

***Asesoría a Prociénaga - GTZ***  
**Taller de integración científica y técnica para la  
prefactibilidad del proyecto de monitoría limnológica  
de la ciénaga Grande de Santa Marta**

**Informe de resultados y recomendaciones  
a Prociénaga - GTZ  
por: Luis Carlos García Lozano**

**Santa Marta, diciembre 19 de 1996**

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº de páginas
Prociénaga	taller institucional para diseño de monitoría limnológica	19.12.1996	13.08.2006	2	8

## **Taller de integración científica y técnica para la prefactibilidad del proyecto de monitoría limnológica de la ciénaga Grande de Santa Marta <sup>1</sup>**

### **I Objetivo general**

Propiciar el intercambio de experiencias e información entre instituciones que a través de varios años han venido desarrollando estudios de investigación y labores de monitoría ambiental en la ciénaga Grande de Santa Marta

### **II Objetivos específicos**

- conocer de cada uno de los participantes del taller, los proyectos y estudios que se han realizado o se piensan realizar sobre aspectos limnológicos de la ciénaga Grande y su área de influencia
- hacer un balance sobre el grado actual de conocimiento y los vacíos de información que debe cubrir el proyecto de monitoría limnológica de la ciénaga Grande
- definir las interrelaciones entre limnología, modelo hidrodinámico y el monitoría socio-ambiental existentes en la ciénaga Grande
- conocer el interés y la disposición de cooperación de las instituciones participantes para potenciar una propuesta de trabajo interinstitucional

### **III Resultado esperado**

Perfilar un anteproyecto de monitoría limnológica de la ciénaga Grande que incluya bioensayos, identificación de bioindicadores de fauna y flora de agua dulce, tomando en consideración las interrelaciones con el modelo hidrodinámico y la monitoría socio-ambiental existentes.

### **IV Agenda**

- 10:00 Instalación
- 10:15 Presentación de participantes
- 10:30 Refrigerio
- 10:45 Presentación de experiencias y capacidades institucionales
- 11:45 Identificación de vacíos de información/balance, lluvia de ideas
- 12:30 Almuerzo
- 14:00 Fundamentos/ alcances de una monitoría integral de la CGSM. Interrelación/complementación entre monitoría limnológica y las actividades de monitoría que se han venido desarrollando
- 15:45 Refrigerio
- 16:00 Qué hacer a partir de 1997, encaminado a la monitoría limnológica de la CGSM
- 18:00 Conclusiones/ acuerdos

### **V Desarrollo**

#### **V.I Participantes**

- Gustavo Cotes, UM
- Luis Alfonso Vidal, Invemar
- Carlos Rubio, Corpamag/Prociénaga
- Gustavo Ramírez, Invemar
- Gustavo Manjarrez, UM/CEA
- Carlos Hernández, UM/CEA
- Luis Carlos Gutiérrez, UM/CEA
- León Pérez, UM/CEA
- Jorge Infante, INPA
- Robert Dilger, Prociénaga/GTZ
- Marta Hernández, Corpamag/flora, fauna, parques
- Mónica Martínez, UAESPNN
- L C García Lozano, Neotrópicos

<sup>1</sup> Invitación del Sr. Robert Dilger, coordinador de **PROCIÉNAGA**, programa de recuperación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Este se desarrolla conjuntamente con **CORPAMAG** y con el apoyo financiero de **GTZ** y del **BANCO MUNDIAL**. La jornada se llevó a cabo el 19.12.1996 en Santa Marta.

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° de páginas
Prociénaga	taller institucional para diseño de monitoría limnológica	19.12.1996	13.08.2006	3	8

## V.II Páneos

La discusión se sintetizó en tres páneos:

1. estado actual de la monitoría ambiental en la CGSM
2. condiciones y objetivos de la monitoría limnológica
3. pasos a seguir para el desarrollo del plan de monitoría limnológica de la CGSM

La información cruda de estos páneos se presenta a continuación:

Pánel 1. estado actual de la monitoría ambiental en la CGSM

entidad	área científico/técnica	actividades	resultados	capacidad institucional
Invenmar	<ul style="list-style-type: none"> <li>calidad ambiental</li> <li>recursos pesqueros</li> </ul>	monitoría de condiciones físico-químicas en delta exterior derecho del Magdalena <ul style="list-style-type: none"> <li>calidad de aguas: metales pesados, pesticidas, hidrocarburos, bacterias,</li> <li>fitoplancton</li> <li>mangle</li> <li>evaluación imágenes de satélite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>informes técnicos: Invemar/PMA/Prociénaga</li> <li>revistas seriadas: Anales Invemar, otras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sección informática/estadística</li> <li>técnico-científico: biólogos, químicos, geólogos, estadísticos</li> <li>laboratorios: química general, cromatografía, espectroscopía por plasma (metales), microbiología, fitoplancton</li> </ul>
UAESPNN	<ul style="list-style-type: none"> <li>protección y conservación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>control y vigilancia</li> <li>educación ambiental</li> <li>recorridos, monitoría, censos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>informes de gestión</li> <li>sanciones autos administrativos</li> <li>identificación problemáticas de carboneros y pescadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>funcionarios</li> <li>sedes PNN isla de Salamanca, SFF Ciénaga Grande</li> <li>botes/motores</li> <li>legislación áreas protegidas</li> </ul>
Universidad de Magdalena	<ul style="list-style-type: none"> <li>ecología, medio ambiente</li> <li>limnología</li> <li>evaluación ambiental</li> <li>polución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>trabajos realizados en embalses, ríos, ciénagas</li> <li>estudios/datos puntuales en ríos de la SNSM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>informes finales de proyectos</li> <li>publicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>especialistas en: zoología, botánica, ecología, análisis químico, evaluación ambiental</li> <li>laboratorios: aguas, suelos, microbiología, bioensayos, biotecnología</li> </ul>
INPA	<ul style="list-style-type: none"> <li>pesquera</li> <li>biológica</li> <li>jurídica</li> <li>social</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>estudio biológico pesquero</li> <li>capacitación</li> <li>participación plan ordenamiento pesquero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>disminución de la talla de madurez y de la talla media de captura</li> <li>publicación informes técnicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>personal</li> <li>presencia institucional</li> </ul>
Corpamag Prociénaga	<ul style="list-style-type: none"> <li>coordinación proyectos dentro de PMA</li> <li>ordenamiento hidro o pesquero</li> <li>recuperación manglar</li> <li>participación comunitaria</li> <li>evaluación ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>monitoría hidrosedimentológica</li> <li>manejo de caños (Clarín)</li> <li>modelo hidráulico CGSM</li> <li>recuperación de caños (Clarín, Torno y Almendros)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PMA</li> <li>reapertura caños Clarín, Torno y Almendros</li> <li>software modelo hidráulico</li> <li>proceso concertación, ordenamiento pesquero</li> <li>recuperación natural de manglar (área de influencia de caño Clarín)</li> <li>verificación: informes, observaciones, actas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>personal: hidrólogo, ingeniero pesquero, biólogo, ingeniero ambiental</li> <li>medios de transporte</li> <li>computador y software básico</li> <li>equipos de medición de corrientes y posicionamiento</li> <li>sedes de campo: Tasajera y Nueva Venecia</li> <li>competencia</li> </ul>

Pánel 2. condiciones y objetivos de la monitoría limnológica

para qué		qué monitorear		qué hacer con la información
conocimientos	manejo	calidad de agua	otros asuntos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>observar los cambios ante las nuevas condiciones y su comportamiento funcional</li> <li>entender la dinámica ecológica en la CGSM</li> <li>conocer mejor un componente importante en la dinámica ecosistémica</li> <li>interpretar las variaciones del ecosistema</li> <li>conocer la ecoregión y las variables que allí se conjugan</li> <li>evaluar las tendencias y/o evoluciones futuras del sistema</li> <li>predecir cambios en el tiempo según las variaciones del medio</li> <li>determinación de flujos de energía dentro de la ciénaga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tener suficientes elementos de juicio para la toma de decisiones</li> <li>obtener manejo adecuado del ecosistema</li> <li>conocer el inventario actualizado de fuentes/tensores de contaminación (urbana/industrial) en las cuencas fluviales y aguas arriba de la CGSM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>influencia de caños dragados y de ríos de SNSM</li> <li>desarrollo de bioindicadores</li> <li>variación físico química evolución de entidades biológicas y su relación (significado)</li> <li>productividad y significado</li> <li>aspectos funcionales de ecosistema</li> <li>factores físico químicos, productividad continua</li> <li>calidad físico-química y sanitaria de afluentes terrestres y del cuerpo de agua de la CGSM</li> <li>parámetros y <math>\Delta</math>s temporales y bajo qué influencia</li> <li>bioindicadores claves de flora y fauna</li> <li>social</li> <li>dinámica de comunidades planctónicas y nectónicas</li> <li>bioensayos con poblaciones de fitoplancton</li> <li>estudio del zooplancton</li> <li>poblaciones bacteriales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>determinar microclima del ecosistema</li> <li>impactos asociados a las medidas de recuperación</li> <li>implicaciones sobre salud humana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sistematizar conocimiento sobre mortandad de peces</li> <li>implicaciones sobre salud humana</li> <li>generar planes de manejo (desarrollo sostenible)</li> <li>analizar, internalizar en el proyecto y retroalimentar modelos</li> <li>planificar el desarrollo de la subregión</li> <li>procesar, analizar y extraer conclusiones que permitan amortiguar o solucionar la problemática identificada</li> <li>establecer criterios de calidad de aguas de la CGSM (con MMA) (legislación ambiental auctóctona) máximos permisibles en el agua/concentraciones letales a organismos (bioensayos)</li> <li>establecer modelo de las fluctuaciones presentes en la CGSM</li> <li>organizarla de modo que se pueda establecer el manejo de la ecoregión</li> <li>identificar e implementar las medidas de manejo integral del sistema</li> <li>determinar estrategias de manejo</li> <li>trama trófica</li> <li>definir modelos de comportamiento de las poblaciones</li> </ul>

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° de páginas
Prociénaga	taller institucional para diseño de monitoría limnológica	19.12.1996	13.08.2006	4	8

Pánel 3. pasos a seguir para el desarrollo del plan de monitoría limnológica de la CGSM

etapa	¿que?	¿quién?	¿hasta cuándo?
0	Preliminar:		
a	definir participantes del grupo de trabajo	Corpomag Invemar	20.12.1996
b	suministrar documentos a UMagdalena/CEA	Corpomag Invemar	20.12.1996
1	Revisión de conceptualizaciones existentes sobre funcionamiento limnológico de la CGSM:	Unimag-CEA	20.1.1997
a	EIA de la apertura de caños		
b	modelo hidráulico		
2	integrar información existente		
3	proponer esquema de monitoría: objetivos, áreas, parámetros, métodos, frecuencias, etc.		
4	discusión e integración interinstitucional del propuesta de Unimag/CEA (1., 2., 3.)	Corpomag Invemar Unimag-CEA	15.1.97-20.1.97
5	discusión y operacionalización	Corpomag	
	marco conceptual	Invemar	28.2.1997
	convenir sobre el esquema de monitoría	Unimag-CEA	

## VI Comentarios

### *Conclusiones de los páneles*

El pánel 1. dejó ver claramente que las instituciones participantes en conjunto, y dos de ellas individualmente (Invemar y Unimag/CEA), poseen las experiencias adecuadas y cuentan con el personal y los recursos físicos apropiados para adelantar un programa de monitoría limnológica de la CGSM. De facto, varios de los trabajos citados por estas dos entidades se han desarrollado directamente en la CGSM o en hábitats aledaños y son un bagaje de información importante para la formulación y el desarrollo de la monitoría limnológica.

Por otra parte, en este mismo pánel se mostró que tanto Prociénaga/Corpomag, como el INPA y la UAESPNN, tienen un historial amplio de acción en la región, asociado a la planeación, gestión, ordenamiento, manejo y vigilancia de los recursos naturales de la CGSM y sus hábitats asociados. Este haber otorga a las entidades mencionadas la capacidad de orientar los objetivos de la monitoría limnológica, i.e., definir la clase de información requerida (planeación) y de utilizarla una vez generada, es decir implementar las acciones a que habrá lugar como consecuencia de los resultados obtenidos y de proporcionar, facilitar u orientar los mecanismos que estimulen la participación ciudadana en el desarrollo de la monitoría (gestión, ordenamiento, manejo y vigilancia) y en la aplicación de las medidas de ellas derivada.

Sin embargo, el pánel 2. no logró establecer explícitamente la relación entre los objetivos de la monitoría limnológica (respuestas a la la pregunta *para qué se hace la monitoría*) con el marco conceptual de la problemática limnológica (respuestas a la pregunta *qué monitorear*) ni con las acciones que necesariamente deben derivarse de los resultados (respuestas a la pregunta *qué se hace con los resultados*). Es decir se cuenta con los recursos humanos para *definir, ejecutar y aplicar*, pero se carece de conceptos que articulen estos tres elementos.

El pánel 2. muestra que las entidades participantes tienen claridad sobre los objetivos científicos de una investigación sobre aspectos limnológicos de la CGSM (comprensión de la dinámica ecológica del complejo CGSM que permita la formulación de predicciones acerca del comportamiento de elementos físicos y biológicos). Pero no se evidenció claridad sobre la aplicabilidad de los conocimientos generados por la monitoría al manejo de la problemática de la CGSM. Esto último es fundamental, puesto que dicha problemática no es exclusivamente limnológica, sino que por el contrario tiene repercusiones sobre la estructura y dinámica de otros componentes ecosistémicos (i.e., los manglares) y sobre recursos socialmente aprovechados (pesca).

Las anteriores apreciaciones fueron reconocidas por las entidades participantes y se acordó el plan de trabajo sintetizado en el pánel 3. Básicamente UM/CEA e Invemar harán una revisión de la abundante literatura existente sobre la CGSM, en particular sobre las conceptualizaciones adelantadas para el estudio de impacto ambiental de la reapertura de los caños del sistema CGSM y el modelo hidráulico. Con base en esta revisión se formulará un esquema tentativo de monitoría, el cual será revisado por todas las entidades en talleres posteriores hasta lograr un esquema aceptable y eficiente.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº de páginas
Prociénaga	taller institucional para diseño de monitoría limnológica	19.12.1996	13.08.2006	5	8

### *Comentarios complementarios para el desarrollo del trabajo actual*

A continuación se elabora sobre la mecánica del planeamiento de investigaciones aplicadas en un esfuerzo por integrar el rigor científico de la monitoría -del cual no hay duda, dados los recursos humanos disponibles en UM/CEA e Invemar- con el carácter eminentemente aplicado que la investigación exige.

En primer lugar conviene para unificar criterios, intentar una definición del término *monitoría*. Esta palabra, de origen latino, no está formalmente aceptada en el idioma castellano, pero su uso se ha hecho común. En inglés, de donde ha sido prestada, significa la actividad de observar, medir o vigilar un fenómeno o proceso, con el objeto de detectar cambios y producir señales de prevención o alarma. El término, en un contexto ecológico o ambiental, se ha asimilado a la *confrontación de un pronóstico del comportamiento de un proceso dado con el diagnóstico de cómo en la realidad ocurre dicho proceso, que incluye la no ocurrencia del fenómeno y la ocurrencia de situaciones no pronosticadas*.

En el presente caso -i.e., la monitoría de los fenómenos limnológicos -físicos, químicos y biológicos- asociados a la entrada de agua dulce al complejo CGSM vía la reapertura de los caños Clarín, Torno y Almendro- el pronóstico que debe ser verificado posiblemente no exista en forma suficientemente explícita; pero esto no impide que se pueda formular uno. Es exactamente lo que se acordó que UM/CEA e Invemar deben hacer con base en las conceptualizaciones existentes sobre la CGSM y por supuesto en la literatura limnológica y ecológica general, antes de plantear un esquema de monitoría. Por otro lado se requiere que el esquema de monitoría permita:

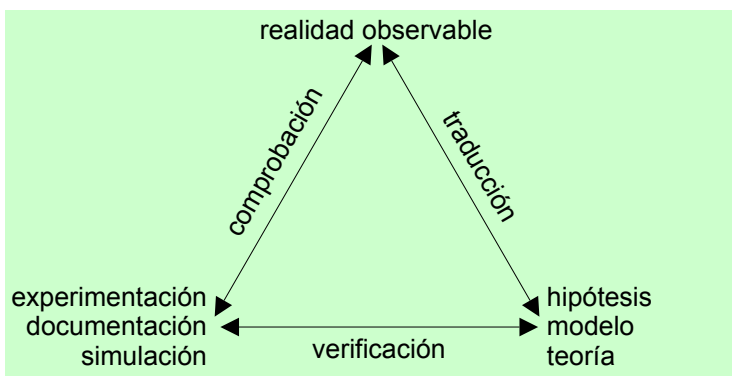
- verificar la ocurrencia de eventos y fenómenos pronosticados y evaluar la magnitud de los mismos,
- detectar y evaluar eventos imprevistos,
- identificar acciones y diseñar planes y medidas para el manejo de las nuevas situaciones

Un punto particularmente relevante acerca de monitorías ambientales en general, y particularmente sobre las que se realicen en el neotrópico, es el carácter eminentemente *natural* -opuesto a *exacto*- que poseen las ciencias ambientales. La ecología no es una ciencia exacta. Cuenta con herramientas que permiten afirmar -en algunos casos con un nivel adecuado de certidumbre- que dadas ciertas situaciones "a", otras condiciones "b" pueden ocurrir, pero siempre se corre el riesgo de que ciertas predicciones no ocurran, o de que ciertos efectos no puedan ser detectados, simplemente por la multiplicidad de factores que intervienen, aún en el más simple de los procesos ambientales. Este alto nivel de incertidumbre asociado al "vaticinio" ambiental solamente puede superarse mediante la acumulación sistemática de datos acerca de tantas situaciones como sea posible. En otras palabras, *monitoreando muchos y muy diversos fenómenos ambientales*.

### *La formulación de un pronóstico (o la síntesis de las conceptualizaciones existentes)*

Los *modelos* tienden a asociarse básicamente con conjuntos de relaciones matemáticas complejas entre componentes de un sistema o con réplicas físicas a escala de dos o más componentes de un sistema real. Sin embargo, los modelos no son otra cosa que conjuntos de hipótesis acerca del funcionamiento de elementos reales consideradas integralmente. Su utilidad está en que permiten establecer predicciones acerca del comportamiento de la realidad sin necesidad de efectuar en ésta manipulaciones de sus componentes elementales o predecir el estado futuro de uno o más de los elementos del sistema a partir de sus estados actuales.

En este sentido los modelos hacen parte del proceso de conocimiento científico de la realidad. Es decir parten de hechos reales observables y sus verificaciones deben regresar a esa realidad con una ganancia en conocimiento. El siguiente diagrama, simplificado de Nahikian (1964)<sup>2</sup> ilustra el proceso.



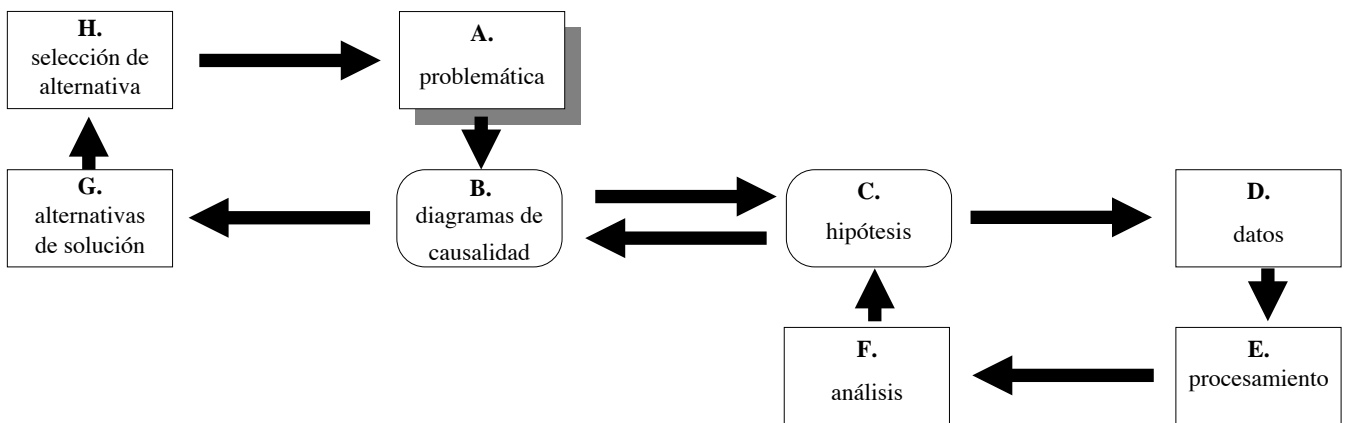
<sup>2</sup> Nahikian, Howard M. 1964. A modern algebra for biologists. The University of Chicago Press. Chicago

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº de páginas
Prociénaga	taller institucional para diseño de monitoría limnológica	19.12.1996	13.08.2006	6	8

El punto de partida es una *realidad observable*, componentes entrelazados por relaciones de causa - efecto o covarianza; estas relaciones se *traducen*, mediante enunciados lógicos, matemáticos o estadísticos, a *hipótesis, modelos o teorías* que permiten predecir el estado de un componente con base en el conocimiento del estado de otros componentes. Estas deben ser objeto de *verificación* mediante uno o más de los siguientes tipos de actividades: *diseño de experimentos* (manipulación in situ o en laboratorio de ciertos componentes y medición de la respuesta de otros), *documentación de eventos reales* (comparaciones espaciales o temporales del comportamiento de un componente) o *simulación* (física o numérica de un fenómeno o proceso). La *comprobación*, si se aceptan las hipótesis plantadas (los modelos y teorías son conjuntos de hipótesis), es el retorno a la *realidad observable* con una ganancia en conocimiento. Este conocimiento puede ser en muchas ocasiones por defecto (carencia de correspondencia entre la realidad observable y las predicciones y resultados), lo cual exige la revisión del proceso investigativo: formulación de nuevas hipótesis y nuevas verificaciones.

### Ciclo problemática-hipótesis-solución

Este esquema simple del proceso de investigación científica se puede expandir y aplicarse al entendimiento de fenómenos ecológicos en general, tal como fue planteado por Poole (1974)<sup>3</sup> y utilizarse en la solución de problemas relacionados con la planificación. En el esquema adjunto el *ciclo problemática-hipótesis-solución*, modificado de Dyer (1993)<sup>4</sup> se ilustra con *ejemplos* referentes a la problemática de la CGSM, realistas pero no necesariamente exactos:



**A. Formulación de problemática:** enunciado explícito del conflicto a resolver, *v.gr.:*

- cuáles son los cambios limnológicos (físicos, químicos y biológicos) esperados en diferentes hábitats del complejo CGSM como consecuencia del ingreso continuo de caudales variables de agua dulce con altas concentraciones de sedimentos al sistema salobre actual.
- qué los determina, *v. gr.* el caudal (volumen por unidad de tiempo) de agua dulce que ingresa, la duración del pulso, el nivel de agua en el complejo, su salinidad actual, etc.
- cómo es el comportamiento temporal de tales cambios, *v. gr.*, inmediatos, retardados, efímeros, transitorios, permanentes, recurrentes...

• afectan estos cambios la existencia de recursos biológicos actualmente aprovechados e inducen el desarrollo de otros potencialmente aprovechables

• puede predecirse la magnitud y duración de los eventos retardados (reducción o cambio en la composición de los recursos pesqueros, *p. ej.*) con base en el conocimiento de eventos inmediatos o transitorios (crecientes, estiaje, mar de leva, estratificación, proliferación de una o varias especies de vida corta...)

...

**B. Diagramas de causalidad:** traducción de la problemática a *relaciones de causa-efecto* o de *correlación entre variables* (los diagramas se modifican como consecuencia de la aceptación o rechazo de las hipótesis). *v.gr.:*

• agua dulce más fría, rica en sedimentos + aguas salobres más cálidas → estratificación química estable y térmica inversa inestable + floculación de sedimentos → hipoxia béntica temporal → nuevo estado de equilibrio → reemplazo de organismos bentónicos eurihalinos por organismos estenohalinos...

• los sedimentos floculados se depositan sobre suelos hipersalinos → protosuelos aluviales → plantas herbáceas terrestres estenohalinas reemplazan las eurihalinas...

• reducción prolongada o permanente de salinidad + aumento de turbidez → reducción de diversidad/poblaciones de crustáceos y moluscos de interés pesquero + incremento de diversidad/poblaciones de peces iliófagos...

<sup>3</sup> Poole, Robert W. 1974. An introduction to quantitative ecology. McGraw-Hill. New York.

<sup>4</sup> Dyer R., Isaac. 1993. Dinámica de sistemas y simulación continua en el proceso de planificación. Colciencias, Universidad Nacional de Colombia. Medellín.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº de páginas
Prociénaga	taller institucional para diseño de monitoría limnológica	19.12.1996	13.08.2006	7	8

...

**C. Hipótesis:** expresión verificable de la relación causa–efecto o de correlación entre dos variables, p. ej.: áreas distales y proximales al caño Clarín no difieren en cuanto a:

- composición y diversidad de fauna bentica o en cuanto a composición y diversidad de flora herbácea anual
- composición y diversidad de fauna béntica es constante para diferentes caudales del caño Clarín y para diferentes duraciones de influjo
- biomasa moluscos/esfuerzo de captura permanece constante

...

**D. Datos:** valores cualitativos o cuantitativos (con base en fuentes primarias o secundarias) de los parámetros de las variables involucradas en una hipótesis (que pueden ser levantados con los recursos físicos y humanos disponibles). p. ej.:

- listas de abundancia o biomasa/especie de fauna béntica (o de flora herbácea terrestre) de áreas análogas a diferentes distancias del caño Clarín y en diferentes condiciones de caudal y de duración de caudales
- producción pesquera de zonas análogas a diferentes distancias del caño Clarín y en diferentes condiciones de caudal y de duración de caudales

...

**E. Procesamiento:** Traducción de datos a información mediante herramientas numéricas, matemáticas o estadísticas. Normalmente implica la estructuración de bases de datos para su selección y aglomeración.

- cálculo de índices de diversidad o curvas de especies–esfuerzo de muestreo de zoobentos (o de flora herbácea terrestre) de áreas análogas a diferentes distancias del caño Clarín y en diferentes condiciones de caudal y de duración de caudales...
- análisis de varianza/covarianza entre caudales, duraciones de caudal y abundancia, biomasa, diversidad... de zoobentos o flora herbácea...producción pesquera...

...

**F. Análisis:** Verificación de las hipótesis con base en la información generada en la etapa de procesamiento. Aceptación de hipótesis verdaderas, rechazo de las falsas y reformulación de hipótesis alternas.

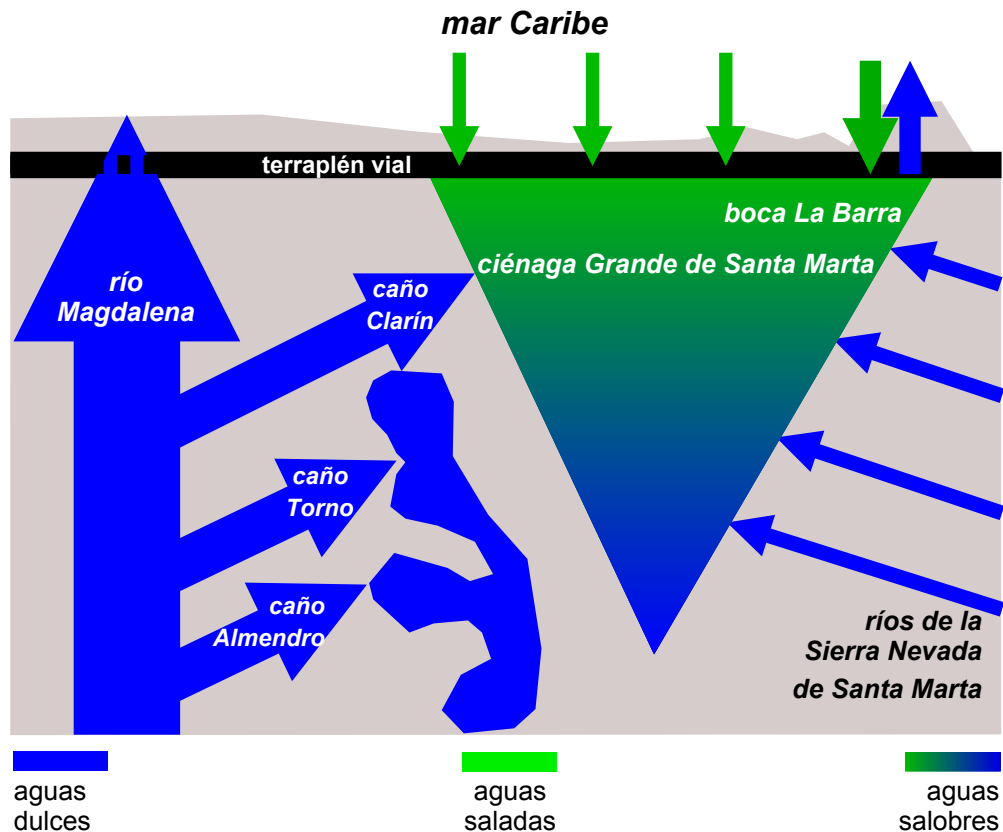
**G. Alternativas de solución:** normalmente el ciclo *problemática-análisis-solución* regresa a la problemática mediante la simulación de modificaciones a las variables para inducir respuestas del sistema en la dirección deseada. En el caso de una monitoría limnológica de la CGSM, cuyo objetivo terminal se definió en los paneles como *facilitar la toma de decisiones para su manejo adecuado*, dichas variables pueden ser (a manera de ejemplo):

- la precisión de las predicciones sobre cambios retardados y permanentes, p. ej. sobre los recursos pesqueros
- la oportunidad de las predicciones (con qué antelación a la ocurrencia del evento se puede efectuar la predicción)
- la facilidad de implementación del esquema de monitoría (datos-procesamiento-análisis) y sus costos
- el grado de cooperación interinstitucional requerido y de participación comunitaria deseable
- la flexibilidad en el diseño que permita modificaciones sobre la marcha como resultado del proceso mismo de monitoría

**H. Selección de alternativas:** escogencia de la solución más adecuada para resolver la problemática mediante análisis multiobjetivo, programación dinámica o cualquier otro método. De nuevo, en el caso de la monitoría limnológica de la CGSM se requiere (a manera de ejemplo según los criterios anteriores) un esquema de monitoría preciso, oportuno, de fácil implementación y bajo costo, con participación de las diversas entidades, de la ciudadanía y flexible en su ejecución. Es muy posible que ningún esquema cumpla óptimamente con estos criterios, por tanto la selección exige la ponderación, mediante técnicas de análisis multiobjetivo, de las diferentes variables para obtener el conjunto de soluciones sub-óptimas que cumplan con el objetivo terminal previsto.

Por otra parte, el criterio mismo de *flexibilidad* impone una verificación continua de las hipótesis, rechazo de aquellas que resultaren falsas y formulación de hipótesis alternas y por tanto un ajuste permanente del esquema de monitoría. Este procedimiento es equivalente a una programación dinámica.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº de páginas
Prociénaga	taller institucional para diseño de monitoría limnológica	19.12.1996	13.08.2006	8	8



Representación esquemática de las relaciones hidrológicas y limnológicas de la ciénaga Grande de Santa Marta.<br>

"Hechos":

- # Hacia 1956 se construyó el terraplén vial a lo largo de la margen N de la ciénaga; las bermas viales,
- # Los terrenos de las bermas viales así desecados fueron colonizados, una gran población se asentó a lo largo del terraplén en ambas márgenes.
- # Los puntos de intercambio de aguas entre la ciénaga y el mar Caribe se redujeron drásticamente, limitándose a la boca de "La Barra", extremo NE.
- # Los caños del río Magdalena (Clarín, Torno, Almendro y otros) se colmataron y los ingresos de agua dulce se redujeron poco a poco. Igualmente, los desarrollos agrícolas en la "Zona Bananera" (faja plana en la margen E, entre la Sierra Nevada y la ciénaga) alteraron severamente los flujos de agua dulce hacia la ciénaga en épocas de estiaje.
- # Lentamente los manglares cercanos al mar murieron por hipersalinidad en los suelos y fueron reemplazados por playones salinos. Los manglares distales del mar sufrieron por carencia de agua marina o exceso de agua dulce o por drenaje excesivo y poco a poco los reemplazó vegetación de pantano o caducifolia. Para 1978 < 25% de los manglares distribuidos en pequeños parches al O y NO persistía en estado aceptable.
- # Las comunidades de peces y otros organismos acuáticos típicos de la ciénaga sufrieron cambios paulatinos en abundancia y composición, con consecuencias sobre la base de recursos, sobre las prácticas culturales de explotación y sobre las economías familiares.
- # En 1994 Corpamag con apoyo técnico y financiero de la GTZ y del Banco Mundial iniciaron estudios que condujeron a partir de 1996 al restablecimiento paulatino del flujo de los caños Almendro, Torno y Clarín hacia la ciénaga. Es un nuevo episodio de cambios físicos con consecuencias biológicas y sociales. Esta era la problemática a manejar.