

1.4. Infraestructura material y humana necesaria

Es importante destacar que la infraestructura material del *SAD* dependerá de la estructuración de los componentes del *SAD*, es decir de la base de datos, la base de los modelos, el generador

de interfaz y el decididor, además de la cantidad de desafíos técnicos que se requieren en la implementación de dichos sistemas.

Mencionando nuevamente los conceptos básicos, y de acuerdo a los componentes de los *SAD*, la infraestructura estará compuesta en primer lugar por el hardware del *SAD* que estará compuesto mínimamente por: Una estación de trabajo, computadora personal, sistemas de servidor de red (Online analytical processing (OLP), Internet, intranet, Web para apoyo a las decisiones).

En segundo lugar, el software (Base de datos, Modelos), estará definido de acuerdo a las especificaciones del *SAD*. En este contexto existen *SAD*, que son útiles en los problemas en los cuales hay suficiente estructura como para construir un modelo matemático o estadístico que permita su resolución por medio de procesamientos computadorizados, los cuales constituyen piezas de software muy complejas, y su instalación requiere grandes inversiones de dinero, tiempo y habilidades, pero que finalmente requiere del juicio del administrador.

Por otro lado, un *SAD* también puede ser planteado desde un sencillo análisis realizado con nuestra familiar planilla de cálculo (Excel), en el cual se calcula un probable resultado, hasta un modelo complejo de optimización que requiere un complejo programa de base matemática. Las especificaciones técnicas del *SAD* evolucionaran simultáneamente con los avances en hardware y software de la computadora.

La infraestructura humana necesaria para la implementación depende también de la infraestructura material. Las funciones del personal que se encargara de la administración del *SAD*, ponen en relieve tres circunstancias importantes: En primer lugar, es evidente que el administrador del *SAD* de cada país y de la OTCA, debe tener una clara comprensión de la situación en que se encuentran los recursos hídricos en la cuenca amazónica, relativas a la Administración Eficiente de los Recursos hídricos, gestión, sistemas de información de recursos hídricos y Sistemas de Apoyo a la Decisión; además debe contar con un enfoque administrativo global de la información hidrometeorológica y de gestión.

En segundo lugar, el debe poseer un buen conocimiento del manejo sustentable e integral de los recursos hídricos, de su administración, organización y una visión estratégica de la contribución que la información puede brindar para su éxito.

Por último, debe contar con herramientas científicas para solucionar la carencia de una metodología y herramientas científicas que permita abordar de manera integral el manejo del agua en la cuenca, la ausencia de aplicaciones ingenieriles que ofrezcan soluciones veraces a los problemas de la administración del agua, tales como el monitoreo del recurso hídrico y el control de su aprovechamiento por parte de los diversos usuarios reales y potenciales.

1.5. Breve análisis de experiencias internacionales con SAD

En este contexto se analizaron varios Sistemas de Apoyo a la Decisión, con diferentes utilidades, por existir una gran cantidad de estos, describiremos solo algunos de amplia difusión:

- RiverWare™ DSS – Es un modelo de manejo de recursos hídricos, para la planificación y operación hídrica que puede ser utilizado para desarrollar simulaciones y optimizaciones multi-objetivas de sistemas de ríos y reservorios, tales como los

reservorios de almacenamiento y energía hidráulica, el alcance y la divergencia del río, y los usuarios del agua (Zagona et al., 2001).

- AQUATOOL - Sistema de apoyo a la decisión para gestión cuantitativa, cualitativa y ambiental de cuencas hidrográficas desarrollado por el Departamento de Ingeniería Hidráulica (DIHMA) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV),
- SAGA - El Sistema de Gobernabilidad del Agua, es un instrumento diseñado para ayudar a establecer en los países, condiciones de gobernabilidad del agua para proveer la información necesaria para el fortalecimiento de las capacidades de gobernabilidad de forma efectiva y eficiente a través del mundo. Elaborado por el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP). (Crespo, 2004).
- Sistema de Soporte a las Decisiones (Decisión Support System) para la gestión de los recursos hídricos basados sobre el Balance Ecológico. (Dirección General por la Cooperación al Desarrollo-ministerio Asuntos Exteriores) Egipto (1995-2000).
- MODSIM DSS - es un modelo generalizado del flujo de la red de cuencas hídricas que puede incorporar simultáneamente los complejos aspectos físicos, hidrológicos e institucionales/administrativos del manejo de cuencas hídricas, incluyendo los derechos sobre el agua; sin embargo, los flujos de frontera deben ser prescritos. (Labadie et al., 1989)
- MULINO DSS - es un sistema de apoyo de decisión multisectoral, integrado y operacional para el uso sostenible de recursos hídricos en la escala de captación, con un enfoque en el DSS como ayuda de multicriterios de decisión. Puede acomodar un modelo físico de hidrología de cuenca externo al sistema, conectando a través de procedimientos apropiados de entrada-salida. (Giupponi et al., 2004)
- WaterWare - es un sofisticado recurso hídrico DSS que incluye simulación dinámica de modelos físicos de calidad de agua, distribución, precipitación-escurrimiento superficial, agua subterránea y elementos de manejo de agua, incluyendo la demanda/oferta, el análisis costo-beneficio y el análisis de criterio múltiple. Aunque integre el sistema físico de hidrología con el de manejo, la aplicación del modelo requiere un nivel bastante sofisticado de apoyo de usuario y de hardware. (Fedra y Jamieson, 1996; Jamieson y Fedra, 1996)
- RIBASIM – es un modelo de Simulación Hidráulico de Cuencas de Delft, es un modelo genérico de planificación de recursos hídricos para la investigación del comportamiento de cuencas hídricas bajo varias condiciones hidrológicas.
- WEAP21 DSS – es un modelo para el análisis de la demanda y planificación del agua, es un modelo descrito como un conjunto de prioridades de demanda y preferencias de la oferta definidas por el usuario para cada sitio de la demanda utilizado para construir una rutina de optimización que distribuye los suministros disponibles (Yates et al., 2005a, 2005b).
- Fürst J.; Girstmair y Nachtnebel H.P., (1993) desarrollaron sistema de apoyo a las decisiones (DSS) de manejo de aguas subterráneas en el entorno de un sistema de información geográfico (GIS). Es un esquema de DSS basado en un modelo de análisis de escenarios que puede ser soportado por los componentes de un GIS.

La más importante contribución del GIS al DSS es la base de datos espacialmente referenciada, el análisis de datos espaciales y el álgebra de mapas. Los GIS utilizados son ARCINFO y GRASS, ambos presentan algunas deficiencias en el tratamiento de datos en 3 D, otra dificultad puede ser también en algunos casos lo tedioso del procedimiento de la interface de las herramientas GIS para ingresar los datos de los modelos de aguas subterráneas existentes y el mal comportamiento de los gráficos interactivos.

- RAISON - (Lam, D.C.L. ; Swayne D.A., 1993) es un ejemplo de interacción de base de datos, modelos y GIS a través de un sistema inteligente. Es un Sistema Experto en el cual la lógica de inferencia y las técnicas de diseño interactivo se usan para realizar ambas operaciones fundamentales y resolver casos especiales y proveer una arquitectura de programación abierta de base de datos, modelos, GIS y Sistemas Expertos. Las aplicaciones básicas y avanzadas se ilustran mediante dos ejemplos.
- ARIANE - Es una herramienta para toma de decisiones sustentable en forma inteligente en el proceso de desarrollo de la HidroQuebec. Incluye una guía a los usuarios de los procesos de planificación para la operación plurianual. El Sistema permite monitorear la actualización sistemática y validación de datos, la consistencia de datos, el uso del conocimiento heurístico y la llamada secuencia de modelos matemáticos interdependientes de la Hydro-Quebec (Bakonyi, P. , 1993).
- REGISPRO – es un sistema de información para gestión integrada del agua, este sistema consiste en un almacenamiento de datos y una aplicación medioambiental. Tiene funcionalidades para gestión general de datos (adquisición, mantenimiento, selección, salida), además comprende un conjunto de herramientas genéricas para procesar datos espaciales y no espaciales (análisis de mapas, estadísticas, edición de mapas e interpretación, informes) y un conjunto de herramientas para ciertas aplicaciones geocientíficas. El sistema está continuamente en desarrollo en respuesta a las necesidades del mercado.

Producto de este análisis, se concluye que todos estos sistemas tienen objetivos similares, todos coinciden en los siguientes aspectos:

- Que la utilización racional del agua exige una gestión eficiente, integrada y sostenible del recurso.
- Están basados en la planificación y la gestión de los recursos hídricos desde una perspectiva innovativa para buscar el equilibrio entre: beneficios sociales y económicos; la escasez actual y futura de los recursos; los relativos costes medioambientales.
- Son sistemas basados en los principios de la institucionalidad, la gobernabilidad del agua, el sistema de financiamiento, políticas, legislación y la participación pública, para garantizar la sustentabilidad, preservación y conservación de los ecosistemas, principalmente la gerencia integrada de los recursos hídricos transfronterizos.
- Todos contienen en su diseño los componentes básicos de todo SAD eficiente: El sistema de administración de bases de datos, el sistema de administración de modelos, el generador de diálogo(o interfaz con el usuario) y el tomador de decisiones.
- Son herramientas tecnológicamente avanzadas para el análisis de los sistemas de información hidrológica, gestión de cuencas centrándose en aspectos de calidad, ecología y economía del recurso.
- Son sistemas operativos y eficaces, formados por modelos interpretativos basados en el balance ecológico, promoviendo la evaluación del potencial hídrico, del estado actual en la gestión del agua, el uso del agua vinculados a cambios en la oferta y demanda y la creación de una instancia local multisectorial de coordinación y planificación del aprovechamiento de los recursos hídricos.
- Analizan la situación actual de oferta y demanda de los recursos hídricos y su aprovechamiento múltiple considerando los aspectos hidrológicos, ambientales, institucionales, sociales y económicos para identificar numéricamente y en términos comparativos el grado de calidad de la información y la gestión de los recursos hídricos,

- un sistema operativo formado por un conjunto de procedimientos, reglas y relaciones entre administraciones y representantes de diferentes intereses como, por ejemplo, los usuarios, las comunidades, los investigadores y las instituciones académicas. La institucionalización del sistema contribuye a garantizar su uso efectivo.
- Destacan el manejo integral de los recursos hídricos y el papel que en el mismo deben jugar los recursos hídricos en el marco general de los recursos naturales,
- La combinación de dos sistemas, de un Sistema de información de recursos hídricos eficiente y óptimo y un sistema de Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca,
- Proporcionan a los Tomadores de Decisión una visión de base técnica de los elementos mínimos necesarios para gestionar adecuadamente los recursos hídricos.

Dicho de otro modo, estos sistemas están concebidos para crear herramientas:

- De soporte del Sistema de información hidrológica y meteorológica,
- De ayuda para la planificación y gestión integrada de los recursos hídricos,
- De planificación (a largo plazo),
- Para la toma de decisiones para aquellos que tienen responsabilidades en sector hídrico,
- Para tener una visión comparativa del estado de la gobernabilidad del agua en los diferentes países,
- Para acceder a la información sobre el agua existente en los países,
- Un recordatorio de las responsabilidades no cumplidas.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, estas herramientas deben ser las premisas para la elaboración del Sistema de Apoyo a la Decisión (*SAD*).

1.6. Modelos de gerencia de datos usados para la implementación del SAD

En la última década, el trabajo de científicos y expertos relacionado con la aplicación de herramientas informáticas destinadas a resolver distintos problemas del área de la hidrología y de la gestión de los sistemas hídricos se ha incrementado, prueba de ello son los numerosos sistemas de computación desarrollados para ayudar a los hidrólogos en el diseño, planificación y explotación de un sistema hídrico.

El desafío con el que se enfrentan el diseñador y el usuario de los *SAD*, consiste en definir los modelos de gerencia de datos, cuyo objetivo es proveer de antecedentes técnicos de apoyo a la toma de decisiones, acerca de la gestión del agua en una determinada cuenca dado un determinado escenario. Dentro de esta área se ven temas como determinar los de sistemas eficientes de almacenamiento de información sobre el agua en una cuenca (módulos de restitución, actualización y validación de datos) y los modelos con sus respectivos módulos (simulación de los procesos de precipitación-escorrentía y transporte, simulación de la gestión integral de cuencas incluyendo criterios cualitativos, y análisis económicos de la gestión, etc.).

Los *SAD* proveen información tanto a los operadores de sistemas como a los usuarios, por medio de sus subsistemas principales antes mencionados: El subsistema de administración de datos (base de datos) y el subsistema de administración de modelos. A continuación se presenta el análisis y la descripción de estos sistemas.

1.6.1. Sub-sistema de administración de datos.

Este subsistema se refiere a un archivo especializado en forma de “base de datos” planteada generalmente como una data warehouse, donde la información debe estar cuidadosamente documentada y fácil de acceder, la complejidad dificultará solo el acceso de los usuarios.

Los expertos coinciden en que el éxito de una base de datos depende de que se comience con una identificación de los requerimientos de la actividad. Estos requerimientos son los que determinarán el diseño de la base de datos y los datos que serán necesarios.

Existen una infinidad de estos sistemas de manejo de bases de datos, tanto para datos climáticos como hidrológicos, o mixtos, también los hay combinados con parámetros relacionados con la agricultura, pronósticos, gestión de los recursos hídricos, políticas, etc., El diseño o la compra de la base de datos depende de muchos factores, adecuados a las necesidades de los usuarios y su disponibilidad técnica y económica.

Más adelante mencionaremos algunos sistemas de bases de datos, recomendadas por organismos relacionados con al administración de los recursos hídricos y algunos productos desarrollados en algunos servicios hidrometeorológicos.

La OMM a través de su programa HOMS (Sistema de Hidrología Operativa) recomienda una serie de programas informáticos, de los cuales los más relevantes son:

- HYDATA – base de datos hidrológicos y sistema de análisis, es un programa informático fácil de utilizar, a base de menús, que permite almacenar, verificar, procesar, presentar y analizar los diversos tipos de datos que se obtienen con mayor frecuencia en estudios hidrológicos, tales como: niveles de los ríos, en diferentes períodos (por ejemplo, intervalos de pocos minutos, diarios y mensuales); caudales fluviales, datos del régimen de lluvias y niveles y volumen de almacenamiento de embalses y lagos, así como datos más generales como la temperatura o la evaporación.
- DAWACO - paquete de base de datos para datos hidrológicos y meteorológicos permite la entrada, almacenamiento, recuperación y presentación de datos hidrológicos y meteorológicos. Este paquete esta enteramente basado en menús, que permite manejar los siguientes tipos de datos: Características de pozos, descripciones litológicas, mediciones de nivel de agua subterránea, mediciones de calidad de agua subterránea, extracciones de agua subterránea, datos meteorológicos
- HYSDIS - programa para la gestión de datos de series de tiempo. Tiene el fin de proporcionar un sistema exhaustivo basado en ordenador personal para la adquisición, gestión, análisis y presentación de datos hidrológicos o climáticos. La serie de gestión de datos HYDSYS proporciona una solución completa a la gestión de datos ambientales incorporando componentes de gestión de series de datos de tiempo, información de perforaciones hidrogeológicas y datos de calidad de agua, mapas interface y herramientas de modelación. La serie de productos HYDSYS es utilizada por organizaciones que necesitan administrar grandes cantidades de datos.
- TIDEDA - programa informático para el archivo y recuperación de datos que varían con el tiempo, tiene la finalidad de almacenar datos hidrológicos y efectuar las operaciones siguientes: importación de datos de digitalizadores y registradores de datos (manualmente y con otros programas informáticos); edición y presentación de los datos; recuperación de los datos en cualquier formato que sea necesario, y simulaciones con vistas a su verificación y análisis.

- HYQUAL – Base de datos sobre la calidad del agua, desarrollada para ayudar a organizar el almacenamiento y análisis de los datos sobre la calidad del agua. De gran utilidad en organismos que deban almacenar datos de muestras de agua destinada al consumo, la higiene, la agricultura, la industria, o con fines de recreación.
- CLICOM - es un sistema de Administración de Base de Datos Climáticos. Entrada de datos (Metadatos – Estación e Instrumentos, datos climáticos, minutarios, Horarios (superficie, altura), diarios, decídales, mensuales, anuales, normales) control de calidad (Validación, control de área), Importación de datos digitales, extracción de datos, exportación de datos, Inventario de Datos, salidas o productos (tabulaciones de resumen de análisis estadísticos, típicas de análisis estadísticos, ploteo de series de datos (1 o más variables), rosa de los Vientos, sondeo, etc.), Administración del Sistema (Niveles de Seguridad, conectividad, respaldo y recuperación, ayudas contextuales, Log de errores, estadísticas de transacciones, monitoreo y otras
- HYDRACCESS - su autor es Philippe Vauchel, Hidrólogo del IRD (Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo), y el software pertenece al IRD. Es un software completo, homogéneo y de fácil manejo, que permite importar y guardar varios tipos de datos hidrológicos en una base de datos en formato Microsoft Access 2000, y realizar los procesamientos básicos que un hidrólogo pueda necesitar. Fue desarrollado por un hidrólogo para hidrólogos. Su desarrollo empezó en el año 2000, y se ha continuado con regularidad desde esta fecha. Hydraccess existe en francés, español e inglés. Es disponible en forma gratuita, desligando el autor del software y el IRD de toda responsabilidad en caso de mal funcionamiento. Hydraccess conviene al procesamiento de datos desde las microcuencas hasta grandes ríos, esta destinada a los estudiantes, ingenieros o investigadores que deseen administrar, visualizar y procesar datos hidrológicos, en gráficos simples o comparativos, que es posible desfilarse libremente bajo la base de datos ACCESS y de la hoja de cálculo EXCEL.
- GOFUVI – Es una base de datos de restitución, actualización y validación de datos hidrológicos, está estructurada en distintos apartados. Un primer apartado contiene datos históricos. El segundo apartado recoge diversos datos meteorológicos, de satélite o de boyas oceanográficas, mientras que el tercero almacena datos de batimetría. El cuarto apartado contiene datos de temperatura, salinidad y eventualmente fluorescencia de un conjunto de estaciones denominadas radial IEO. Se hace notar que los datos relativos a un proyecto de investigación están ubicados dentro del apartado correspondiente a cada proyecto.
- SISMET – es un sistema de procesamiento de datos meteorológicos desarrollado en el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – Bolivia). este sistema genera una base de datos y metadatos sobre información meteorológica.

Este sistema contiene datos relevantes para las situaciones a analizar, que estará caracterizada por un Sistema manejador de datos, almacén de datos, interpretación de datos, Bases de datos especiales e independientes, extracción de datos de fuentes privadas, internas y externas, acceso a la red en revisión de datos, servidores Web de base de datos, y procesamiento analítico de control de calidad en línea.

- ORACLE - es un sistema de gestión de base de datos relacional (o RDBMS por el acrónimo en inglés de Relational Data Base Management System), fabricado por Oracle Corporation. Se considera a Oracle como uno de los sistemas de bases de datos más completos, destacando su: Soporte de transacciones, estabilidad, escalabilidad, es multiplataforma. Su mayor defecto es su enorme precio, que es de varios miles de euros (según versiones y licencias).

Otro aspecto que ha sido criticado por algunos especialistas es la seguridad de la plataforma, y las políticas de suministro de parches de seguridad, modificadas a comienzos de 2005 y que incrementan el nivel de exposición de los usuarios. Aunque su dominio en el mercado de servidores empresariales ha sido casi total hasta hace poco, recientemente sufre la competencia del Microsoft SQL Server de Microsoft y de la oferta de otros RDBMS con licencia libre como PostgreSQL, MySQL o Firebird. Las últimas versiones de ORACLE han sido certificadas para poder trabajar bajo Linux.

Todos estos sistemas de manejo de bases de datos obedecen principalmente a las necesidades y capacidad económica de los usuarios que las implementan, las descripciones antes mencionadas denotan un amplio espectro de definiciones y métodos relacionados con el tema del manejo integral de recursos hídricos y la gestión estratégica de sistemas hídricos, cuyas aplicaciones y componentes estructurales básicas (Entrada de datos, almacenamiento, procesamiento, control de calidad, importación de datos digitales, extracción de datos y difusión o presentación.), pueden ser útiles en la implementación eficaz de un SAD.

Es necesario destacar que algunos países de la cuenca tienen una escasa capacidad para adquirir equipos de nueva tecnología, como es el uso del software Oracle, el cual presenta excelentes características y cumple con la necesidad de los Servicios Meteorológicos pero es muy cara su manutención, entrenamiento y el costo de sus licencias. También existen bases de datos elaborados por algunos servicios, como el SENAMHI –Bolivia que elaboro una base de datos denominado SISMET y SISHIDROMET (en revisión), así como también algunos gratuitos como el HYDRACCSESS, elaborados por el IRD, que puede ser obtenido por internet. De esta manera se concluye, que no existe ningún problema con relación a la adquisición de esta clase de sistemas, considerando las opciones mencionadas.

1.6.2. Sub-sistema de administración de modelos.

El análisis de este sub-sistema, enfoca con mayor atención en el modelado de manejo de recursos hídricos, que pueden ser utilizados para investigar asuntos de oferta y demanda de agua sobre la planificación a futuro, coherente con las proyecciones del cambio climático.

Existen una infinidad de modelos relacionados con el manejo integral de agua que han sido enfocados en la comprensión de cómo fluye el agua a través de las cuencas en respuesta a los eventos hidrológicos (por ejemplo, simulaciones hidrológicas y/o hidráulicas) o de cómo distribuir el agua que queda disponible en respuesta a tales eventos (por ejemplo, simulaciones sobre manejo de recursos hídricos).

La lista de estos modelos es demasiado larga para ser mencionada en detalle, de modo que presentare un breve resumen junto con links para acceder a modelos de recursos, (**Cuadro 1**), a continuación se presenta una breve descripción de algunos de los programas computacionales actualmente operativos en el campo de la gestión de sistemas hídricos:

- SWAT - es la herramienta de Evaluación Suelo-Agua del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. El modelo SWAT es una herramienta de simulación hidrológica que tiene sofisticados módulos físicos de cuencas hidrológicas, que describen, entre otros, procesos de precipitación-escorrentía superficial, procesos agrícolas de irrigación, y dinámicas de cuencas puntuales y no puntuales.

- MIKE SHE - es una herramienta de modelado integrado de recursos hídricos capaz de simular todos los procesos principales sobre la fase terrestre del ciclo hidrológico. Fue elaborado por el Instituto Hidráulico Danés (DHI).
- HEC (HSM) - es un Sistema de Modelado Hidrológico que simula los procesos de precipitación-escorrentía superficial de los sistemas de cuencas dendríticas, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Centro de Ingeniería Hidrológica del Ejército de los Estados Unidos.
- HYMOS - modelo para la hidrología de agua superficial y subterránea e incluye simulaciones de precipitación-escorrentía superficial, elaborado por el Laboratorio de Hidráulica de Delft.
- HIDRO-GEST – modelo dedicado a determinar los recursos hídricos disponibles y la demanda equilibrada para cada período de horizonte planificado bajo estudio. Desarrollado por el investigador D. Laureano Escudero, miembro del Centro de Investigación Operativa.
- ECOGES – modelo para análisis económico, optimización económica de la gestión, evalúa el reparto de agua óptimo de acuerdo con criterios de mercado, considera la hidrología, las infraestructuras o condicionantes físicos y los costos de movilización o disposición a pagar por el uso del agua.
- MEvalGes – modelo de evaluación del coste del recurso, calcula el coste del recurso en un punto de la cuenca de acuerdo con los criterios de gestión habituales, evalúa la variación en el valor económico que supone la introducción (o detracción) de una unidad de recurso en un punto en un momento dado, establece resguardos para avenidas en embalses que obligan a verter agua.
- ActVal - Programa para la restitución automática a régimen natural y validación de aportaciones hidrológicas en una cuenca. Proporciona estado inicial de la cuenca para análisis de la gestión en tiempo real. Utiliza información de sistemas externos e internos de la cuenca. Interface gráfica para la revisión y validación de la restitución automática.
- ILWIS - (Meijerink A.M.J.; Mannaerts, C.M.; De Brower H.A. y Valenzuela C.R., 1993) acoplan datos de satélite y de terreno a un modelo y a una base de reglas en un GIS para evaluar la magnitud de la degradación ambiental en una extensa área de captación tropical. El GIS ha sido usado para varios modelos aproximados y aplicado aquí a la evaluación del riesgo de erosión-sedimentación con el objeto de determinar la presente y futura degradación de suelos y especialmente en las áreas fuente de los sedimentos.

Con un modelo bien ajustado del mapa ecológico, se pueden producir escenarios que indiquen donde conviene trabajar para incrementar la producción agrícola (aguas arriba) y determinar las áreas de peligro de aluviones (aguas abajo). Los múltiples escenarios de alternativas de manejo que se pueden graficar, permiten ayudar a los tomadores de decisión evaluando la interrelación entre la productividad económica y la degradación ambiental en toda la extensión del área de captación tropical analizada.

- IRAS - (Interactive River and Acuífer Simulation) de Taylor M., Loucks D. y French, P. (1995), puede simular escurrimientos y almacenamientos de agua, calidad de agua, y energía hidroeléctrica consumida y producida por un sistema de embalses superficiales y subterráneos interdependientes. Posee una interfaz gráfica que permite al usuario introducir datos, operar el modelo, producir y visualizar gráficas de series de tiempo y análisis estadístico de los resultados de la simulación. También permite al usuario definir y cuantificar la vulnerabilidad, resiliencia y ocurrencia de fallo del sistema de aguas modelado. Por lo tanto IRAS permite ayudar a identificar el rango y

probabilidad de variados impactos asociados con una política de operación diseñada para un sistema particular.

Cabe también mencionar a los modelos hidrodinámicos, estos modelos son desarrollados para rastrear la propagación del agua a través de un sistema de cuencas en periodos de tiempo muy cortos (por ejemplo, minutos u horas). Sus aplicaciones incluyen el mapeo de las inundaciones y el pronóstico de las inundaciones, y desde la perspectiva del cambio climático, este tipo de modelos pueden ser utilizados para estudiar los efectos de la interacción entre la subida de nivel del mar y los cambios en la descarga de agua dulce a sistemas de bahía-delta a la escala del evento.

Modelos de este tipo se describen a continuación:

- DELFT3D de Delft - modelo hidrodinámico de dos y tres dimensiones que puede simular flujos y transporte irregulares que resultan de presiones meteorológicas y de marea.
- MIKE21 y el MIKE3 - simula la hidráulica, la calidad del agua y el transporte de sedimento en ríos, lagos y áreas costeras y pueden ser utilizados para estudios de cuencas locales y regionales. Desarrollado por el Instituto Hidráulico Danés
- HEC-RAS - que es un modelo unidimensional para cálculos hidráulicos y perfiles de agua superficial.
- PATRICAL- simulador de procesos de precipitación, escorrentía y transporte en tramos de Redes Integradas con evaluación de la Calidad de las aportaciones.
- GESCAL - modelo de simulación de la gestión integral de cuencas incluyendo criterios cualitativos. (calidad del agua en una cuenca, modelación tanto embalses como tramos de río)
- MAGIC - siglas de Modelación Analítica Genérica Integrada de Cuencas , es un software desarrollado por la DGA de Chile la modelación integral de la cuenca del Maule.
- Visual Modflow v.3.0 - usado para la modelación Hidrogeológica.
- SIMED - modelo de Simulación de Caudales Medios Diarios en Cuencas Pluviales. Desarrollado por la DGA con el fin de detallar y profundizar los cálculos en la estimación de la escorrentía en cuencas pluviales no controladas.

La FAO recomienda una serie de programas informáticos, que pueden ser incluidos en el SAD y contribuir con la gestión estratégica de los recursos hídricos, estos sistemas de información están relacionadas sobre el uso del agua en la agricultura, con la elaboración y gestión de sistemas de irrigación, sistema de información y cartografía sobre la inseguridad alimentaria y la vulnerabilidad, métodos y técnicas para la supervisión ambiental, previsiones agrícolas, sistemas de altera, etc. La descripción de estos sistemas esta detalla a continuación:

- AQUASTAT - es el sistema de información mundial sobre el uso del agua en la agricultura y el medio rural, elaborado por la Dirección de Fomento de Tierras y Agua de la FAO. Este sistema ofrece al usuario una amplia información de la situación de la gestión del agua para la agricultura en todo el mundo, con énfasis en los países en desarrollo y en los países en transición.
- CROPWAT - es un útil instrumento de apoyo para los agrometeorólogos, agrónomos e ingenieros de riego, para el cálculo estándar en los estudios de la evapotranspiración y consumo de agua de los cultivos, y más específicamente para elaborar y gestionar sistemas de irrigación. Ayuda a elaborar recomendaciones para llevar a cabo mejores

prácticas de riego, planificar los calendarios de riego en diversas condiciones del suministro de agua, y para evaluar la producción en sistemas de secano o con escasa irrigación,

- CLIMWAT - Base de datos que se utiliza en combinación con el programa electrónico CROPWAT. Sirve para calcular las necesidades de agua de los cultivos, el suministro para irrigación y el calendario de riego de diversos cultivos en una variedad de centros climatológicos de todo el mundo.
- GTOS - el Sistema Mundial de Observación Terrestre (GTOS) proporciona los datos necesarios para gestionar las modificaciones que se presentan en la capacidad de los ecosistemas terrestres respecto al desarrollo sostenible. También contiene un directorio internacional de sitios y redes que realizan actividades de seguimiento e investigación terrestres de largo plazo.
- KIMS - el Sistema de cartografía de los principales indicadores (KIMS) ha sido elaborado por el Centro de Información Agraria Mundial (WAICENT) para el Sistema de información y cartografía sobre la inseguridad alimentaria y la vulnerabilidad (SICIAV). El KIMS es un programa fácil de utilizar, al alcance de las personas que no son expertas en los sistemas de información mundial y se elaboró con el propósito específico de recopilar, ubicar cartográficamente y difundir los indicadores relativos a la inseguridad alimentaria y la vulnerabilidad.
- METART - proporciona imágenes de satélite de baja resolución, datos meteorológicos y productos derivados, así como información de programas informáticos, métodos y técnicas para la supervisión ambiental, previsiones agrícolas, sistemas de altera y lucha contra la langosta del desierto.
- SICIAV - los sistemas de información sobre la seguridad alimentaria y la vulnerabilidad, son redes de sistemas que reúnen, analizan y difunden información sobre el problema de la inseguridad alimentaria y la vulnerabilidad. Los SICIAV se proponen crear conciencia de las cuestiones relativas a la seguridad alimentaria, mejorar la calidad de los datos relacionados y los análisis de la seguridad alimentaria, facilitar la integración de información complementaria y promover un mejor entendimiento de las necesidades del usuario, así como mejorar la utilización y difusión de información.
- SMIA - el Sistema Mundial de Información y Alerta sobre la Alimentación y la Agricultura presenta boletines periódicos sobre las perspectivas de los alimentos, las cosechas y la escasez, la situación del suministro de alimentos y las perspectivas de los cultivos, el clima y alertas regionales o por países.

Haciendo un breve análisis de todos estos modelos computacionales, se concluye que todos estos sistemas tienen objetivos similares, y que todos coinciden en el planteamiento relacionado al sistema biofísico de los factores que delimitan la demanda de agua, la disponibilidad de agua y su movimiento a lo largo de las cuencas, así como los factores relacionados al sistema de manejo socioeconómico que delimitan la manera en que el agua disponible es almacenada, asignada, regulada y entregada dentro o entre fronteras de cuencas.

Este tipo de herramientas de modelado hidrológico simulan los procesos físicos, incluyendo precipitación, evapotranspiración, escurrimiento superficial, infiltración y flujo de agua subterránea. En sistemas manejados, también se justifica la operación de estructuras hidráulicas tales como diques y desvíos así como los factores institucionales que gobiernan la asignación del agua entre demandas competitivas, incluyendo la demanda de consumo para el abastecimiento de agua agrícola y urbana, y la demanda de no-consumo para la generación de energía hidráulica o la protección de ecosistemas.

Cuadro 1. Modelos hidrológicos

<p>Hidrología de Cuencas</p> <p>WEAP21: http://WEAP21.org/ (sin costo para países en vías de desarrollo) SWAT: http://www.brc.tamus.edu/swat/ (sin costo) HEC-HMS: http://www.hec.usace.army.mil/ (sin costo) USGS MMS-PRMS: http://wwwbrr.cr.usgs.gov/projects/SW_precip_runoff/mms/ (sin costo) MIKE-SHE: http://www.dhisoftware.com/mikeshe/ HYMOS: http://www.wldelft.nl/soft/hymos/int/index.html</p> <p>Simulación Hidráulica</p> <p>HEC-RAS: http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/ (sin costo) MIKE21: http://www.dhisoftware.com/ Delft3d: http://www.wldelft.nl/soft/intro/</p> <p>Modelos de Manejo de Recursos Hídricos (planificación y operación)</p> <p>WEAP21: http://WEAP21.org/ (sin costo para países en vías de desarrollo e incluye un módulo hidrológico incorporado) Aquarius: http://www.fs.fed.us/rm/value/docs/aquadoc01.pdf/ (sin costo) RIBASIM: http://www.wldelft.nl/soft/ribasim/ MIKE BASIN: http://www.dhisoftware.com/mikebasin/Download/ HEC-ResSim: http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ressim/hecessim-hecessim.htm (sin costo)</p>

Fuente: Gerencia de Medio Ambiente, Madrid - España.

En resumen, las tareas y propósitos de los modelos de esta clase están delineadas en general por los siguientes aspectos:

- Son herramientas de ayuda para la planificación y gestión de cuencas hidrográficas,
- Son herramientas de soporte de información hidrológica,
- Efectúan una planificación (a largo plazo): Evaluación de recursos hídricos, evaluación de rendimiento de nuevas infraestructuras (presas, canales, etc.), análisis de diferentes alternativas de actuación (nuevos usos del agua), valoración económica de la gestión (análisis económico de la gestión, valoración del coste del recurso), evaluación ecológica y de calidad del agua a nivel de cuenca (efecto de diferentes alternativas de gestión sobre la calidad), y diseño de reglas de operación de embalses, acuíferos, demandas, canales, etc.
- Realizan una Gestión relacionada con la evaluación del riesgo asociado a la gestión (simulación de la gestión integral de cuencas incluyendo criterios cualitativos),

2. SISTEMAS DE APOYO A LA DECISIÓN EXISTENTES EN LA CUENCA.

Desde el inicio de la consultaría se intento hacer el análisis de la disponibilidad de sistemas de información y sistemas de apoyo a la decisión en cada uno de los países integrantes de la cuenca del río Amazonas, pero esta información esta pendiente y parcialmente ausente por falta de respuesta de los coordinadores nacionales responsables de la coordinación con los consultores (solo un par de ellos respondió).

Por lo tanto, se opto por recurrir a la información disponible en Internet, a pesar de los errores en que se podría incurrir utilizando este medio, uno de los mas importantes, es el de tomar

información no actualizada por el cambio dinámico a que esta sujeta, otra es obviar alguna información importante.

De todas maneras el análisis se basó en dos aspectos inherentes a los objetivos de la consultoría: los SADs propiamente dichos, y los sistemas de información de recursos hídricos existentes en los ocho países, los cuales forman parte intrínseca e importante de los primeros. Con este motivo mencionaremos algunas de las fuentes más relevantes:

- Taller Nacional “Visión común para la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca del río Amazonas” PROYECTO GEF AMAZONAS – OTCA/PNUMA/OEA (Iquitos, Perú, 19-20 de julio de 2006).
- Sistema de Apoyo a la Gobernabilidad del Agua (SAGA). Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP): www.unesco.org/water/wwap/index_es.shtml
- Sistema de Apoyo a la Gobernabilidad del Agua (SAGA). Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua para todos, Agua para la vida (WWDR): www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index_es.shtml
- III Foro Mundial del Agua (Kyoto, Japón, 2003)
- Taller “Sistemas de información sobre los recursos del agua” (Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 24 - 25 de junio del 2002)
- IV Jornadas técnicas sobre el sistema iberoamericano de información sobre el agua (SIAGUA), (Colombia, Cartagena de Indias, 10- 12 de julio de 2001)
- “Visión Mundial del Agua – que el agua sea asunto de todos” producido por el Consejo Mundial del Agua (William Crosgrove y Frank Rijsbernan, 2000).
- “Sistemas de Apoyo a la Decisión para gestión cuantitativa, cualitativa y ambiental de cuencas hidrográficas” Universidad Politécnica de Valencia (Joaquín Andreu Álvarez, 2002)
- Las Reglas de Helsinki (1966), que sentaron las bases de los principios internacionales para las aguas transfronterizas e influyeron en numerosos tratados fluviales específicos.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (Estocolmo, 1972), que consideró el tema del agua de relevancia ambiental.
- “Agua para el Siglo XXI: de la Visión a la Acción para América del Sur” contando además con informes nacionales, realizados por el South American Technical Advisory Committee (SAMTAC) de la Global Water Partnership (GWP, 2000)
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (Mar del Plata, 1977), que precisó el concepto de recursos hídricos transfronterizos, significando bajo ese término tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas.
- Documentos de Visión de los Países del Cono Sur Red InterAmericana de Recursos Hídricos (OEA) y UNESCO.
- Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (Dublín, 1992) que señaló la necesidad de preservar la calidad de las aguas subterráneas y encomendó a los países manejar y conservar el recurso agua a través de procesos de descentralización, conforme a sus capacidades y en el marco de la cooperación internacional.
- La Cumbre para la Tierra (Conferencia de Río de 1992) que resaltó la necesidad de proteger el agua dulce e hizo referencia a la necesidad del manejo integrado y planeamiento de las aguas superficiales y subterráneas, definiendo al recurso agua como un bien de valor social, económico y ambiental.

- Documentos presentados en el Seminario Water Week (Banco Mundial, 2002)

Como resultado de este análisis parcial, se observa que en todos los países de la cuenca Amazónica se ha venido tomando relevancia en el manejo de los recursos naturales, en especial, en el control del aprovechamiento de los recursos renovables como el hídrico. Para ello, en las últimas décadas se han venido generando diferentes estrategias en cada país, tendientes a generar el aprovechamiento óptimo del agua, el cual garantice la eficiencia de la gestión pública en términos económicos, ambientales y sociales.

Así también, en los últimos años ha venido creciendo, con una aceleración antes no advertida, el interés sobre el tema denominado en diferentes instituciones de investigación, “Manejo Integral de los Recursos Hídricos”, “La Gestión del Agua y las Cuencas”, “Manejo de Cuencas Hidrográficas”, “Ordenamiento Territorial” y otras similares, cuyo sentido principal es enfocar la atención del Estado en cada nación hacia la Administración eficiente de los Recursos Naturales Renovables (agua, vegetación, etc.) ubicados en la unidad territorial denominada, en común acuerdo, Cuenca Hidrográfica.

La realidad actual nos demuestra, que en cada uno de los ocho países miembros de la cuenca amazónica las instituciones responsables por la gestión de los recursos hídricos, ya sea por su desigual desarrollo en términos institucionales y legales o por sus capacidades económico-financieras, ejecutan sus actividades de gestión de los recursos hídricos de forma aislada y fragmentada. Además, la estructura institucional para la gestión coordinada de recursos hídricos así como los aspectos de gobernabilidad del agua, es reciente, fragmentada y aún muy frágil, con consecuencias negativas para la región.

Si bien en la mayoría de los países existen Sistemas de información de recursos hídricos incluidos el los denominados Sistemas de información Ambientales, podemos constatar que la información del agua esta muy dispersa, es heterogénea e incompleta, encontrándose en instituciones muy diversas, lo cual dificulta intercambio de información y conocimientos entre países y la disponibilidad de productos sobre el estado del arte, gestión y protección ambiental de la cuenca amazónica, para satisfacer las necesidades de distintos niveles de usuarios.

El problema mas grande que enfrenta el Manejo integral de los recursos hídricos en la cuenca amazónica, es justamente la incongruencia entre los sistemas de información de los recursos hídricos existentes, la falta de información de la realidad institucional, la gobernabilidad del agua, políticas, legislación y la participación pública gobernabilidad, y sobre todo la falta de un Sistema de apoyo a la Decisión que proporcione una imagen objetiva de la cuenca, para identificar numéricamente y en términos comparativos el grado de calidad de la información y la gestión de los recursos hídricos, considerando los factores que influyen en la demanda y disponibilidad del recurso agua; lo cual proporcionara a los tomadores de decisión una visión de base técnica de los elementos mínimos necesarios para gestionar adecuadamente los recursos hídricos.

Con respecto a los Sistemas de Apoyo a la Decisión, como tal, no se idéntico en ninguno de los países integrantes de la cuenca amazónica, aunque en la mayoría de estos se constato que existen proyectos muy maduros de diseño e implementación a corto y largo plazo de esta clase de sistemas, incluidos en los denominados sistemas ambientales y sistemas de información de recursos hídricos.

También se definió, que el establecimiento de los *SAD* en la región debe enfrentar muchos desafíos y limitaciones, antes mencionadas, como la capacidad económica para soporte y garantice la sostenibilidad del *SAD*, carencia de una metodología que permita abordar de manera integral el manejo del agua, ausencia de herramientas científicas que permitan abordar las diferentes fases del ciclo hidrológico, la información de los recursos hídricos esta muy dispersa (en instituciones muy diversas) heterogénea e incompleta, la incompatibilidad de métodos y sistemas de información, el deficiente intercambio de información y conocimientos entre países, la ausencia de autoridades de cuenca para asegurar una eficaz coordinación entre los ocho países y la coordinación técnica del proyecto, además de otras de menor relevancia.

Al contrario de los *SAD*, se verifico que los sistemas de información, en cada país, por un lado han mejorado notablemente la cantidad y calidad de la información en los diferentes servicios hidrometeorológicos y que existen, en la mayoría de los países, proyectos de implementación de sistemas de información y gestión de recursos hídricos ya definidos y en algunos casos en actual funcionamiento

En este contexto, es importante señalar que en la mayoría de los países existen servicios hidrológicos (**Cuadro 2.**) y meteorológicos (**Cuadro 3**) que administran la información hidrometeorológica de manera responsable a pesar de sus limitaciones antes mencionadas.

Por lo mencionado anteriormente, sería aconsejable, el marcarnos como meta principal para el OTCA para la siguiente etapa del proyecto, diseñar un *SAD*, como una herramienta consecuente de apoyo, estableciendo una fuente de información sobre el potencial hídrico (oferta) y las características actuales de la gestión de agua y el uso de agua (demanda), así como el análisis de éstos, en el que se de a conocer a las instituciones que administran los recursos hídricos en cada país y su estructura, de forma que sirviera de instrumento de decisión para los Coordinadores del Proyecto y fuera un Sistema de Comunicación para los coordinadores nacionales de cada uno de los ocho países.

En consecuencia, basados en esta fuente de información, la OTCA podrá elaborar proyectos de fortalecimiento, tanto de la estructura técnica e institucional, establecimiento mecanismos de gestión más eficientes e integrados, capaces de englobar y sistematizar los sistemas de información y sistemas de gestión existentes en cada país.

3. CONCLUSIONES

Una vez expuesto el estado del arte de la consultaría, con todos sus pormenores, detallados en los diferentes capítulos, y como producto de ello haber conocido la situación en que se encuentran los distintos países de la cuenca amazónica, con respecto del Sistema de Apoyo a la Decisión y los sistemas de información de recursos hídricos, se llego a las siguientes conclusiones:

- Se ha expuesto detenidamente el contenido y alcance de la actividad II.3. Constatando su importancia y relevancia de los objetivos generales del El Proyecto GEF Amazonas OTCA/PNUMA/OEA.
- Se han dado a conocer, los resultados de este estudio, en ellas se asume la importancia de consolidar el *SAD*, que tendrá entre sus objetivos ser instrumento de apoyo de todas las iniciativas y actividades relacionadas con el Manejo integral y sustentable de los recursos hídricos de la cuenca amazónica.

Cuadro 2. Servicios Hidrológicos

País	Institución	Información Básica
Bolivia	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)	Es un organismo público de ámbito nacional, regional y local. La generación de los datos hidrológicos se realiza en forma pública y privada. El ámbito privado solo se orienta a proyectos específicos. Gerencia las series hidrológicas y meteorológicas a partir de las mediciones hidrométricas y meteorológicas. Tomando como base las series generadas se origina la información gráfica hidrológica. Además, han realizado algunos estudios sobre Recursos Hídricos.
Brasil	Agencia Nacional de Aguas (ANA)	Es un organismo público de ámbito nacional y regional. Se encarga de generar solamente datos hidrológicos. Gerencia las series hidrológicas a partir de las mediciones hidrométricas. Tomando como base las series generadas se origina la información gráfica hidrológica. Además, han realizado algunos Estudios Hidrológicos y sobre Recursos Hídricos.
Colombia	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)	Es del sector público. Se encarga de generar los datos hidrológicos y meteorológicos a nivel nacional. A nivel regional se encarga de la generación de los datos hidrológicos y meteorológicos las Corporaciones Autónomas Regionales, que también son de ámbito público. A nivel local se encarga las Empresas Públicas de Medellín (EPM), es una empresa mixta y se genera datos Meteorológicos e hidrológicos. Gerencia las series hidrológicas, meteorológicas y ambientales a partir de las mediciones hidrométricas, meteorológicas y ambientales. Tomando como base las series generadas se origina la información gráfica hidrológica, meteorológica y ambiental. Además, se realizo varios Estudios Hidrológicos, sobre Recursos Hídricos y Ambientales.
Ecuador	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)	Es del sector público, de orden nacional y se encarga de generar datos hidrológicos y meteorológicos. Gerencia las series hidrológicas y meteorológicas a partir de las mediciones hidrométricas y meteorológicas. Tomando como base las series generadas se origina la información gráfica hidrológica y meteorológica. Además, se realizo varios Estudios Hidrológicos y sobre Recursos Hídricos.
Perú	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)	Es una institución pública de orden nacional, regional y local. Gerencia las series hidrológicas, agrometeorológicas, meteorológicas y ambientales. Tomando como base las series generadas se origina la información gráfica hidrológica, agrometeorológica, meteorológica y ambientales. También, se han realizado varios Estudios Hidrológicos, Agrometeorológicos, sobre Recursos Hídricos y ambientales.

Cuadro 3. Servicios Meteorológicos

País	Institución	Información Básica
Bolivia	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)	Incluye en sus diferentes secciones desde las noticias y novedades acerca del clima y sus implicaciones, hasta el pronóstico y la climatología en Bolivia, imágenes satelitales, un glosario con terminología relacionada con el tema, avisos y alertas, además de otra información de interés.
Brasil	Instituto Nacional de Meteorología (INMET)	Tiene la misión del seguimiento, análisis y previsión del Tiempo y Clima, fundamentados en investigación aplicada, en el trabajo en asociación y en el reparto del conocimiento, con énfasis en resultados prácticos y confiables. Previsión del tiempo online, agrometeorología, imágenes de satélite e información sobre las red de estaciones son algunas herramientas que se puede encontrar en su página web.
Colombia	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)	tiene como función generar conocimiento y producir y suministrar datos e información ambiental, además de realizar estudios, investigaciones, inventarios y actividades de seguimiento y manejo de la información que sirvan para fundamentar la toma de decisiones en materia de política ambiental y para suministrar las bases para el ordenamiento ambiental del territorio, al manejo, el uso y el aprovechamiento de los recursos naturales biofísicos del país.
Ecuador	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)	Tiene la misión de satisfacer las necesidades de información, productos y servicios hidrometeorológicos, elaborados científica y oportunamente, ejerciendo la rectoría y normalización del sector hidrometeorológico nacional, encaminado al desarrollo sustentable del país y con representación internacional.
Perú	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)	Conduce las actividades meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas y ambientales del país, participa en la vigilancia atmosférica mundial y presta servicios especializados para contribuir al desarrollo sostenible, la seguridad y el bienestar nacional.
Venezuela	Servicio de Meteorología de la Aviación	Tiene como misión elaborar y proporcionar pronósticos de tiempo, aeronáuticos y especiales, en apoyo a las operaciones de la fuerza armada y actividades nacionales que así lo requieran.

- Se expusieron los antecedentes, problemática, alcances, posibilidades y limitaciones de los SAD. Tomando en cuenta, la base conceptual, enfoque planeamiento estratégico para la implementación y puesta en marcha del SAD, Infraestructura material y humana necesaria, base conceptual y enfoque, planeamiento estratégico, infraestructura material y humana necesaria para la implementación y puesta en marcha del SAD.

- En este estudio se evaluó la ejecución, diseño e implementación del *SAD*, constatando el cumplimiento de los objetivos previstos y desde un punto de vista regional.
- Se expusieron otras iniciativas internacionales en el ámbito de los Sistemas de Apoyo a la Decisión, sistemas de información, sistemas de administración de datos y modelos, sobre el agua, asumiendo su funcionalidad incongruencias e incompatibilidades.
- Se ha revisado parcialmente la situación actual de los países con respecto a la existencia en ellos de *SAD* y Sistemas de información hidrológica, constatando que por un lado no existen *SAD* como tal, en ninguno de los países en cuestión, por otro lado se denota que los sistemas de Información de recursos hídricos están ya consolidados y que han mejorado notablemente en la cantidad y calidad de la información y que además existen proyectos muy maduros y de implementación a corto plazo de *SAD* y sistemas de información de recursos hídricos en la mayoría de los países que todavía no disponen de ellos.
- Se identificaron los problemas mas relevantes que enfrenta el Manejo integral de los recursos hídricos en la cuenca amazónica, con relación a la existencia y futura implementación de un *SAD*; como la incongruencia entre los sistemas de información de los recursos hídricos existentes, la falta de información de la realidad institucional, la gobernabilidad del agua, políticas, legislación y la participación pública; la poca capacidad económica para soportar y garantizar la sostenibilidad del *SAD*; La ejecución de actividades de gestión de los recursos hídricos de forma aislada y fragmentada; la carencia de una metodología que permita abordar de manera integral el manejo del agua y ausencia de herramientas científicas; la información de los recursos hídricos esta muy dispersa heterogénea e incompleta; la incompatibilidad de métodos y sistemas de información; el deficiente intercambio de información y conocimientos entre países; la ausencia de autoridades de cuenca para asegurar una eficaz coordinación entre los ocho países y la coordinación técnica del proyecto, además de muchas otras de menor relevancia.
- En conclusión, el *SAD* se confirma y consolida como un instrumento valioso de apoyo, difusión y conocimiento de la información sobre los recursos hídricos , para un eficaz manejo sustentable e integral de los recursos hídricos, en los temas referentes al manejo de la oferta hídrica para aumentar la disponibilidad de agua en el tiempo y en el espacio, la gestión de la demanda para lograr la más alta eficiencia en la utilización del agua, las interacciones sectoriales con las actividades económicas, el equilibrio de la demanda de los diferentes sectores, y la preservación de la integridad de los ecosistemas que dependen del agua y el control de los acuíferos de poca profundidad.
- Como una contribución al presente estudio, se presentan dos productos como resultado del análisis realizado en los diferentes capítulos: Los Términos de Referencia para el desarrollo e implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión, y una propuesta técnica para la ejecución de dicho sistema, que fue sugerida por el coordinador del proyecto, cuyas descripciones están detalladas en los anexos de este documento.

4. RECOMENDACIONES.

Las recomendaciones que surgieron de este estudio están basadas fundamentalmente en las conclusiones que de esta se derivan y en los resultados obtenidos en los diferentes capítulos. Las más destacadas se presentan a continuación:

- Se recomienda, el marcar como meta principal de la OTCA, para la siguiente etapa del proyecto, la inmediata elaboración e implementación del Sistema de Apoyo a la

Decisión – *SAD*, bajo el cumplimiento de los objetivos previstos en los términos de referencia, por constituirse la herramienta básica para la consecución del proyecto.

- Se recomienda que, los ocho países integrantes de la cuenca, desarrollen, en las medidas de sus posibilidades acciones de fortalecimiento e integración de los sistemas de adquisición de datos hidro-meteorológicos y hidro-climatológicos así como las redes de usuarios en los países de la Cuenca.
- Se recomienda que es importante formalizar política e institucionalmente a las Autoridades de Cuenca y los puntos focales nacionales, mediante la solicitud oficial para el efecto, por parte de la OTCA a través de la Director de la Oficina de Desarrollo Sustentable de la Secretaría-General de la Organización de los Estados Americanos (DDS-SG/OEA), bajo la orientación técnica y administrativa del Coordinador de la Unidad Nacional de Preparación del Proyecto en conjunto con El Coordinador Técnico y el Coordinador Internacional del Proyecto GEF Amazonía.
- La formalización es necesaria para que se implique a una institución y a un coordinador o responsable en la ejecución, diseño e implementación del *SAD* y en la financiación de la correspondiente Autoridad de Cuenca y los puntos focales nacionales
- Es importante que cada país decida donde ubicar a la Autoridades de cuenca y el Punto focal nacional, ya que es el que va a realizar la recogida de datos y su puesta en marcha del *SAD*.
- Se debe considerar la utilidad y valor añadido que aportaría a este sistema la incorporación de datos estrictamente técnicos relacionados con la gestión y calidad de los recursos hídricos. Incorporar estos datos al *SAD* implica avanzar, con carácter previo, en una cierta homogeneización de los parámetros e indicadores utilizados en los distintos países que cuentan ya con un sistema de información formalmente establecido.
- Cada país debe comprometerse a comenzar con la recopilación de la información existente y usada en cada país, para ser analizados y seleccionar aquellos que sean susceptibles, antes de ser incorporados al *SAD* proyectado.
- Se recomienda que el *SAD*, debe ser planteado como un conjunto de sistemas de Información de recursos hídricos (redes hidrometeorológicas, cartografía, uso y demanda de recursos hídricos, servicios básicos, aguas superficiales y subterráneas) y de sistemas de Gestión (existencia de normativas, capacidad de planificación y modelo de gestión) cuya existencia, o ausencia, determinaran el grado en que el recurso hídrico puede ser administrado con mayor o menor eficacia.
- Los dos sistemas mencionados, deben ser sujetos a un análisis y medición determinado. Es a partir de la medición de elementos de cuantificación o indicadores, que se propone lograr una correcta administrar los recursos hídricos, proveer servicios eficientemente y formular e implementar políticas y regulaciones efectivas.
- El *SAD*, debe constituirse en una herramienta consecuente de apoyo, estableciéndose como una fuente de información sobre el potencial hídrico (oferta) y las características actuales de la gestión de agua y el uso de agua (demanda), así como el análisis de éstos, en el que se de a conocer a las instituciones que administran los recursos hídricos en cada país y su estructura, de forma que sirviera de instrumento de decisión para los Coordinadores del Proyecto y fuera un Sistema de Comunicación para los coordinadores nacionales de cada uno de los ocho países.

La OTCA, basándose en esta fuente de información podrá elaborar proyectos de fortalecimiento, tanto de la estructura técnica e institucional, establecimiento mecanismos de gestión, más eficientes e integrados, capaces de englobar y sistematizar los sistemas de información y sistemas de gestión existentes en cada país.

- El *SAD* debe constituirse en la herramienta fundamental del plan de Operaciones para ejecutar claramente el objetivo principal del PDF-B, que es la preparación de los términos de referencia y del documento del Proyecto full-sized,; por que este sistema le proporcionará al proyecto, un buen conocimiento del manejo sustentable e integral de los recursos hídricos, de su administración, organización y una visión estratégica de la contribución que la información puede brindar para su éxito.
- De acuerdo al análisis de todas las iniciativas internacionales en el ámbito de los Sistemas de Apoyo a la Decisión, sistemas de información, sistemas de administración de datos y modelos; es muy importante que se haga una buena elección de estos sistemas, asumiendo su funcionalidad incongruencias e incompatibilidades y costos de las mismas.
- Como conclusión a estas recomendaciones se exhorta la elaboración y la implementación del *SAD* en base a la propuesta metodológica del Sistema de Gobernabilidad del Agua (SAGA) desarrollado por el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) para la cuenca del Plata. El planteamiento metodológico de este sistema, se adecua muy bien a nuestra disponibilidad económica, respaldo político, aceptación social y aplicación de tecnologías adecuadas a la región suramericana.
En comparación a otras herramientas metodológicas utilizadas por los países desarrollados que exigen inversiones económicas muy superiores a la capacidad existente en nuestros países, el SAGA representa un sistema versátil y de bajo costo.
- Una vez elaborado el *SAD*, de acuerdo a los trabajos específicos que se propongan, se debe llevar a efecto la actualización y capacitación de los funcionarios responsables del manejo y control del *SAD* de las instituciones involucradas, a través de cursos, talleres, seminarios, etc. La capacitación deberá ofrecer a los participantes, un conocimiento general acerca de la estructura del *SAD*, sus tareas específicas, trabajo operacional, mantenimiento, etc. Esta actividad estará condicionada por la coordinación del Proyecto, el cual definirá la fecha de realización y los fondos correspondientes que posibiliten la realización de dicho taller.

5. PRODUCTOS ADICIONALES

A sugerencia del coordinador técnico del proyecto, como una contribución al presente estudio, en los anexos se presentan dos productos como resultado del análisis realizado en los diferentes capítulos, por un lado, Los Términos de Referencia para el desarrollo e implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión (**Anexo 1.**), y por el otro, una propuesta técnica para la ejecución de dicho sistema (**Anexo 2.**).

6. PRINCIPALES ACTORES

Miguel A. Ontiveros Mollinedo

Consultor

Calle Junin N° 851 Edif. Minerva Dpto. 6B-1

Tel.: (591) 4 - 4524217

Fax.: (591) 4 - 4240243

E-mail: dr.ontiveros@gmail.com

Carlos Diaz Escobar

Coordinador Nacional del proyecto

Calle Reyes Ortiz N° 41

Tel.: (591) 2 - 2355824
Fax.: (591) 2 - 2392413
E-mail: cdiaz@senamhi.gov.bo

Norbert Fenzl

Coordinador del proyecto
Proyecto GEF Amazonas OTCA / PNUMA / OEA
SHIS QI 5 – Conjunto 16, Casa 21 – Lago Sul
71615-160 Brasília, DF Brasil
Telf.: (5561) 3248.4233
Fax : (5561) 3248.4238
E-mail: norbert@ufpa.br

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ABBOT, M.; BATHURST, J.; CUNGE J.; O'CONNEL, P.; RASMUSSEN, J. An introduction to the SHE. En: Journal of Hydrology, No. 87. Amsterdam: 1986.

AGRAWAL, A; NARAIN, S.; Wisdom, D. Rise, fall and potencial of India's tradicional water harvesting systems. New Delhi. Centre for Science and Environment: 1997.

ALDUNATE BALESTRA, C. El factor ecológico.- Las mil caras del pensamiento verde. Santiago de Chile: LOM: 2001

ANDREU, R.; RICART, J.; VALOR, J. La Organización en la Era de la Información, McGraw-Hill: 1997.

ANDREU, R.; ÁLVAREZ, J.; PULIDO VELÁZQUEZ, M.; COLLAZOS, G. Methodology and tools for integrated Assessment of the resource and environmental requirements cost. Application to then Water Framework Directive. Second International Workshop on implementing economic analysis in the WFD. Francia: Paris: 2004.

ANDREU, R.; ÁLVAREZ, J. Sistemas de Apoyo a la Decisión para gestión cuantitativa, cualitativa y ambiental de cuencas hidrográficas. Universidad Politécnica de Valencia. España: 2002.

APOLLIN, F. La renegociación de los derechos de agua en el antiguo sistema de riego de Urcuqui, en: Boelens, R./ Hoogendam. P. (ved.), Ecuador: 2001. p. 261-80.

ARNOLD, J.E.M. Managing forests as common property. Rome, FAO: 1998.

BARROS, O. Reingeniería de Procesos de Negocios, Editorial Dolmen, 1996

BLACK, M.; BHATIA, R.; MURENGA, K. (2003): Poverty Reduction and IWRM. Stockholm, Global Water Partnership, Background Papers No.8.

BOELEN, R.; DÁVILA, G. Searching for equity.- Conceptions of justice and equity in peasant irrigation. Assen/ Netherlands, Van Gorcum: 1998.

- BOELEN, R.; HOOGEN, P. Derechos de agua y acción colectiva. Instituto de Estudios peruanos. Lima: 2001.
- BOELEN, R.; DOORNBOS, B. Derechos de agua y el empoderamiento en medio de marcos normativos conflictivos en Ceceles, en: Boelens, R/ Hoogendam, P. (dto) Ecuador: 2001.p. 281-306.
- BATHURST J. Sensitivity analysis of the Système Hydrologique Européen for an upland catchment. En: Journal of Hydrology, No. 87. Ámsterdam: 1986.
- BROOKS, D. Water: Local-level Management. International Development Research. Centre (IDRC). Ottawa: 2002.
- BUCKLES, D. Cultivar la Paz.- Conflicto y colaboración en el manejo de los recursos naturales. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID). Ottawa: 2002.
- CANCINO B., C. Conflicto de aguas de regadío en el sector las Pataguas, Valdivia de Paine, en: Actas del III Encuentro de las Aguas.- Agua, Vida y Desarrollo, IICA; Ministerio de Obras Públicas. Santiago de Chile: 2001.
- CEPAL. Los procesos naturales y artificiales en la transformación de la estructura productiva; LC/R. 1459. Santiago de Chile: 1994.
- CENTER FOR PUBLIC INTEGRITY. The Water Barons. Washington, International Consortium of Investigative Journalism <http://www.icij.org/dtaweb/water/> : 2003.
- CISTERNAS, C. Planificación Estratégica de Tecnologías de Información: Aplicación en la Universidad de Talca, Proyecto de Tesis para la obtención del grado de Magister en Informática en la U. de Santiago de Chile: 2000.
- CONCIENCIAS; IDEA; MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE; UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Hacia una política de investigación ambiental. Informe. Bogotá: 1998.
- COLLAZOS, G.; ANDREU ÁLVAREZ, J.; PULIDO VELÁZQUEZ, M. SSD para el análisis económico de Sistemas de Recursos Hídricos'. Trabajo aceptado para el IV Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua, Tortosa (España): 2004.
- COLLAZOS, G.; ANDREU ÁLVAREZ, J.; PULIDO VELÁZQUEZ, M. Utilidad de los modelos hidroeconómicos para el análisis económico de la DMA. Jornadas AIRH-GE, Madrid: 2004
- CONWAY, T.; MOSER, C.; NORTON, A.; FARRINGTON, J. Rights and Livelihoods approaches: Exploring Policy Dimensions, in: Natural Resource Perspectives, Overseas Development Institute, Londres: 2002.
- CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE . Estocolmo: 1972.
- CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL AGUA. Mar del Plata: 1977.

CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE. Dublín: 1992.

CONFERENCIA DE RÍO. La Cumbre para la Tierra. Rio de Janeiro: 1992.

CORPONOR Plan de Gestión Ambiental Regional. Cucuta. Colombia: 1999.

COWARD, E. W. Property in action. Alternatives for irrigation investment. Workshop on Water Management and Policy. University de Khon Kaen, Tailandia: .1983.

CROSGROVE, W.; RIJSBERNAN, F. Visión Mundial del Agua – que el agua sea asunto de todos. Producido por el Consejo Mundial del Agua: 2000.

DIVISIÓN DE RECURSOS NATURALES Y ENERGÍA. La pequeña cuenca de montaña en la gestión del desarrollo y en la conservación de los recursos naturales. CEPAL. Santiago de Chile: 1987.

DOMÍNGUEZ, E. Protocolo para la modelación matemática de procesos hidrológicos. IDEAM.En: Meteorología Colombiana, No. 2, Octubre. Bogotá: 2000.

DOMÍNGUEZ, E. Modelo matemático para la formulación de escenarios de escorrentía ante posibles variables del cambio climático. Resumen del Documento Técnico Borrador. Tema: Vulnerabilidad climática – Diagnóstico y pronostico // Desarrollo científico y tecnológico. Subdirección de Hidrología, IDEAM. Sin publicar. Bogotá: 2001.

DÖLLING, O. Sistemas de apoyo a la gestión integral de cuencas hidrográficas. Universidad Nacional de San Juan. Disponible en <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/Tesistodo.pdf> .

DOUROJEANNI, A. La gestión del agua y las cuencas en América Latina; LC/G. 1832-P, Santiago de Chile: 1994.

DOUROJEANNI, A.; JOURAVLEV, A. Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua CEPAL, Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 35. 30. Santiago de Chile: 2001.

DOUROJEANNI, A.; JOURAVLEV, A. Evolución de políticas hídricas en América Latina y el Caribe. CEPAL, Serie Recursos Naturales e Infraestructura No.51. Santiago de Chile: 2002.

DUBROV, A.; LAGOSHA, B.; JRUSTALEV, E. Modelación de las situaciones de riesgo en economía y finanzas. Finanzas y estadística. Moscú: 1999. En ruso.

DUQUELSKY GÓMEZ, D. Entre la ley y el derecho.- Una aproximación a las prácticas jurídicas alternativas. Buenos Aires: 2000.

FAO. GATEWAY project. Gateway to land and water information. <Http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGL/swlwpnr/swlwpnr.htm> : 2000.

FARRINGTON, J.; BAUMANN, P. Decentralising Natural Resource Management: Lessons form Local Government Reform in India, in: Natural Resource Perspectives, Overseas Development Institute (ODI), , No. 86. Londres: 2003

FLOTO, E. Manejo de Recursos Hídricos en Chile. Potencialidades y Limitaciones del Mercado del Agua, en: Anguita, P./ Floto, E. (Ed.) Seminario Internacional. Gestión de Recursos Hídricos, dto.: 1997. p. 50-77.

GALAZ R., V. Water and Equity.- A game-theoretic exploration of the Chilean Water Market's social impacts., draft paper. Santiago de Chile: FLACSO: 2002.

GERBRANDY, G.; HOOGENDAM, P. La materialización de los derechos de agua: la propiedad hidráulica en la extensión y rehabilitación de los sistemas de riego de Punata y Tiraque, en Bolivia, en: BOELEN, R.; HOOGENDAM, P. ebd.. Bolivia: 2001. p. 63-83.

GIRUSOV, E.; BOBYLEV, S.; NOVOSELOV, A.; CHEPURNYCH, N. Economía ambiental. Ley y Derecho. Moscú: 1998. En ruso.

GLEICK, P. Water, is it the oil of the 21st Century?- Testimony of Dr. Peter H. Gleick before the Subcommittee on Water Resources and Environment of the Committee on Transportation and Infrastructure of the United States Congress. Oakland, Pacific Institute: 2003.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP. (GWP)- SAMTAC (2003): Hacia un plan nacional de gestión integrada de recursos hídricos.- Taller Nacional Chile. Santiago de Chile, CEPAL.

GOULET, D. (1998): *El Desarrollo Humano: La verdadera Riqueza y la Eficiencia Económica Real*, in:

GUEVARA GIL, A.; URTEAGA CROVETTO, P. Legislación de recursos hídricos y derechos indígenas. El caso del Perú. Wageningen University/ The Netherlands & CEPAL, Naciones Unidas, Documento de Trabajo para el Proyecto WALIR (Water Law and Indigenous Rights). Lima: 2002.

HAMMER, M.; CHAMPY, J. Reingeniería, Harpers Collins Publisher, 1993.

HANCHLER, D. MESSNER. Global Trends. Munchen: 1998.

IDEAM. Estudio nacional del agua, balance hídrico y relaciones oferta demanda en Colombia, Indicadores de sostenibilidad proyectados al año 2016, Bogotá:1998.

IDEAM Estimación de la necesidad de atender el abastecimiento de agua a la población urbana en Colombia. Fenómeno El Niño 1997-1998. Vulnerabilidad de las fuentes y de la población urbana por posibles alteraciones de la oferta hídrica. Informe del IDEAM, Diciembre. Bogotá: 1997.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HYDROLOGICAL SCIENCES. 6th Scientific Assembly of the IAHS. First Circular, December: 1999.

JAEGER COUSIÑO, P. Legislación actual de Aguas y las Proposiciones para su Modificación. MOP/ DGA. Santiago de Chile: 1997.

KARASIEV, I. F. Hidráulica fluvial y los recursos hídricos. Gidrometeoizadt. Leningrado: 1980. *En ruso*.

- KOVALENKO, V. V. Modelación de los procesos hidrológicos. Gidrometeoizdat, San Petersburgo: 1993. En ruso.
- KOVALENKO, V. V. (1984) Medición y estimación de las características del fluido no uniforme. Gidrometeoizdat. Leningrado: 1984. *En ruso*.
- LAS REGLAS DE HELSINKI: 1966.
- LAUDON, K.; LAUDON, J. Essentials of Management Information Systems: Organization and Technology, Mc Graw-Hill, 1997
- LEY DE BASES DEL MEDIO AMBIENTE. Ley No. 19.300. Editora Jurídica Manuel Montt S.A. Santiago de Chile: 1996.
- LINDSEY, W. Synchronization systems in communication and control. Prentice Hall. 1972.
- LIPIETZ, A. ¿Qué es la ecología política?- La gran transformación del siglo XXI. Santiago de Chile: LOM. : (2002).
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Lineamientos de Política para el Manejo Integral del Agua. Documento enviado a las CARs, Bogotá: 1996.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Memoria técnica de la Estrategia Nacional del Agua. Reflexiones sobre los requerimientos para la administración de la oferta hídrica nacional. Documento enviado a las CARs, Bogotá: 1996.
- NIETO, M. El valor del agua desde la economía ecológica como ciencia posnormal. En: Sexta Conferencia Internacional del Seminario Permanente Tecnología del Agua, 22 de Noviembre al 01 de Diciembre de 2000. Madrid. Version Internet: <http://www.agua.rediris.es>
- ONTIVEROS, M. Optimización de la red hidrológica básica bajo los escenarios del cambio climático en la República de Bolivia. En: Biblioteca Virtual del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO. Uruguay: 2001. Versión Internet: <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/ontiveross.pdf>
- ONTIVEROS, M. Sistema de monitoreo y alerta temprana para zonas propensas a inundaciones en la cuenca del río Mamore. SENAMHI – Bolivia: La Paz: 1999.
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. Guía de prácticas hidrológicas. OMM No. 168. Ginebra: 1994.
- OUMANETS, I. U. Aplicación de los métodos modernos para la generación de información hidrológica. Documento de Investigación para el concurso de admisión a estudios de doctorado. UEHMR. San Petersburgo: 1999. *En ruso*.
- PROYECTO GEF AMAZONAS – OTCA/PNUMA/OEA. Visión común para la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca del río Amazonas. Iquitos, Perú: 2006.

RIVERA, H. El monitoreo ambiental con énfasis en la predicción hidrológica. Informe Especial No. 2, ensayo borrador enviado al IDEAM. San Petersburgo: 2000.

RED INTERAMERICANA DE RECURSOS HÍDRICOS (OEA) Y UNESCO. Documentos de Visión de los Países del Cono Sur

ROCKART, J. Chief Executives Define Their Own Data Needs. En: Harvard Business Review, Vol. 57 No. 2, Marzo - abril 1979. — The Changing Role of the Information Systems Executive: a Critical Success Factors Perspective. En: Sloan Management Review. Vol. 24, No. 1: 1982.

SAROKA, R. Sistemas de información en la era digital. Programa Avanzado de perfeccionamiento en Management de la FUNDACIÓN OSDE y la Universidad Nacional de San Martín. Buenos Aires: 2002.

SOUTH AMERICAN TECHNICAL ADVISORY COMMITTEE (SAMTAC); GLOBAL WATER PARTNERSHIP (GWP). Agua para el siglo XXI: Visión a la Acción para América del Sur. Informes nacionales. 2000.

UNESCO. Balance Hídrico Mundial y Recursos Hídricos del Planeta. Década Hidrológica Internacional, Gidrometeoizdat. San Petersburgo: 1974. *En ruso*.

VALDÉS, J.; RESTREPO P. Aplicación de sistemas de información geográfica a problemas de recursos hidráulicos en cuencas hidrográficas; División de Medio Ambiente, Departamento de Programas Sociales y Desarrollo Sostenible, Banco Interamericano de Desarrollo ENV96-101, Washington: 1996.

ANEXO 1 - TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APOYO A LA DECISIÓN (SAD) EN CADA PAÍS Y PARA LA OTCA.



Organización del Tratado de
Cooperación Amazónica



GEF
Fondo para el Medio
Ambiente Mundial



PNUMA
Programa de las Naciones
Unidas para el Medio Ambiente



Organización de los Estados Americanos
Departamento de Desarrollo Sostenible

**PROYECTO MANEJO INTEGRADO Y SUSTENTABLE
DE LOS RECURSOS HÍDRICOS TRANSFRONTERIZOS
DE LA CUENCA DEL RÍO AMAZONAS CONSIDERANDO
LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL CAMBIO
CLIMÁTICO**

**Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam,
Venezuela**

Proyecto GEF Amazonas – OTCA/PNUMA/OEA

TÉRMINOS DE REFERENCIA

**“ELABORACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE
APOYO A LA DECISIÓN – SAD EN CADA PAÍS Y PARA LA
OTCA”**

**Dr. Miguel A. Ontiveros M.
Marzo, 2007**

ELABORACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APOYO A LA DECISIÓN – SAD EN LA CUENCA DEL RÍO AMAZONAS

Términos de Referencia

1. INTRODUCCIÓN

El Proyecto GEF Amazonas OTCA/PNUMA/OEA, tiene por objetivo fortalecer el marco institucional para planear y ejecutar, de forma coordinada, las actividades de protección y manejo sustentable del suelo y de los recursos hídricos en la cuenca del río Amazonas, delante de los impactos decurrentes de los cambios climáticos verificados en la Cuenca del río Amazonas, incluyendo áreas amazónicas de todos los países en la Cuenca (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela).

El Proyecto pretende desarrollar acciones para desarrollo sustentable de la región, identificar normas que les soporten, basadas en los principios de la participación pública como instrumento de ciudadanía. Con esto, garantizar la sustentabilidad, preservación y conservación de los ecosistemas, principalmente el manejo integrado de los recursos hídricos transfronterizos.

Por consiguiente, en este contexto, se debe elaborar el Documento de Proyecto destinado a proponer la elaboración y la implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión – SAD en cada país y para la OTCA y la elaboración de propuestas para fortalecer los sistemas de información de recursos hídricos existentes y para integrar tanto los sistemas de adquisición de datos hidro-meteorológicos y hidro-climatológicos como las redes de usuarios en los países de la Cuenca, considerando la variabilidad climática y el cambio climático.

2. MARCO CONCEPTUAL

En el marco del desarrollo del Proyecto, la Actividad II 3 trata sobre el desarrollo de Términos de Referencia para la elaboración y la implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) en cada país y para la OTCA, considerando la variabilidad climática y el cambio climático y la significativa importancia que en este proceso, deben jugar la elaboración de propuestas para fortalecer los sistemas de información de recursos hídricos existentes.

El SAD transfronterizo resultante, identificará las causas raíces de los principales problemas de la cuenca del río Amazonas en esta materia, permitiendo seleccionar aquellas sobre las cuales sea posible actuar.

Durante las diferentes etapas del Proyecto, se promoverá y recomendará que las Instituciones responsables de la política de gestión de los recursos hídricos y del ambiente, sectores académicos, empresas privadas y organizaciones de la sociedad civil

en general, propongan, desarrollen y compartan grandes objetivos estratégicos en la implementación del SAD en cada país y para la OTCA, tales como:

- Evaluar el potencial hídrico.
- Evaluar el estado actual en la gestión del agua.
- Analizar los cambios en el uso del agua vinculados a cambios en la oferta y demanda.
- Promover la creación de una instancia local multisectorial de coordinación y planificación del aprovechamiento de los recursos hídricos.

Para estructurar el *SAD* orientado a satisfacer requerimientos estratégicos de la OTCA se seguirá una metodología, apoyada en el modelamiento de procesos por regulación, que consta de las siguientes fases:

- Identificación de procesos
- Selección de procesos
- Descomposición de procesos
- Estructuración del *SAD*

Sobre estos elementos centrales del *SAD* la visión de manejo sustentable e integrado de los recursos hídricos de la Cuenca se atenderán, entre otros, los siguientes objetivos generales:

- Apoyar (no reemplazar) el juicio humano, de tal modo que el potencial de los procesos del hombre y de la máquina sea utilizado al máximo.
- Crear herramientas de apoyo bajo el control de los usuarios, sin automatizar la totalidad del proceso decisorio predefiniendo objetivos o imponiendo soluciones.
- Ayudar a incorporar la creatividad y el juicio del tomador de decisiones en las fases de formulación del problema, selección de los datos, y generación y evaluación de alternativas.
- Apoyar a los ocupan puestos de responsabilidad en la OTCA ejecutivos de alto nivel en la solución de problemas prácticos no totalmente estructurados y en los que, hallándose presente algún grado de estructura, el juicio sea esencial.

Cabe señalar que la labor prevista en esta actividad descansa en la premisa general de que la gestión integrada de los recursos hídricos, es un proceso cuyo objetivo es asegurar el desarrollo y manejo coordinado de los recursos agua y suelo, teniendo presente sus interacciones con otros recursos naturales y maximizando el bienestar socioeconómico sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales como:

- protección y uso de los recursos hídricos en el marco de una gestión integrada;
- valorización de los recursos hídricos;
- desarrollo de las herramientas institucionales de gestión sobre los recursos hídricos;
- análisis de los intereses y beneficios comunes de los países de la Cuenca, particularmente en la protección y uso de sus aguas.

Los presentes términos de referencia corresponden a la Actividad II.3 sobre la “Términos de referencia para la elaboración y la implementación del Sistema de Apoyo a la Decisión en cada país y para la OTCA” en adelante *SAD*.

3. OBJETIVOS.

3.1. Objetivo General

Disponer de un Sistema de Apoyo a la Decisión como herramienta común para el Manejo Sostenible de los recursos hídricos de la Cuenca del río Amazonas, incluyendo áreas amazónicas de todos los países en la Cuenca (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela), y el rol que en la misma, desempeñan los sistemas de información y gestión en los recursos hídricos considerando los factores que influyen en la demanda y disponibilidad del recurso agua.

En función de ello, delinear una imagen objetiva hacia donde aspiran avanzar las instituciones que se encargan de la administración de los recursos hídricos, orientando el fortalecimiento de sus sistemas de información y en los procesos encauzados a la adopción de enfoques integrados para la gestión de los recursos hídricos en las cuencas transfronterizas.

3.2. Objetivos Específicos.

- a) Analizar la situación actual de oferta y demanda de los recursos hídricos de la Cuenca y su aprovechamiento múltiple considerando los aspectos hidrológicos, ambientales, institucionales, sociales y económicos para identificar numéricamente y en términos comparativos el grado de calidad de la información y la gestión de los recursos hídricos.
- b) Disponer de un SAD para el manejo integral de los recursos hídricos de la Cuenca Amazónica y el papel que en el mismo deben jugar los recursos hídricos en el marco general de los recursos naturales para proporcionar a los tomadores de Decisión una visión de base técnica de los elementos mínimos necesarios para gestionar adecuadamente los recursos hídricos.

4. ANTECEDENTES RELEVANTES RELACIONADOS CON LA CONSULTORÍA

Se dispone de antecedentes muy importantes en la etapa que se desea desarrollar para la presente consultoría. Entre ellos cabe citar:

- “Visión común para la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca del río Amazonas” PROYECTO GEF AMAZONAS – OTCA/PNUMA/OEA (Iquitos, Perú, 19-20 de julio de 2006)
- III Foro Mundial del Agua (Kyoto, Japón, 2003)
- “Visión Mundial del Agua – que el agua sea asunto de todos” producido por el Consejo Mundial del Agua (Willian Crosgrave y Frank Rijsbernan, 2000).
- “Sistemas de Apoyo a la Decisión para gestión cuantitativa, cualitativa y ambiental de cuencas hidrográficas” Universidad Politécnica de Valencia (Joaquín Andreu Álvarez, 2002)

- Las Reglas de Helsinki (1966), que sentaron las bases de los principios internacionales para las aguas transfronterizas e influyeron en numerosos tratados fluviales específicos.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (Estocolmo, 1972), que consideró el tema del agua de relevancia ambiental.
- “Agua para el Siglo XXI: de la Visión a la Acción para América del Sur” contando además con informes nacionales, realizados por el South American Technical Advisory Committee (SAMTAC) de la Global Water Partnership (GWP, 2000)
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (Mar del Plata, 1977), que precisó el concepto de recursos hídricos transfronterizos, significando bajo ese término tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas.
- Documentos de Visión de los Países del Cono Sur Red Interamericana de Recursos Hídricos (OEA) y UNESCO.
- Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (Dublín, 1992) que señaló la necesidad de preservar la calidad de las aguas subterráneas y encomendó a los países manejar y conservar el recurso agua a través de procesos de descentralización, conforme a sus capacidades y en el marco de la cooperación internacional.
- La Cumbre para la Tierra (Conferencia de Río de 1992) que resaltó la necesidad de proteger el agua dulce e hizo referencia a la necesidad del manejo integrado y planeamiento de las aguas superficiales y subterráneas, definiendo al recurso agua como un bien de valor social, económico y ambiental.
- Documentos presentados en el Seminario Water Week (Banco Mundial, 2002)

5. ALCANCE

Los presentes Términos de Referencia definen las actividades que el especialista deberá desarrollar utilizando la metodología de ejecución de la Actividad II.3, apoyando el trabajo de los coordinadores nacionales e integrando un documento final describiendo el SAD enfocado en el manejo sustentable e integral de los recursos hídricos de la Cuenca que considere fundamentalmente el rol de los sistemas de información y gestión de los recursos hídricos y sus aspectos tecnológicos, económicos y sociales.

Con ese propósito está prevista la dimensión de los requisitos técnicos y humanos para la implementación del SAD, que brindarán aportes sustantivos para el alcance del SAD en cuestiones claves para su elaboración e implementación. En este sentido, el Consultor deberá desarrollar su labor en armonía con estos aspectos afines.

5.1. Requisitos para el consultor

El Consultor trabajará con base en la información de proyectos ejecutados por agencias internacionales de cooperación técnica y aquellas producidas en las consultas nacionales y de acuerdo a los mecanismos previstos para esta específica Actividad. Las acciones del Consultor serán desarrolladas en estrecha relación con los coordinadores nacionales de proyecto y la Coordinación Técnica del Proyecto.

El trabajo a nivel nacional, regional y sub-regional, se realizará con la coordinación nacional de proyecto de cada país y de acuerdo a los lineamientos propuestos oportunamente por el Consultor a los responsables del Proyecto.

El consultor trabajará bajo la supervisión del Director de la Oficina de Desarrollo Sustentable de la Secretaría-General de la Organización de los Estados Americanos (DDS-SG/OEA), bajo la orientación técnica y administrativa del Coordinador de la Unidad Nacional de Preparación del Proyecto en conjunto con el Coordinador Técnico y el Coordinador Internacional del Proyecto GEF Amazonia, obedeciendo a las especificaciones de los Términos de Referencia

Los resultados del trabajo en cada uno de los países deberán ser integrados en un informe armonizado para su presentación en un Taller Internacional previsto.

Las funciones del consultor, ponen en relieve tres circunstancias importantes:

- El consultor debe tener una clara comprensión de la situación en que se encuentran los recursos hídricos en la cuenca amazónica, relativas a la Administración eficiente de los Recursos hídricos, gestión, sistemas de información de recursos hídricos y Sistemas de Apoyo a la Decisión; en realidad, él mismo debe contar con un enfoque administrativo global de la información hidrometeorológica y de gestión.
- Debe poseer un buen conocimiento del manejo sustentable e integral de los recursos hídricos, de su administración, organización y una visión estratégica de la contribución que la información puede brindar para su éxito.
- Debe contar con herramientas científicas para solucionar la carencia de una metodología que permita abordar de manera integral el manejo del agua en la cuenca, la ausencia de aplicaciones ingenieriles que ofrezcan soluciones veraces a los problemas de la administración del agua, tales como el monitoreo del recurso hídrico y el control de su aprovechamiento por parte de los diversos usuarios reales y potenciales, la ausencia de herramientas científicas que permitan abordar las diferentes fases del ciclo hidrológico.

5.2. Requisitos técnicos del SAD.

- a) El Sistema de Apoyo a la Decisión deberá estar basado en patrones obtenidos de las mejores prácticas de los organismos e instituciones encargados de la administración de los recursos hídricos en cada país de la cuenca Amazónica. Estos patrones estarán diseñados para maximizar la eficiencia y minimizar la personalización, y deberán estar basados en los procesos y aplicaciones que han demostrado ser los más eficientes.
- b) El Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) debe satisfacer los siguientes objetivos:
 - Apoyar (no reemplazar) el juicio humano, de tal modo que el potencial de los procesos del hombre y de la máquina sea utilizado al máximo.
 - Crear herramientas de apoyo bajo el control de los usuarios, sin automatizar la totalidad del proceso decisorio predefiniendo objetivos o imponiendo soluciones.
 - Ayudar a incorporar la creatividad y el juicio del tomador de decisiones en las fases de formulación del problema, selección de los datos, y generación y evaluación de alternativas.

- Apoyar a los ejecutivos de alto nivel en la solución de problemas prácticos no totalmente estructurados y en los que, hallándose presente algún grado de estructura, el juicio sea esencial.
- c) El Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) debe estar constituido por los siguientes componentes básicos:
- El sistema de administración de bases de datos sofisticadas con facilidad de acceso a datos internos y externos, información y conocimiento, (Módulos de restitución, actualización y validación de datos).
 - El sistema de administración de modelos, funciones de modelización accesibles mediante un sistema de manejo de los modelos, (simulación de los procesos de precipitación-escorrentía y transporte, simulación de la gestión integral de cuencas incluyendo criterios cualitativos, y análisis económicos de la gestión, etc.).
 - El generador de diálogo(o interfaz con el usuario), interfase de usuario de fácil manejo diseñada para permitir consultas interactivas, elaboración de informes y funciones gráficas.
 - El tomador de decisiones.
- d) El SAD tienen las siguientes características:
- Se enfocan en procesos de decisión y no en procesamiento de transacciones.
 - Se implantan y modifican rápidamente.
 - Suelen ser construidos por los propios usuarios utilizando herramientas muy difundidas, como son las planillas electrónicas (Excel, Lotus).
 - Aportan información útil para la toma de decisiones, pero ésta finalmente es responsabilidad del ejecutivo.
- e) Para estructurar el SAD orientado a satisfacer requerimientos estratégicos de la OTCA se desarrolló una metodología, apoyada en el modelamiento de procesos por regulación, que consta de las siguientes fases:
- Identificación de procesos
 - Selección de procesos
 - Descomposición de procesos
 - Estructuración del SAD
- f) El SAD debe tener un planteamiento dirigido a medir en forma cuantitativa el grado en el que las condiciones de la administración de los recursos hídricos están presentes e instaladas en un determinado contexto nacional y regional. Esta plataforma está basada en:
- La medición de la calidad de los sistemas de información hídrica
 - La medición de la calidad de los sistemas de gestión
 - El desarrollo de indicadores de calidad
 - La visualización de los roles y responsabilidades de los tomadores de decisión

- g) El SAD se plantea como una herramienta para la toma de decisiones que permitirá:
- Identificar numéricamente y en términos comparativos el grado de calidad de la información y la gestión de los recursos hídricos.
 - Proporcionar a los Tomadores de Decisión una visión de base técnica de los elementos mínimos necesarios para gestionar adecuadamente los recursos hídricos
- h) El SAD, deberá ser planteado como un conjunto de sistemas de Información y de Gestión, cuya existencia, o ausencia, determinaran el grado en que el recurso hídrico puede ser administrado con mayor o menor eficacia. Los dos sistemas mencionados, serán sujetos a un análisis y medición determinado. Es a partir de la medición de elementos de cuantificación o indicadores, que se propone lograr una correcta administrar los recursos hídricos, proveer servicios eficientemente y formular e implementar políticas y regulaciones efectivas. El proceso planteado tiene un grado de generalidad suficiente como para hacer posible la comparación entre distintas realidades nacionales.
- i) El SAD debe tomar en cuenta los diferentes niveles de división política en los países. Estos niveles están definidos por el conjunto de atribuciones y responsabilidades que se les asigna, por el grado de autodeterminación y representatividad que ejercen en el conjunto nacional y por un espacio jurisdiccional asociado. En este marco se debe plantear un proceso complementario, el de la regionalización. De esta forma es posible generalizar, haciendo abstracción de las diferentes nominaciones de cada caso particular, o siguientes niveles:
- Nivel nacional. Corresponde a la totalidad del territorio del país y puede ser de organización unitaria y centralizada o federativa o descentralizada.
 - Nivel regional. Corresponde a una segunda división administrativa que generalmente obedece a algún grado de homogeneidad geográfica. Usualmente hay cierta correspondencia entre región y cuenca hidrográfica. En el caso de administraciones federativas este nivel es el de estados (Brasil) o departamentos (Bolivia)
 - Nivel subregional. Tiene un más alto grado de homogeneidad territorial y social en razón al menor tamaño de las áreas que administra, las cuales se acercan más al nivel de subcuenca. Generalmente tiene correspondencia con una administración municipal.

6. ACTIVIDADES DEL CONSULTOR.

- a) Establecer las bases conceptuales para la elaboración del *SAD* a nivel nacional, regional y sub-regional, con miras a su compatibilidad a nivel de Cuenca. La misma deberá ser consensuada con las coordinaciones nacionales y la coordinación Técnica del Proyecto.

Las antes mencionadas bases conceptuales, deberán tener en cuenta, análisis prospectivos en un marco institucional, político y económico, entre otros, que daría a conocer la situación de los alcances, posibilidades y limitaciones de los *SAD*.

- b) Definir una metodología de trabajo a nivel nacional y de la Cuenca Amazónica para determinar el *SAD* de la misma, donde conste como mínimo los componentes básicos: El sistema de administración de bases de datos, el sistema de administración de modelos, el generador de diálogo(o interfaz con el usuario) y el tomador de decisiones.

Con una estructura apoyada en el modelamiento de procesos por regulación que deberá tener en cuenta: La identificación de procesos, selección de procesos, descomposición de procesos y la estructuración del *SAD*, ello contribuirá para la elaboración del documento final integrado de la Consultoría.

- c) La antes mencionada metodología, deberá tener en cuenta, un análisis en el marco general de la gestión integrada de los recursos hídricos, en que el *SAD* es un medio consecuente de apoyo, compuesto básicamente de dos aspectos fundamentales del manejo de los recursos hídricos; por un Sistema de información y un Sistema de Gestión que se derive luego en la proyección de escenarios futuros de uso de agua y que contribuya para la planificación de los recursos hídricos en la cuenca Amazónica, en los horizontes previstos a continuación, para los siguientes temas:

- La recolección de un conjunto de datos (metadatos) útiles para la identificación y selección de los procesos, que serán necesarias para diseñar y probar el *SAD* y decidir sobre las características a ser producidos en vista de las necesidades de los usuarios.
- Elaborar una visión detallada de la infraestructura hidrológica para la gestión de los recursos hídricos en la Cuenca. En un marco de acción global para la Cuenca podrán definirse entonces diferentes estrategias locales para la gestión de los recursos hídricos que podrán coexistir, incorporando estos al *SAD*, cooperando el estudio a la identificación de proyectos para áreas críticas.
- Definir modelos, cuyo objetivo es proveer de antecedentes técnicos de apoyo a la toma de decisiones, acerca de la gestión del agua en una determinada cuenca dado un determinado escenario. Dentro de esta área se ven temas como determinar los de sistemas eficientes de almacenamiento de información sobre el agua en una cuenca (Módulos de restitución, actualización y validación de datos) y los modelos con sus respectivos módulos (simulación de los procesos de precipitación-escorrentía y transporte, simulación de la gestión integral de cuencas incluyendo criterios cualitativos, y análisis económicos de la gestión, etc.).
- Establecer el generador de diálogo(o interfaz con el usuario), interfase de usuario de fácil manejo diseñada para permitir consultas interactivas, elaboración de informes y funciones gráficas. Desarrollar un portal con la tecnología CLEARINGHOUSE para intercambio y presentación de información sobre el recurso agua, para su difusión a nivel de cuenca, asociada con todas las redes de los países integrantes.

- Establecer un acuerdo interinstitucional a fin de contar con una Plataforma informática sobre la información del agua, en la cual existan los compromisos propios de cada institución sobre que información proporcionar y bajo que condiciones puede ser su participación. Esta plataforma se desarrollará mediante una red de información que estimule el intercambio de información, que evite la duplicación de esfuerzos y que estos sirva para mejorar la toma de decisiones y prestar un mejor servicio a la comunidad de usuarios definidos.
- d) Apoyar a cada coordinación nacional en la elaboración de propuestas para el fortalecimiento de los sistemas de información de recursos hídricos existentes y para integrar tanto los sistemas de adquisición de datos hidro-meteorológicos y hidro-climatológicos como las redes de usuarios en los países de la Cuenca. Las propuestas deberán asegurar la más amplia participación de las instituciones competentes en el área de análisis.

El Consultor coordinará necesariamente sus actividades con los Coordinadores Nacionales, en materia de documentación de base a ser utilizados en los Grupos de Trabajo así atendiendo las consultas técnicas que se le formulen.

- e) Planificar un Taller Internacional con los Coordinadores Técnicos en uno de los países miembros de la cuenca, en acuerdo con la Coordinación del Proyecto y a los efectos de intercambiar opiniones acerca del borrador del documento final del *SAD*. Esta actividad estará condicionada a la recepción en tiempo y forma de los fondos correspondientes que posibiliten la realización de dicho taller.

Las líneas generales del taller prevén, la estructura en plenarios y sesiones de labor, buscando la más amplia participación de organizaciones representativas de los actores claves de las Instituciones responsables de los sectores y servicios, de las autoridades de organizaciones de cuencas y usuarios del recurso agua. Esta será una instancia de importancia para el alcance de los objetivos de esta consultoría.

- f) Elaborar el documento final de la Consultoría, que contenga fundamentalmente las conclusiones del taller Internacional, integradas de manera amplia y holística, con el resultado de todos los trabajos realizados a nivel nacional en esta materia.

7. PRODUCTOS A SER PRESENTADOS POR EL CONSULTOR.

- A) Documento que contenga las bases conceptuales y la metodología de trabajo del *SAD* elaborado a nivel nacional y de la Cuenca Amazónica. Este documento responde a la ejecución de las Actividades del Consultor a) y b) y tendrá en cuenta lo especificado en el numeral 6.

El mismo será considerado como Primer Informe de Avance y el Consultor dispondrá para su entrega en el primer mes después de su contratación.

- B) Documento de la Primera Versión del *SAD* y las propuestas de fortalecimiento a ser presentados en el Taller Internacional y una reseña de su dedicación y sus aportes.

Este documento responde a la ejecución de las Actividades c) y d) y será elaborado de acuerdo a lo especificado en el numeral 6.

El mismo será considerado como Segundo Informe de Avance y el Consultor dispondrá para su entrega en el segundo mes.

- C) Informe sobre el desarrollo y conclusiones del Taller Internacional y Documento Final de la Visión.

El Informe del Seminario y el Documento Final de la Visión, responden a la ejecución de la Actividad e) y serán elaborados de acuerdo a lo especificado en el numeral 6. La armonización del mismo en un único reporte, constituirá el Informe Final de la Consultoría. El Consultor dispondrá para su entrega el tercer mes.

- D) Atención de posibles consultas del Proyecto en referencia a sus tareas, cuando le sean formuladas durante la preparación del Proyecto. Este producto esta asociado a la Actividad f).

8. DURACIÓN Y SEDE.

Los trabajos serán ejecutados en la ciudad de residencia del consultor, según las instrucciones del Coordinador Técnico Regional y del Coordinador Internacional, y el consultor puede necesitar viajar a distintas regiones de ejecución del proyecto para cumplir con las actividades establecidas y contratadas.

9. CONDICIONES DE PAGO.

Los pagos serán hechos mediante la aprobación, por la OTCA y el DDS/OEA, de los informes parciales y final, como sigue:

- **Informe parcial 1** – entregado al final del mes 1 y aprobación de la versión revisada – US\$ 2000
- **Informe parcial 2** – (no incluye pasajes y viáticos para la participación del Taller Internacional) entregado al final del mes 2 y aprobación de la versión revisada – US\$ 4000.
- **Informe parcial 3** - entregado al final del mes 3 y aprobación de la versión revisada – US\$ 2000.
- **Informe Final** - entregado al final del mes 3 y aprobación de la versión revisada – US\$ 2000.
- El monto total del contrato es **US\$ 10.000** (Diez mil dólares americanos).

Los informes parciales, después de aprobados, serán entregados en 5 copias impresas y en 5 disquetes o CD's. El Informe Final en 10 copias impresas y 10 CD's.

Todos los informes serán considerados preliminares y solamente después de la revisión de la OTCA y del DDS/OEA serán preparados en su versión definitiva, incluyéndose las correcciones y orientaciones recibidas.

10. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCIERO DE DESEMBOLO (US\$).

Informes/ Etapa	Producto	Actividades Asociadas	Mes					
			1	2	3	4	Total	
Primer Informe de Avance	A) Documento que contenga las bases conceptuales del SAD a nivel nacional con miras a su compatibilidad a nivel de Cuenca y la metodología de trabajo a diferentes niveles y de Cuenca del río Amazonas	a) y b)	2,000					
Segundo Informe de Avance	B) Documento de la primera versión del SAD a ser presentado en el Taller Internacional y su reseña.	c) y d)		4,000				
Terceer Informe de Avance	C) Informe sobre el desarrollo y conclusiones del Taller Internacional y Documento Final.	e)			2,000			
Informe Final	D) Elaborar el documento final de la Consultoría, Atención de posibles consultas por parte del Proyecto	f)				2,000		
TOTAL / US\$			10,000					

ANEXO 2 - PROPUESTA TÉCNICA: “ELABORACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APOYO A LA DECISIÓN (SAD) EN LA CUENCA DEL RÍO AMAZONAS”.



Organización del Tratado de
Cooperación Amazónica



GEF
Fondo para el Medio
Ambiente Mundial



PNUMA
Programa de las Naciones
Unidas para el Medio Ambiente



Departamento de Desarrollo Sostenible
Organización de los Estados Americanos

**PROYECTO MANEJO INTEGRADO Y SUSTENTABLE DE
LOS RECURSOS HÍDRICOS TRANSFRONTERIZOS DE LA
CUENCA DEL RÍO AMAZONAS CONSIDERANDO LA
VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO**

Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam, Venezuela

Proyecto GEF Amazonas – OTCA/PNUMA/OEA

**ELABORACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
DE APOYO A LA DECISIÓN – SAD
EN LA CUENCA DEL RÍO MAMORÉ**

PROPUESTA TÉCNICA

**Dr. Miguel A. Ontiveros M.
Marzo, 2007**

SUMARIO

1. INTRODUCCIÓN.	1
2. ANTECEDENTES.	1
3. OBJETIVOS.	2
3.1. Objetivo general.	2
3.2. Objetivos específicos.	2
4. CONCEPTO Y ENFOQUE	3
5. ALCANCE	5
5.1. Desarrollo del SAD.	5
6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	15

ELABORACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APOYO A LA DECISIÓN – SAD EN LA CUENCA DEL RÍO MAMORÉ

Propuesta Técnica

1. INTRODUCCIÓN.

El Proyecto GEF Amazonas OTCA/PNUMA/OEA, tiene por objetivo fortalecer el marco institucional para planear y ejecutar, de forma coordinada, las actividades de protección y manejo sustentable del suelo y de los recursos hídricos en la cuenca del río Amazonas, delante de los impactos decurrentes de los cambios climáticos verificados en la Cuenca del río Amazonas, incluyendo áreas amazónicas de todos los países en la Cuenca (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela).

El Proyecto pretende desarrollar acciones para desarrollo sustentable de la región, identificar normas que les soporten, basadas en los principios de la participación pública como instrumento de ciudadanía. Con esto, garantizar la sustentabilidad, preservación y conservación de los ecosistemas, principalmente el manejo integrado de los recursos hídricos transfronterizos.

Por consiguiente, en este contexto, se debe elaborar el Documento de Proyecto destinado a proponer la elaboración y la implementación del *Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD)* en cada país y para la OTCA y la elaboración de propuestas para fortalecer los sistemas de información de recursos hídricos existentes y para integrar tanto los sistemas de adquisición de datos hidro-metereológicos y hidro-climatológicos como las redes de usuarios en los países de la Cuenca, considerando la variabilidad climática y el cambio climático

En virtud a lo indicado, se presenta a la OTCA la Propuesta Técnica para el desarrollo de los objetivos descritos.

2. ANTECEDENTES.

Una de las mayores limitantes en el proceso de formulación de proyectos de aprovechamiento de recursos hídricos en Sudamérica radica por una parte, en la falta de información y la poca consistencia de esta, así como el desconocimiento de los usos actuales del agua y su proyección en términos de demanda hídrica.

Por otra parte, existe un desconocimiento sobre las capacidades locales para encarar una gestión integral de los recursos hídricos, así como la carencia de instrumentos adecuados para tal fin.

En el caso del agua, un recurso natural finito y vulnerable, para mantener en equilibrio la relación demanda-consumo son dos los caminos posibles, no excluyentes entre si, los sistemas de información y Gestión del recurso.

Tomar decisiones es gobernar este proceso tiene que estar apoyado por una base informativa sólida y por esquemas jurídicos y administrativos que posibiliten ese gobierno. Gobernar, en el ámbito hídrico significa la capacidad de los tomadores de decisión, llámense estos políticos o representantes de la sociedad, para administrar los recursos hídricos, proveer servicios eficientemente y formular e implementar políticas y regulaciones efectivas. (Crespo, 2004)

Tomando en cuenta lo anteriormente dicho el aspecto mas importante de esta propuesta radica en el establecimiento de un "*Sistema de Apoyo a la Decisión*" (*SAD*) compuesta básicamente por un Sistema de Información (redes hidrometeorológicas, cartografía, uso y demanda de recursos hídricos, servicios básicos, aguas superficiales y subterráneas) y un Sistema de Gestión (existencia de normativas, capacidad de planificación y modelo de gestión) que se derive luego en la proyección de escenarios futuros de uso de agua y que contribuya para la planificación de los recursos hídricos en la cuenca Amazónica.

Aunque el *SAD* y la proyección de escenarios futuros no son instrumentos nuevos, su adaptación a las condiciones locales, la integración de conocimiento de las diferentes disciplinas y el hecho de propiciar la conformación de espacios de discusión entre los diferentes sectores de usuarios de agua constituyen los principales aspectos innovativos.

El beneficio principal será que a través del desarrollo de este *SAD* y los sistemas de información y gestión que forman parte de ésta, las autoridades y organizaciones relacionadas con la administración del agua serán capaces de tomar las decisiones más apropiadas para un uso sostenible y eficiente de los recursos hídricos regionales.

3. OBJETIVOS.

3.1. Objetivo general.

Disponer de un Sistema de Apoyo a la Decisión como herramienta común para el Manejo Sostenible de los recursos hídricos de la Cuenca del río Amazonas, incluyendo áreas amazónicas de todos los países en la Cuenca (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela), y el rol que en la misma, desempeñan los sistemas de información y gestión en los recursos hídricos considerando los factores que influyen en la demanda y disponibilidad del recurso agua. En función de ello, delinear una imagen objetiva hacia donde las instituciones que se encargan de la administración de los recursos hídricos aspiran avanzar, orientando el fortalecimiento de sus sistemas de información y en los procesos encauzados a la adopción de enfoques integrados para la gestión de los recursos hídricos en las cuencas transfronterizas.

3.2. Objetivos específicos.

- a) Analizar la situación actual de oferta y demanda de los recursos hídricos de la Cuenca y su aprovechamiento múltiple considerando los aspectos hidrológicos, ambientales, institucionales, sociales y económicos para identificar numéricamente y en términos comparativos el grado de calidad de la información y la gestión de los recursos hídricos.
- b) Disponer de un *SAD* para el manejo integral de los recursos hídricos de la Cuenca Amazónica y el papel que en el mismo deben jugar los recursos hídricos en el marco general de los recursos naturales para proporcionar a los tomadores de Decisión una visión de base técnica de los elementos mínimos necesarios para gestionar adecuadamente los recursos hídricos.

4. CONCEPTO Y ENFOQUE

En teoría, los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, o para mayor sencillez, *Sistemas de Apoyo a la Decisión (SAD)*, son sistemas computadorizados, casi siempre interactivos, que están diseñados para asistir a un tomador de decisiones. Los *SAD* (también conocidos como *DSS*, del inglés, *Decision Support Systems*) incorporan datos y modelos para ayudar a resolver un problema que no está totalmente estructurado. Los datos suelen provenir de los sistemas transaccionales o de una base de datos y/ o de alguna fuente o base de datos externa.

Un modelo puede ser desde un sencillo análisis de rentabilidad realizado con nuestra familiar planilla de cálculo, en el cual se calcula un probable resultado (beneficio o pérdida), hasta un modelo complejo de optimización de carga de máquinas de una línea de producción que requiere un complejo programa de base matemática.

Conceptualmente un *SAD* tiene como objetivo principal de asegurar, a mediano plazo, que la información relevante se encuentre accesible a usuarios y público en general.

La propuesta tiene el propósito de presentar un enfoque metodológico destinado a estructurar el *SAD*, a partir de los procesos físicos que se realizan en las instituciones. La metodología se basa en los conceptos cadena de valor y el modelamiento de procesos por regulación.

El *SAD* resultante estará destinado a respaldar el manejo integrado y sustentable de los recursos hídricos transfronterizos de la cuenca del río Amazonas considerando la variabilidad climática y el cambio climático, además de fortalecer la estructura técnica e institucional de las instituciones para el establecimiento de mecanismos de gestión más eficientes e integrados, para brindar continuidad al proceso de concertación y desarrollo institucional entre los países de la Cuenca, y se propone que mayores avances sean alcanzados al largo del proceso de preparación del Proyecto.

La implementación de un sistema de este tipo constituye una poderosa herramienta para quienes ocupan puestos de responsabilidad en la OTCA, y los que están destinados a ser usuarios de sistemas de información en cada uno de los países de la cuenca Amazónica, en general a los servicios informáticos de las instituciones nacionales competentes y actores clave en la cuenca incluyéndose instituciones gubernamentales, universidades, centros de investigación, organizaciones privadas, organizaciones no-gubernamentales y de la sociedad civil, usuarios, etc.

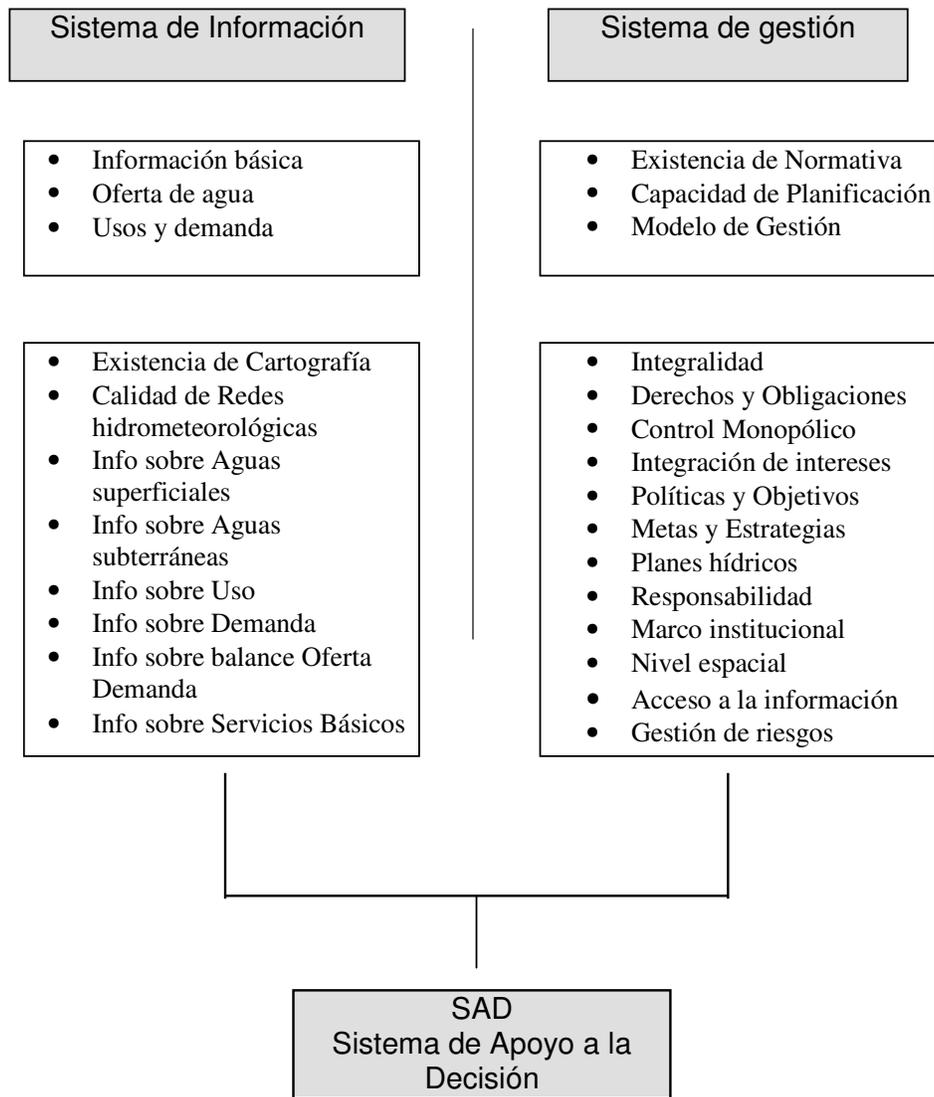
Por lo tanto, el *SAD* propuesto, será planteado como un conjunto de sistemas de Información y de Gestión, cuya existencia, o ausencia, determinan el grado en que el recurso hídrico puede ser administrado con mayor o menor eficacia. Los dos sistemas mencionados, serán sujetos a una medición determinada.

Es a partir de la medición de elementos de cuantificación o indicadores, que se propone lograr una correcta administrar los recursos hídricos, proveer servicios eficientemente y formular e implementar políticas y regulaciones efectivas.

El proceso planteado tiene un grado de generalidad suficiente como para hacer posible la comparación entre distintas realidades nacionales.

Como se había mencionado anteriormente el *SAD* será elaborado en base a dos ámbitos (**Esquema 1.**):

- Sistema de Información.
- Sistema de gestión.



Esquema 1. El diagrama del Sistema de Apoyo a la Decisión.

La existencia y consolidación del Sistema de información de recursos hídricos, es fundamental en la definición de un *SAD*. La aplicación de esta tecnología en el sector hídrico posibilita el incremento del recurso disponible en base a un mejor aprovechamiento, mayor capacidad de aducción, reciclaje efectivo del agua y mayor eficiencia en el consumo.

Por otra parte, este tipo de sistema constituye un medio consecuente de apoyo, estableciendo una fuente de información sobre el potencial hídrico (oferta), las características actuales de la gestión de agua y el uso de agua (demanda), e información básica de los recursos hídricos (redes hidrometeorológicas, cartografía, servicios básicos, aguas superficiales y subterráneas, etc.), así como el análisis de éstos, orientado a la proyección de escenarios futuros de uso de agua, que propicien la discusión en torno a la planificación.

El Sistema de Información no podría ser motivo de análisis si es que no se refleja en la segunda línea de acción, referida al Sistema de Gestión del recurso hídrico, la cual no solo es complementaria sino ineludible. Ante cualquier situación de necesidades crecientes y recursos escasos la asignación de los recursos, los criterios sobre los cuales se basaría esta asignación y las formas de realizarla son de gran importancia.

Mas aún en el caso del agua, cuyos usos, la mayor de las veces competitivos entre si, hacen necesaria la existencia de criterios previos de asignación, basados en esquemas de objetivos de desarrollo, políticas de uso y modelos de gestión que lleven a la práctica todo aquello que comienza como un modelo conceptual pero que afecta cotidianamente a cada uno de los actores de la sociedad.

Este sistema será abordado de acuerdo a las experiencias y lecciones aprendidas dentro de la problemática de la gestión integral de los recursos hídricos (GIRH), para apoyar en los procesos de gestión de recursos hídricos transfronterizos basada en valores de cooperación entre los países de la región, que carecen todavía de una visión del agua orientada hacia las interacciones del agua con los ecosistemas. Además de crear nuevas condiciones de gobernabilidad del agua y arreglos institucionales, para enfrentar los conflictos de agua, y orientar esfuerzos hacia la gestión de cuencas transfronterizas que cubra la cuenca en su totalidad.

Un elemento clave para la elaboración del *SAD*, es la existencia de un Sistema de información de recursos hídricos eficiente y un sistema de Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos, basadas en los principios de la institucionalidad, la gobernabilidad del agua, el sistema de financiamiento, políticas, legislación y la participación pública, para garantizar la sustentabilidad, preservación y conservación de los ecosistemas, principalmente la gerencia integrada de los recursos hídricos transfronterizos.

El *SAD* por lo tanto, debe ser una respuesta a las dos corrientes, por un lado el sistema de información de recursos hídricos eficiente y optimo, por otro lado el Sistema de Gestión basado en los principios de la institucionalidad, la gobernabilidad del agua, el sistema de financiamiento, políticas, legislación y la participación pública, para garantizar la sustentabilidad, preservación y conservación de los ecosistemas, principalmente la gerencia integrada de los recursos hídricos transfronterizos.

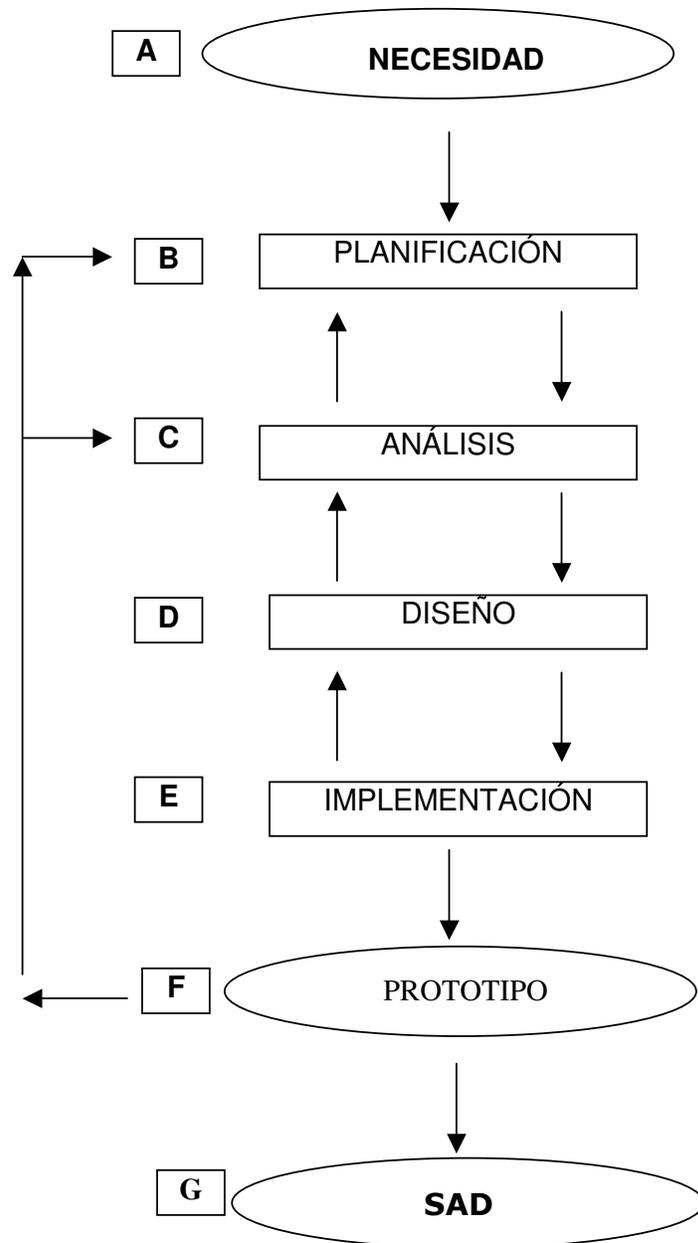
5. ALCANCE

5.1. Desarrollo del SAD.

Desarrollar un *SAD* no significa solamente diseñar o comprar un producto e instalarlo, requiere que se lleve a cabo un proyecto de desarrollo que involucre tareas de específicas para establecer los mecanismos de conversión de datos e implementación. La tecnología por sí sola

no resuelve el problema, es solo una herramienta que debe ser aprovechada correctamente para lograr óptimos resultados.

El desarrollo completo del *SAD*, desde el reconocimiento de la necesidad que va a satisfacer hasta el funcionamiento computadorizado óptimo, atraviesa distintas etapas que conforman lo que se denomina el ciclo de vida de un sistema. Estas etapas estarán de acuerdo al enfoque metodológico en el que se analizaran las siguientes fases: Necesidad, Planificación, Análisis, Diseño, Implementación, prototipo y el Sistema en si. (**Esquema 2.**)



Esquema 2. Estructura para el desarrollo del Sistema de Apoyo a la Decisión.

A. NECESIDAD.

En esta fase se definirá la visión del sistema, se establecerá el alcance del proyecto y se tomará la decisión de comenzar con el mismo, es decir, se definirá la inversión y el esfuerzo para analizar en detalle el sistema a diseñar, basada en los objetivos, tareas y acciones para los términos de referencia para el desarrollo del Sistema de Apoyo a la Decisión (*SAD*) y las necesidades de los tomadores de decisión de la OTCA.

B. PLANIFICACIÓN.

A partir de la identificación de las necesidades de la cuenca con respecto al *SAD*, se definirá una metodología de trabajo a nivel nacional y de la Cuenca orientado a satisfacer requerimientos estratégicos de la OTCA.

La planificación del *SAD* será abordado de acuerdo a las experiencias y lecciones aprendidas dentro de la problemática de la gestión integral de los recursos hídricos (GIRH), basada en los principios de la institucionalidad, la gobernabilidad del agua, el sistema de financiamiento, políticas, legislación y la participación pública; para apoyar en los procesos de gestión de recursos hídricos transfronterizos basada en valores de cooperación entre los países de la región, que carecen todavía de una visión del agua orientada hacia las interacciones del agua con los ecosistemas.

Además de crear nuevas condiciones de gobernabilidad del agua y arreglos institucionales, para enfrentar los conflictos de agua, y orientar esfuerzos hacia la gestión de cuencas transfronterizas que cubra la cuenca en su totalidad.

El antes mencionado planteamiento, propondrá el *SAD* como un medio consecuente de apoyo, compuesto básicamente de dos aspectos fundamentales del manejo de los recursos hídricos; por un Sistema de información y un Sistema de Gestión que se derive luego en la proyección de escenarios futuros de uso de agua y que contribuya para la planificación de los recursos hídricos en la cuenca Amazónica.

C. ANÁLISIS.

El propósito fundamental de esta fase es, en primer lugar, analizar el sistema objeto para el cual se busca una solución. En segundo término, definir la estructura preliminar del sistema. En tercera instancia, identificar los factores de riesgo del proyecto, ventajas y desventajas, sinergias e incompatibilidades, y por último, elaborar un plan detallado del mismo considerando atributos y posibilidades de eficiencia, costos de instalación, infraestructura material y humana necesaria

D. DISEÑO DEL SAD

La fase del Diseño consiste en la elaboración del *SAD* y de los productos de apoyo necesarios, tales como los componentes básicos: El sistema de administración de bases de datos, el sistema de administración de modelos, el generador de diálogo(o interfaz con el usuario) y el tomador de decisiones. En esta fase también define la estructura del sistema y sus especificaciones técnicas.

D.1. METODOLOGÍA

El *SAD* propuesto ha sido concebido como una herramienta para la toma de decisiones para aquellos que tienen responsabilidades en sector hídrico, como una visión comparativa del estado de la gobernabilidad del agua en los diferentes países, una forma de acceder a la información sobre el agua existente en los países y como un recordatorio de las responsabilidades no cumplidas.

El *SAD* es una herramienta dirigida a medir en forma cuantitativa el grado en el que estas condiciones de gobernabilidad están presentes e instaladas en un determinado contexto nacional. Parte de la base, de que la correcta administración del recurso agua es una función dependiente de una serie de variables que pueden agruparse en dos grandes categorías: Sistemas de Información y Sistemas de Gestión.

Para definir la propuesta se tomara como base conceptual los patrones obtenidos de las mejores prácticas del Sistema de Gobernabilidad del Agua (SAGA), un instrumento diseñado por World Water Development Report (WWDR) elaborado y ejecutado por el Ing. Alberto Crespo en la cuenca del Plata, cuyo objetivo principal es ayudar a establecer en los países, condiciones de gobernabilidad del agua a través de una plataforma basada en:

- La medición de la calidad de los sistemas de información hídrica
- La medición de la calidad de los sistemas de gestión
- El desarrollo de indicadores de calidad
- La visualización de los roles y responsabilidades de los tomadores de decisión

Este planteamiento esta dirigido a medir en forma cuantitativa el grado en el que las condiciones de los recursos hídricos están presentes e instaladas en un determinado contexto nacional y regional, permitiendo:

- Identificar numéricamente y en términos comparativos el grado de calidad de la información y la gestión de los recursos hídricos.
- Proporcionar a los Tomadores de Decisión una visión de base técnica de los elementos mínimos necesarios para gestionar adecuadamente los recursos hídricos

El modelo de valoración así propuesto es complementado con un sistema de información pública, a través del cual se pretende visualizar los espacios vacíos en el ámbito de la gestión y los roles y responsabilidades incumplidos por parte de los tomadores de decisión y autoridades políticas a cargo del tema.

Este enfoque metodológico genera, para cada uno de los sistemas identificados, sistemas y subsistemas de información orientados a los procesos con componentes a nivel operacional, táctico y estratégicos.

D.2. COMPONENTES DEL SAD

El *SAD* fundamentalmente estará compuesto de los siguientes componentes básicos: El sistema de administración de bases de datos, el sistema de administración de modelos, el generador de diálogo(o interfaz con el usuario) y el tomador de decisiones. Con una estructura apoyada en el modelamiento de procesos por regulación que deberá tener en cuenta: La identificación de procesos, selección de procesos, descomposición de procesos y la

estructuración del *SAD*, ello contribuirá para la elaboración del documento final integrado de la Consultoría.

D.2.1. El sistema de administración de bases de datos

Esta es una base de datos que contiene datos relevantes para las situaciones a analizar, que estará caracterizada por:

- Sistema manejador de datos.
- Almacén de datos,
- Interpretación de datos,
- Bases de datos, especiales e independientes,
- Extracción de datos de fuentes privadas, internas y externas,
- Acceso a la red en revisión de datos,
- Servidores Web de base de datos,
- Procesamiento analítico en línea (Online Analytical processing-OLP)

D.2.2. El sistema de administración de modelos.

Es un sistema análogo al sistema de administración de base de datos que tendrá las siguientes características:

- Base de modelos,
- Sistemas de dirección de modelos,
- Lenguaje de modelaje,
- Dirección de modelos,
- Ejecución de modelos, integración y procesador comando,
- Un software que contiene modelos cuantitativos estadísticos de administración que proveen al sistema de capacidades analíticas y programas administrativos apropiados
- Nivel modelo: estratégico, directivo (táctica) y de operación,

D.2.3. El generador de diálogo(o interfaz con el usuario)

El generador de diálogo (interfaz con el usuario), interfase de usuario será de fácil manejo, diseñada para permitir consultas interactivas, elaboración de informes y funciones gráficas. Desarrollada en un portal con la tecnología CLEARINGHOUSE para intercambio y presentación de información sobre el recurso agua, para su difusión a nivel de cuenca, asociada con todas las redes de los países integrantes.

Junto al interfaz se propondrá establecer acuerdos interinstitucionales a fin de contar con una Plataforma informática sobre la información del agua, en la cual existan los compromisos propios de cada institución sobre que información proporcionar y bajo que condiciones puede ser su participación.

Esta plataforma se desarrollará mediante una red de información que estimule el intercambio de información, que evite la duplicación de esfuerzos y que estos sirvan para mejorar la toma de decisiones y prestar un mejor servicio a la comunidad de usuarios definidos.

D.2.4. El tomador de decisiones

Este SAD esta diseñado para quienes ocupan puestos de responsabilidad en la OTCA, y los que están destinados a ser usuarios de sistemas de información en cada uno de los países de la cuenca Amazónica, en general a los servicios informáticos de las instituciones nacionales competentes y actores clave en la cuenca incluyéndose instituciones gubernamentales, universidades, centros de investigación, organizaciones privadas, organizaciones no-gubernamentales y de la sociedad civil, usuarios, etc.

D.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SAD.

El *SAD*, como se menciona antes tomara las especificaciones técnicas del Sistema de Gobernabilidad del Agua (SAGA), instrumento diseñado por World Water Development Report (WWDR), elaborado para la cuenca del Plata, cuyo software esta basado en un modelo conceptual de gerencia de datos del tipo data warehouse, planteado desde un sencillo análisis utilizando una herramienta integrada muy difundida, como es la planilla electrónica (Excel), este modelo matemático-estadístico de análisis contiene los sistemas de administración de datos y del modelos en sí, pero que al final requiera del juicio del tomador de decisiones.

El hardware del *SAD* estará compuesto por: Una estación de trabajo, computadora personal, sistemas de servidor de red (Online analytical processing (OLP), Internet, intranet, Web para apoyo a las decisiones extranet).

Las especificaciones técnicas del *SAD* evolucionaran simultáneamente con los avances en hardware y software de la computadora.

E. IMPLEMENTACIÓN.

El sistema de Apoyo a la Decisión está basado en patrones obtenidos de las mejores prácticas de los organismos e instituciones encargados de la administración de los recursos hídricos que los utilizan. Estos patrones están diseñados para maximizar la eficiencia y minimizar la personalización, y están basados en los procesos y aplicaciones que han demostrado ser los más eficientes.

Para la implementación se considerarán los siguientes aspectos: Motivaciones para la implementación, ventajas y desventajas, riesgos de la implementación, atributos y posibilidades de eficiencia, costos de instalación, infraestructura material y humana necesaria

E.1. Las bases para la implementación del SAD.

A partir de del modelo conceptual antes mencionado el *SAD* estará constituido por cuatro niveles u órdenes, los cuales estarán divididos en variables, indicadores, criterios de valoración, escalas de medición, escalas de valor y coeficientes de ponderación del *SAD*.

E.2. Las variables del sistema

Las variables de primer orden capturan los procesos que dan cuenta de los cambios de estado del recurso que se está regulando; las de segundo orden apoya a las funciones de planificación y control; las de tercer y cuarto orden apoyan en el proceso de toma de decisiones. Sobre la

totalidad de estos sistemas y subsistemas se implementa el sistema de apoyo a la Decisión con propósitos de coordinación e interacción con los anteriores y con el medio externo.

El sistema esta basada en 2 variables principales o de primer orden o nivel 1, seis variables de segundo orden o nivel 2 y 48 variables de tercer orden o nivel 3. Las variables de tercer orden se desdoblan en 80 indicadores, cada uno de los cuales está asociado a una escala de medición. (**Cuadro 1.**) El numero de estas variables y sus componentes pueden ser modificados de acuerdo a la conveniencia de la institución y el país que opere el SAD.

E.2.1. Variables de primer orden.

El sistema estará fundamentado sobre dos variables de primer orden o pilares fundamentales: Un sistema de información y un Sistema de Gestión que contribuya para la planificación de los recursos hídricos en la cuenca Amazónica.

E.2.2. Variables de orden superior correspondientes

La evaluación del *Sistema de Información* (**Cuadro 1.**), permitirá determinar las siguientes variables de segundo orden: Información básica, oferta de agua, usos y demanda, el análisis de estas a su vez darán lugar a las de tercer orden: Existencia de redes hidrometeorológicas, cartografía, uso y demanda de recursos hídricos, servicios básicos, aguas superficiales y subterráneas, etc.

Cuadro 1. Las variables e indicadores del sistema (Sistemas de Información)

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4
Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	Indicadores	
1. Sistemas de Información	1.1. Información Básica	1.1.1.	Mapas base topográficos	51 Indicadores		
		1.1.2.	Mapas temáticos			
		1.1.3.	División política			
		1.1.4.	Clasificación de cuencas			
		1.1.5.	Red meteorológica			
		1.1.6.	Red Hidrológica			
		1.1.7.	Calidad de datos			
		1.1.8.	Red de calidad de aguas			
		1.1.9.	Publicaciones			
	1.2. Oferta de Agua	1.2.1.	Escala y paso temporal balance			
		1.2.2.	Precipitación			
		1.2.3.	Evapotranspiración			
		1.2.4.	Escurrimiento superficial			
		1.2.5.	Calidad de aguas superficiales			
		1.2.6.	Riesgos hidrológicos			
		1.2.7.	Hidrogeología			
		1.2.8.	Calidad de Aguas subterráneas			
	1.3. Usos y Demanda	1.3.1.	Ubicación de Usuarios			
		1.3.2.	Volúmenes de uso			
		1.3.3.	Fuentes			
		1.3.4.	Evaluación de la demanda			
		1.3.5.	Balance Oferta/Demanda			
		1.3.6.	Información de cobertura de AP y Saneamiento			

Se evaluará el *Sistema de gestión (Cuadro 2.)*, desde el punto de vista de la Existencia de Normativas, capacidad de Planificación y modelo de Gestión, los cuales se derivarán en las variables de tercer orden: Integralidad, derechos y Obligaciones, control monopólico, Integración de intereses, Políticas, Objetivos, Metas, Estrategias, Planes hídricos, responsabilidad, Marco institucional, Nivel espacial, Acceso a la información, Gestión de riesgos, Educación hídrica, etc.

Cuadro 2. Las variables e indicadores del sistema (Sistemas de Gestión)

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4
	Variable		Variable		Variable	Indicadores
2.	Sistemas de Gestión	2.1	Normativa	2.1.1	Integralidad	29 Indicadores
				2.1.2	Derechos y Obligaciones	
				2.1.3	Control Monopólico	
				2.1.4	Integración de intereses	
		2.2	Planificación	2.2.1	Políticas	
				2.2.2	Objetivos	
				2.2.3	Metas	
				2.2.4	Estrategias	
				2.2.5	Ecosistemas	
				2.2.6	Regulación	
				2.2.7	Participación privada	
				2.2.8	Unidad de planificación	
				2.2.9	Planes hídricos	
				2.2.10	Recursos	
				2.2.11	Evaluación	
		2.3	Modelo de Gestión	2.3.1	Responsabilidad	
				2.3.2	Marco institucional	
				2.3.3	Funciones	
				2.3.4	Nivel espacial	
				2.3.5	Definición del bien	
				2.3.6	Participación	
				2.3.7	Acceso a la información	
				2.3.8	Gestión de riesgos	
				2.3.9	Recursos humanos	
				2.3.10	Educación hídrica	

E.3. Determinación de la Pertinencia de los indicadores de calidad.

En base a la información procesada, a las primeras variables se describirán los indicadores correspondientes al desarrollo del modelo regional para su análisis y la medición del índice global de gobernabilidad de un cada país de la cuenca. Para el análisis de la pertinencia de aplicabilidad de estos indicadores a índices de gobernabilidad de cuencas nacionales o transnacionales es necesario tomar en cuenta la división política y niveles de gestión, por ejemplo, reemplazando el concepto de país por el de cuenca nacional o transnacional.

Los indicadores del sistema de información están referidos a la existencia de información básica, oferta de agua, usos y demanda que definen:

- Las propuestas para fortalecer los sistemas de información de recursos hídricos existentes,
- La medición de la calidad de los sistemas de información hídrica ,
- Como se deben integrar tanto los sistemas de adquisición de datos hidro-meteorológicos y hidro-climatológicos como las redes de usuarios en los países de la Cuenca.
- Quien, en términos institucionales, realizará la identificación e implementación de acciones y programas para proteger y conservar el agua del río y sus ecosistemas asociados,
- Cómo se deben realizar estos procesos

Los indicadores de gestión están referidos a la existencia de sistemas legales que establecen reglas generales de aplicación en todo el universo hídrico y que definen:

- Hacia donde se deberá dirigir la gestión de los recursos hídricos,
- La medición de la calidad de los sistemas de gestión,
- Quien, en términos institucionales, realizará los distintos procesos administrativos y gerenciales
- Cómo se deben realizar estos procesos
- Los tiempos de referencia para la gestión.

E.4. Análisis para la toma de decisiones.

Para identificar numéricamente y en términos comparativos el grado de calidad de los sistemas de información hídrica y de los sistemas de gestión de los recursos hídricos, se elaborarán instructivos para la aplicación de los indicadores de calidad, en ambos casos, donde se describen los criterios de valoración, las escalas de medición, escalas de valor y los coeficientes de ponderación, que proporcionara a los tomadores de decisión, una visión de base técnica de los elementos mínimos necesarios para gestionar adecuadamente los recursos hídricos en la cuenca amazónica.

E.5. Plan de operación y mantenimiento del SAD.

El Plan de operación y mantenimiento se refiere al sistema en su conjunto, definiendo tareas de alimentación del sistema, transparencia, Control de Calidad, Programa piloto

- **Alimentación del sistema**, el sistema será alimentado con información entregada por cada país.
- **Transparencia**, los indicadores de calidad y el índice final de gobernabilidad del Agua serán publicados en la página Web de la OTCA
- **Control de Calidad**, la OTCA realizará el control de calidad a través de puntos focales en cada país.
- **Programa piloto**, se implementará un programa piloto para los ocho países miembros de la cuenca amazónica.

E.6. Identificación de requerimientos para la operación del SAD

Para la operación del SAD se consideraran dos opciones, una la contratación de un consultor que administre el SAD, y otra considerando (sin costo alguno) que un técnico (punto focal) de cada país sea el responsable de administrar el SAD.

En el primer caso, se contrataría un consultor con experiencia requerida, cuya función principal sería la recopilación y almacenamiento de datos en el SAD y su puesta una vez por mes en la red. Este sería contratado por el OTCA.

En el segundo caso, es importante que cada país decida quien será el punto focal nacional y donde debe ubicarlo, ya que este será el que va a realizar la recogida de datos y su puesta en el SAD. En este contexto, cada país comprometería a una de las instituciones encargadas de administrar los recursos hídricos a designar a un funcionario como punto focal, sin costo alguno a la OTCA.

Es importante recalcar que el administrador del SAD designado, debe ser asistido por algún técnico de la OTCA, el cual podría realizar una visita al país que lo solicite, siempre y cuando este tenga ya una estructura en funcionamiento.

La infraestructura técnica estará compuesto por: Una estación de trabajo, computadora personal, sistemas de servidor de red (Online analytical processing (OLP), Internet, intranet, Web para apoyo a las decisiones extranet).

E.7. Identificación y definición de División política y niveles de gestión

E.7.1. División política.

El SAD debe tomar en cuenta los diferentes niveles de división política en los países. Estos niveles serán definidos por el conjunto de atribuciones y responsabilidades que se les asigna, por el grado de representatividad que ejercen en el conjunto nacional y por un espacio jurisdiccional. En este marco se planteará siguientes niveles:

- Nivel nacional. Corresponde a la totalidad del territorio del país y puede ser de organización unitaria y centralizada o federativa o descentralizada.
- Nivel regional. Corresponde a una segunda división administrativa que generalmente obedece a algún grado de homogeneidad geográfica. Usualmente hay cierta correspondencia entre región y cuenca hidrográfica. En el caso de administraciones federativas este nivel es el de estados (Brasil) o departamentos (Bolivia)
- Nivel subregional. Tiene un más alto grado de homogeneidad territorial y social en razón al menor tamaño de las áreas que administra, las cuales se acercan más al nivel de subcuenca.

E.7.2. Niveles de gestión.

Se tomara la cuenca hidrográfica como unidad administrativa para la gestión de los recursos hídricos, por que en este ámbito se produce una estrecha interrelación entre los sistemas bio-físicos y los sistemas socio-económicos, creados por los habitantes de las cuencas, lo cual genera la necesidad de establecer mecanismos de gobernabilidad. Para efectos del análisis de la posibilidad de aplicación de un Índice de Gobernabilidad a nivel regional consideraremos los siguientes niveles:

- Cuenca nacional. Corresponde a la división hidrográfica mayor reconocible en un territorio nacional.
- Subcuenca nacional. Corresponde a unidades hidrológicas con mayor grado de homogeneidad.

- Cuenca transnacional. Independientemente de la homogeneidad de la cuenca, aquella compartida por dos o mas países.

F. PROTOTIPO.

Esta es una fase de transición en la cual el *SAD* diseñado y consolidado se entrega a los usuarios. Esta fase incluye actividades de instalación, configuración, capacitación de los usuarios, pruebas y ajustes, correcciones, etc., y finaliza cuando los usuarios están satisfechos con el sistema, lo cual suele implicar una aceptación formal por parte de los mismos.

G. PRESENTACIÓN DEL SAD A LAS INSTITUCIONES INVOLUCRADAS

Para la presentación del *SAD* se planificara un Taller Internacional con los Coordinadores Técnicos en cada uno de los países miembros de la cuenca, en acuerdo con la Coordinación del Proyecto y a los efectos de intercambiar opiniones acerca del borrador del documento final del *SAD*. Esta actividad estará condicionada a la recepción en tiempo y forma de los fondos correspondientes que posibiliten la realización de dicho taller.

Las líneas generales del taller prevén, la estructura en plenarios y sesiones de labor, buscando la más amplia participación de organizaciones representativas de los actores claves de las Instituciones responsables de los sectores y servicios, de las autoridades de organizaciones de cuencas y usuarios del recurso agua. Esta será una instancia de importancia para el alcance de los objetivos de esta consultoría.

G.1. Capacitación del personal de las instituciones involucradas.

La correcta utilización, el normal desarrollo y eficaz funcionamiento del *SAD*, solo se puede realizar con un plantel técnico operacional capacitado.

Con este motivo, de acuerdo a los trabajos específicos, se llevará a efecto la actualización y capacitación de los funcionarios responsables del manejo y control del *SAD* de las instituciones involucradas, a través de cursos, talleres, seminarios, etc. La capacitación deberá ofrecer a los participantes, un conocimiento general acerca de la estructura del *SAD*, sus tareas específicas, trabajo operacional, mantenimiento, etc. Esta actividad estará condicionada por la Coordinación del Proyecto, el cual definirá la fecha de realización y los fondos correspondientes que posibiliten la realización de dicho taller.

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

TIEMPO (EN MESES)						
Nº	ACTIVIDAD	PRIMER	SEGUNDO	TERCER	CUARTO	QUINTO
			O		O	O
1	A	=====				
2	B	=====				
3	C	=====				
4	D		=====			
5	E			=====		
6	F				=====	
7	G					=====