



**CENTRO DE COORDINACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE LOS DESASTRES NATURALES EN
AMERICA CENTRAL –CEPREDENAC–**

**PROYECTO FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL CEPREDENAC Y DE LAS
COMISIONES NACIONALES PARA LA REDUCCION DE LA VULNERABILIDAD ECOLOGICA Y LA
PREVENCION DE DESASTRES EN CENTROAMERICA**

ESTUDIO DE SISTEMATIZACION DE LA CUENCA DEL RIO COYOLATE, GUATEMALA

ELABORADO POR:

Rafael Anleu

Guatemala, Julio del 2006

Indice

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. METODOLOGÍA.....	7
3. MEDIDAS APLICADAS EN GUATEMALA PARA EL MANEJO DE INUNDACIONES.....	9
3.1 PRESAS.....	10
3.2 DIQUES/BORDAS.....	11
3.3 MEJORAS EN LOS CAUCES / CANALES DE ALIVIO.....	14
3.4 SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA.....	18
4. SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	19
4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA COYOLATE.....	20
4.2 ESCENARIO DE RIESGO ANTE INUNDACIONES.....	20
4.3 ¿CÓMO SURGE LA IDEA, CÓMO SE GENERA EL PROYECTO Y CÓMO SE FINANCIA?.....	21
4.4 ¿CÓMO SE CONCIBE ORIGINALMENTE EL SISTEMA?.....	23
4.5 ¿QUIÉNES PARTICIPAN EN EL EJECUCIÓN DEL PROYECTO?.....	29
4.6 ¿CÓMO SE DISEÑA ORIGINALMENTE EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA?.....	30
4.7 ¿CÓMO SE IMPLEMENTA FINALMENTE EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA Y COMO HA SIDO SU DESEMPEÑO?.....	33
4.8 ¿CUÁL FUE EL COMPONENTE DE ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA Y QUE ACTORES SOCIALES AYUDARON EN LA CONSOLIDACIÓN DEL SISTEMA?.....	38
4.9 ¿CUÁL FUE EL COMPONENTE DE CAPACITACIÓN Y COMUNICACIÓN SOCIAL DEL SISTEMA?.....	42
5. TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO.....	45
6. LECCIONES APRENDIDAS.....	49
7. BIBLIOGRAFÍA.....	51

Indice de Tablas y Figuras

Tabla 1: Medidas de control de inundaciones y los elementos sobre los que inciden.	8
Tabla 2: Presas con el mayor volumen de almacenamiento en Guatemala	10
Tabla 3: Características físicas de la cuenca Coyolate.....	16
Tabla 4: Características socioeconómicas de la cuenca Coyolate	16
Tabla 5: Relación y análisis de los componentes planteados con respecto a los elementos teóricos de un SAT (Elab. propia 2006).....	21
Tabla 6: Componente del proyecto y responsables de los mismos dentro de la SE- CONRED.	24
Tabla 7: Ubicación de las primeras estaciones de monitoreo para el SAT en la cuenca del río Coyolate.....	28
Figura 1: Efecto teórico de un embalse sobre el caudal pico de crecidas.	9
Figura 2: Poblado de Panajachel y río San Francisco a principios del siglo XX. Fuente: Plan de Reconstrucción Sololá 2006 / CIRMA.....	10
Figura 3: Muro construido en 1949 para contener las crecidas del río actualmente ha ignorado por el crecimiento urbano. La fotografía muestra una vivienda dañada por la crecida del río generada por las lluvias asociadas a la tormenta Stan.....	11
Figura 4: Planta del río Madre Vieja en donde se muestra un tramo “rectificado” de aproximadamente 4 kms. de largo.....	11
Figura 5: Serie de tiempo de secciones transversales del río Samalá a la altura del puente de la CA-2 sobre el río Samalá (Samalá IV o Castillo Armas).	13
Figura 6: Obras para la contención de inundaciones en la planicie de inundación del río Motagua.	14
Figura 7: Estructura básica de un Sistema de Alerta Temprana.....	15
Figura 8: Escenario de inundación para la cuenca del río Coyolate deducido a partir de la información de comunidades damnificadas durante la tormenta Stan.	18
Figura 9: Esquema del grupo de trabajo por componente del proyecto.....	25
Figura 10: Esquema de comunicaciones para el SAT Coyolate, 1997.	26
Figura 11: Cambios en la visión sobre el modo de operación del sistema durante la implementación del mismo.....	27

Figura 12: Ubicación de las estaciones de monitoreo de lluvia del proyecto Coyolate, a octubre de 1998.	29
Figura 13: Ubicación de estaciones de monitoreo de niveles de río.	30
Figura 14: Pluviómetro Tru-Check. Notese que presenta dos escala de medición.....	31
Figura 15: Estructura organizativa de una Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres, impulsada actualmente por la SE-CONRED.....	34
Figura 16: Relación típica entre la ocurrencia de caudales y la altura del agua sobre el lecho del río.	39



En esta sección comienzan de nuevos los desastrosos efectos de las lluvias torrenciales. El Dios Negro adelantase en actitud de ataque, llevando en la mano izquierda una lanza y en la derecha dos lanzadores de flechas y un escudo, en la mano el signo Cauac, que tiene cercana relación con el período de lluvias, cayendo estas abundantes de los signos planetarios, sobre el Dios y sobre una culebra que quiere devorarlos.

“Códices Mayas”
J. Antonio Villacorta C.
Carlos Villacorta B.¹

¹ **Tomado de:** Evaluación Cuantitativa de Riesgos de Desastres por Ciclones Tropicales en la República de Guatemala. INSIVUMEH. 1977.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las amenazas mas graves que se pueden identificar en cuanto al manejo de desastres y medidas de reducción del riesgo en Guatemala, es la pérdida de la experiencia y el conocimiento adquirido institucionalmente. Los involucrados en los procesos se retiran de la institución por diferentes motivos y se llevan consigo el conocimiento y la experiencia de "como hacer las cosas". Por otro lado no existe la cultura de documentar adecuadamente los procesos, de manera que sea fácilmente asequible para nuevos actores retomarlos, no empezar de cero y no cometer los mismos errores. Y por último, la etapa de evaluación de los procesos se deja en muchos casos relegada a un segundo plano.

Uno de estos procesos dentro de la Secretaría Ejecutiva de CONRED ha sido la implementación de Sistemas de Alerta Temprana ante Inundaciones. A pesar de que se reconoce por parte de muchos actores institucionales las debilidades en los mismos, no se ha realizado un esfuerzo integral por abordar la problemática asociada al inadecuado funcionamiento de dichos sistemas. Es así como el Proyecto Guacalate, brinda una oportunidad para sistematizar una experiencia que en veces toma el carácter de memoria histórica, pero a la vez de proceso evaluativo y de reflexión sobre los aspectos que hay por mejorar y las causas de los problemas que actualmente se experimentan actualmente en torno al funcionamiento de los Sistema de Alerta Temprana ante Inundaciones, en el contexto de una cuenca hidrográfica.

¿Y por qué en el contexto de una cuenca hidrográfica?, pues aunque se podría argumentar simplemente que porque es el contexto al cual está referido el proyecto Guacalate, es también el contexto dentro del cual hay que abordar la problemática de las inundaciones. Inundaciones que no respetan límites político administrativo.

De esa forma, dentro de las varias experiencias que podrían haberse seleccionado en torno a lo anterior se seleccionó la del Proyecto Coyolate, tomando como punto de partida la hipótesis de que por ser el primero de los abordajes de estas medidas por parte de la Secretaría Ejecutiva de CONRED, sirvió como modelo de experiencias para implementar los demás existentes en el país. Y como tal, el reconocer como se gestó, se diseñó e implementó, brinda la oportunidad de comprender la problemática asociada a estos sistemas en el país.

2. METODOLOGÍA

Se definió la experiencia a sistematizar tomando como contexto una cuenca hidrográfica con base en dos criterios. El primero es que la experiencia tenga clara con el manejo de riesgos ante amenazas hidrometeorológicas y el segundo que el área de trabajo sea relevante para la Secretaría Ejecutiva de CONRED.

Para poder resolver el cumplimiento del primer criterio se realizó una breve revisión bibliográfica y vaciado de información contextual que el autor maneja producto de su experiencia, para identificar las medidas de manejo del riesgo de inundaciones y algunas características de las mismas implementadas en Guatemala. De esta primera fase surge un nuevo criterio, en la forma de la siguiente pregunta: ¿cuál de todas estas medidas tiene un respaldo institucional permanente y constante, y tiene posibilidades de éxito porque ser una respuesta técnicamente adecuada en su concepción, a una problemática? Ante esta pregunta debe mencionarse que se hace referencia en general a la concepción de la respuesta, no al diseño.

Así se definió que fuera la experiencia de implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante inundaciones en la cuenca del río Coyolate. Una vez definida la experiencia a trabajar, se procedió a buscar la información documental del mismo, siendo la única fuente disponible el Archivo Muerto de la Secretaría Ejecutiva de CONRED.

Para poder iniciar el trabajo de sistematización se partió de un marco conceptual que delimita claramente lo que debe ser un sistema de alerta temprana y con base en el mismo se analizó la documentación existente en el Archivo Muerto.

Durante el proceso de revisión de la documentación surgieron una serie de inquietudes respecto al proyecto y que finalmente se concibieron como las preguntas generadoras a las cuales se buscó dar respuesta en los pasos siguientes. Las preguntas generadoras definidas fueron las siguientes:

- a. ¿Cómo surge la idea? ¿Cómo se genera el proyecto y cómo se financia?
- b. ¿Cómo se concibe originalmente el sistema (de alerta temprana)?
- c. ¿Quiénes participan en la ejecución del proyecto?
- d. ¿Cómo se diseña originalmente el funcionamiento del sistema?
- e. ¿Cómo se implementa finalmente el funcionamiento del sistema y como ha sido su desempeño?
- f. ¿Cuál fue el componente de organización del sistema y que actores sociales ayudaron en la consolidación del sistema?
- g. ¿Cual fue el componente de capacitación y comunicación social del sistema?

Una vez definidas las preguntas generadoras, se procedió a revisar la documentación existente para tratar de dar una respuesta inicial a las mismas. Posteriormente, se identificó a personas que participaron en la ejecución del proyecto. Por medio de una entrevista con tres miembros del equipo ejecutor del proyecto se obtuvo información adicional para dar respuesta a las preguntas generadoras.

La información proporcionada por estos, se contrastó con la documentación existente para identificar vacíos, similitudes o divergencias.

Por último se realizaron dos visitas al área de estudio, con el objeto de validar la información de las dos fuentes originales y tratar de resolver las divergencias entre ambas fuentes.

3. MEDIDAS APLICADAS EN GUATEMALA PARA EL MANEJO DE INUNDACIONES

Para el manejo y control de las inundaciones se conocen en el mundo ampliamente una serie de medidas, cada una de las cuales generalmente está orientada a uno de los elementos que constituyen una inundación. Y aunque teóricamente todas pueden funcionar y cumplir su cometido sin la existencia de las otras, en muchas ocasiones se implementan un conjunto de las mismas, por motivos de costos y seguridad. En la tabla 1 se identifican estas medidas y los cuadros grises el elemento al cual están orientadas.

Tabla 1: Medidas de control de inundaciones y los elementos sobre los que inciden.

	Presas	Diques / Bordas	Mejoras en el cauce / Canales de alivio	Sistemas de bombeo	Esquemas administrativos del territorio	Sistemas de Alerta Temprana
Control de la crecida						
Control del desborde						
Control del tiempo de inundación						
Manejo de la ocupación de las áreas de inundación						

Los elementos se refieren a los componentes de una inundación de acuerdo a la siguiente lógica. Para que una inundación se considere dañina deben haber ocupación por el hombre de determinadas áreas; existe un tiempo entre la gestación de la inundación y la ocurrencia de la misma que es posible conocer; para que se de una inundación es necesario que se superen los bordes de un cauce y por último para que lo anterior ocurra, es necesario que se de una crecida. Así están relacionados los elementos que componen una inundación.

A estas medidas, cabría agregar la adaptación de los medios de vida del hombre a condiciones de inundación, tales como viviendas elevadas y el uso de embarcaciones como medio de transporte. Todas las medidas anteriores, han sido implementadas en Guatemala de una u otra manera, en distintas cuencas del país, tal y como se describe a continuación

3.1 Presas

El efecto de una presa sobre las inundaciones consiste en la laminación o reducción del pico de la crecida, por medio del almacenamiento temporal. La figura 1, muestra el efecto teórico de un presa sobre el comportamiento de una crecida.

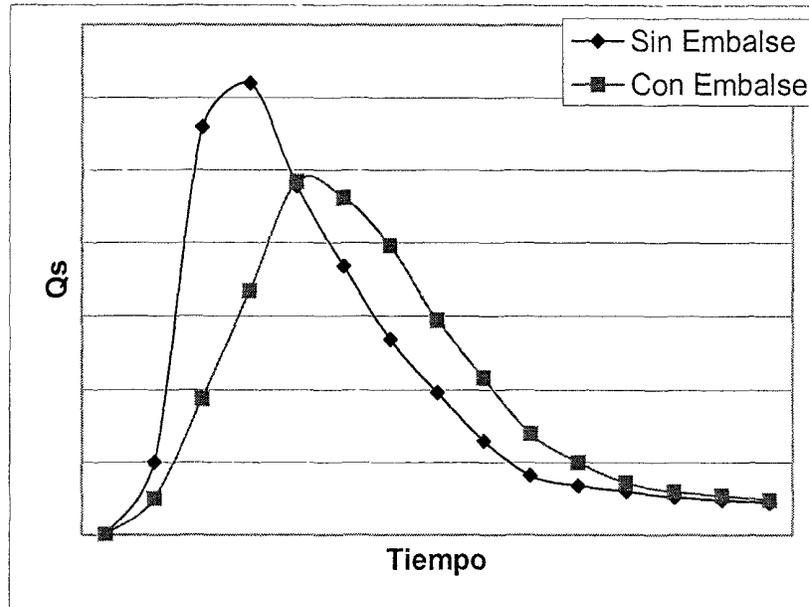


Figura 1: Efecto teórico de un embalse sobre el caudal pico de crecidas.

La curva azul muestra el valor máximo de la crecida en la posición 7 en condiciones naturales sin embalse. Al construirse un embalse aguas arriba del punto en donde se está observando la crecida, se esperaría que el pico de una crecida similar alcanzaría un valor máximo de 6, como lo muestra la curva rosada.

Bajo este precepto cabe afirmar que toda presa construida en Guatemala (bajo el supuesto de que las mismas no fallen), puede suponer la reducción del pico de las crecidas y con ello la magnitud o incluso la ocurrencia de inundaciones de cierta magnitud. Sin embargo es necesario comprender que existen una serie de factores que condicionan su verdadera utilidad en este sentido; uno de estos factores es la forma en que se operan las presas, de tal manera que se tenga un volumen de almacenamiento disponible para controlar las crecidas entrantes. Otro de los factores es el volumen total del embalse, de tal manera que sea significativo con respecto al caudal y el volumen de crecida.

En la tabla 2 se enlistan las presas con mayor volumen de embalse en el país.

Tabla 2: Presas con el mayor volumen de almacenamiento en Guatemala

Cuenca	Presa	Volumen de Embalse	de	Tiempo de Regulación	de
Chixoy	Pueblo Viejo	313,000,000		Anual	
María Linda	Aguacapa	300,000		Diaria	
María Linda	Compuertas Amatitlán	112,000		Diaria	
Los Esclavos	Puente Los Esclavos	225,000		Diaria	
Santa María	Santa María	224,600		Diaria	

Ninguna de las presas señaladas en la tabla 2 fue construída, ni es operada para fines de control de crecidas. El tiempo de regulación de las mismas, es un indicador de su capacidad para controlar crecidas.

3.2 Diques / Bordas

Estas son junto con el dragado de cauces, la medida más ampliamente utilizada para fines de control de inundaciones en Guatemala. Su uso se remonta por lo menos cincuenta años atrás, aunque solamente se tiene conocimiento de estas medidas por la evidencia física y fuentes indirectas.

Una de las aplicaciones más antiguas y que aún existe de estas medidas está en el río Panajachel, en donde después del temporal de 1949 se construyó un muro con el objeto de contener las crecidas del río San Francisco en el municipio de Panajachel, Sololá (Ver Figuras 2 y 3).



Figura 2: Poblado de Panajachel y río San Francisco a principios del siglo XX. Fuente: Plan de Reconstrucción Sololá 2006 / CIRMA.

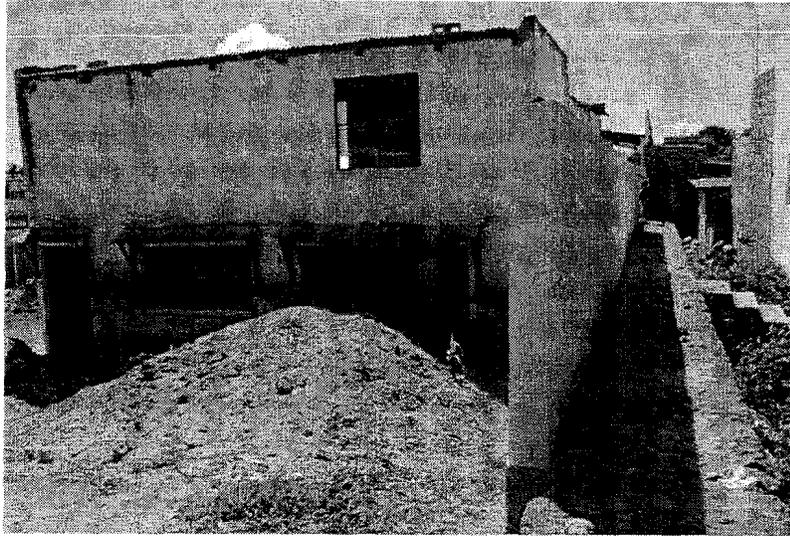


Figura 3: Muro construido en 1949 para contener las crecidas del río actualmente ha ignorado por el crecimiento urbano. La fotografía muestra una vivienda dañada por la crecida del río generada por las lluvias asociadas a la tormenta Stan.

Otros dos antecedentes históricos se encuentran entre las fincas bananeras y algodoneras en Escuintla e Izabal. Algunos ejemplos relevantes son el río Madre Vieja, cuyo cauce se encuentra aún hoy bordeado por diques de aproximadamente 4 metros de alto sobre el lecho. Estas medidas son complementarias al cambio de trazo que se le realizó al río, nótese en la figura 2 el trazo conspicuamente recto del río.

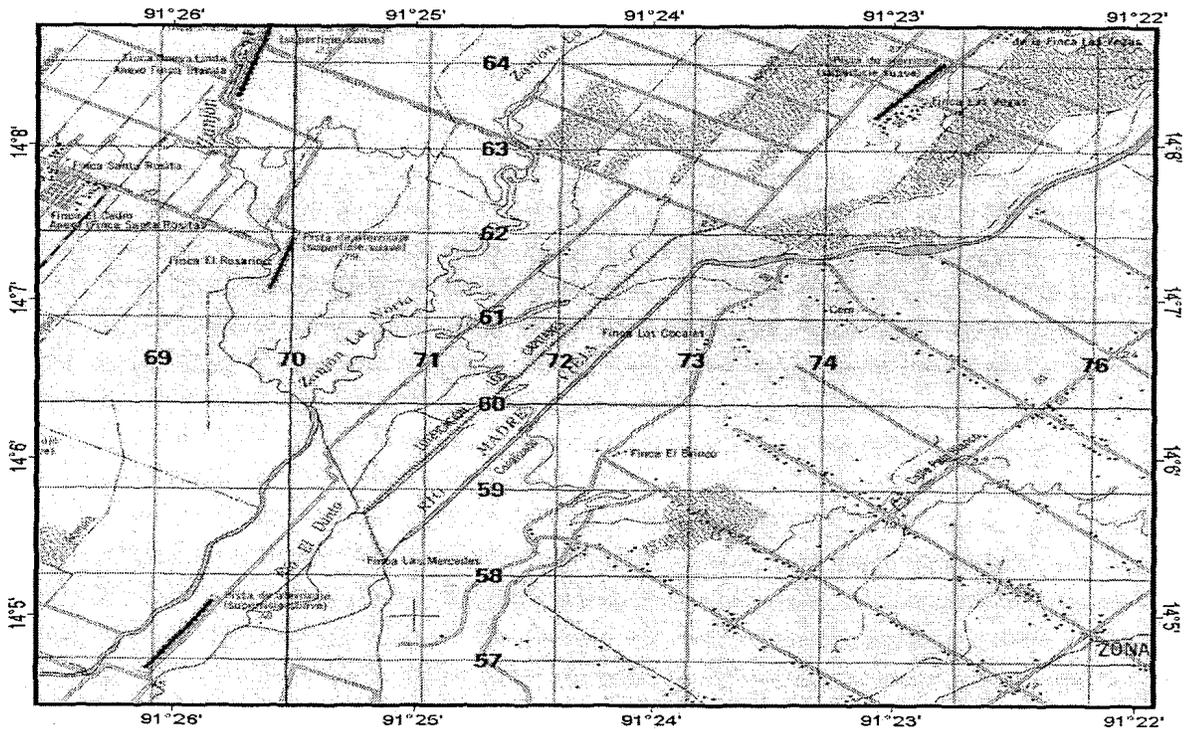


Figura 4: Planta del río Madre Vieja en donde se muestra un tramo "rectificado" de aproximadamente 4 kms. de largo.

En años recientes la práctica de conformación de bordas en el país se ha mantenido como una constante, sin que exista un ente que regule su implementación y por lo general se realizan sin ninguna especificación técnica competente. Los dos principales errores que suelen cometerse son la invasión del cauce del río con las estructuras y el uso de materiales con escasa cohesividad, dando como resultado la destrucción permanente de las obras. Como causa de lo anterior se pueden identificar básicamente tres: desconocimiento, visión de corto plazo al no querer invertir en estructuras de larga vida y el deseo de aprovechar todo el territorio posible, incluyendo el del río.

Dentro de estas medidas cabe mencionar el Proyecto de Control de Inundaciones del Río Achiguate (1985), que es un estudio de factibilidad para la construcción de obras para el control de sedimentos e inundaciones en el río Achiguate, desarrollado por la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA). Dentro de los resultados de la evaluación, resulta interesante el hecho de que la implementación de obras (adecuadas) para el control de inundaciones, no es viable económicamente en la zona del río Achiguate para crecidas con períodos de retorno de 30 años, porque los bienes a proteger no representan posibles pérdidas económicas que justifiquen la inversión. En otras palabras no es rentable.

3.3 Mejoras en el cauce / Canales de alivio

Esta es otra de las categorías de medidas de control de inundaciones que gozan de popularidad en Guatemala. Principalmente el dragado de cauces, aunque frecuentemente combinado con la alteración del trazo del cauce. Esta medida se receta rutinariamente para proteger puentes u otra infraestructura, aduciendo que el cauce está azolvado y bajo la lógica que a mayor profundidad del cauce mayor capacidad de conducción. Sin embargo lo que normalmente sucede es que el volumen retirado del cauce del río es insignificante comparado con la capacidad de transporte de sedimento del río y segundo que el dragado crea un desequilibrio en el balance de sedimentos que inmediatamente produce que el espacio generado con el dragado vuelva a llenarse con material. Vease en la figura 5 un ejemplo elocuente de la ineficacia de estas medidas con una serie de tiempo de tres levantamientos topográficos bajo el puente sobre el río Samalá en la CA-2. Notese que dos meses después del dragado, aún libres de la época lluviosa, el espacio dragado fue rellenada con material del cauce y la sección ha vuelto a ser muy similar que antes del dragado.

Levantamientos Antes y Despues del Dragado

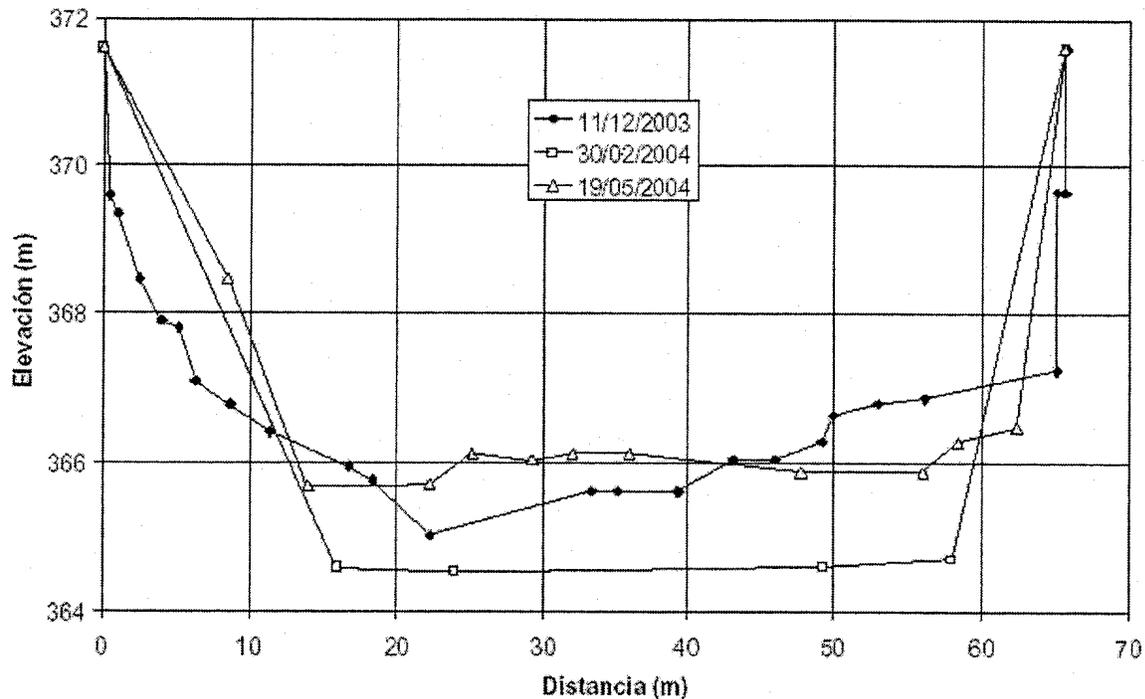


Figura 5: Serie de tiempo de secciones transversales del río Samalá a la altura del puente de la CA-2 sobre el río Samalá (Samalá IV o Castillo Armas).

Otros ejemplo de lo anterior lo constituyen el uso de los denominados "rompepresiones", los cuales en realidad son estructuras de concreto o mampostería que deberían utilizarse para estabilizar el lecho del cauce, normalmente sin modificar la pendiente del río. Sin embargo en Guatemala se utilizan de la manera inversa, de hecho se conciben para "reducir la fuerza" del río, modificando la pendiente del río.

Por último se ha tornado práctica común la construcción de acequias de gran magnitud, conocidos popularmente como "quineles". Los cuales tienen como propósito evitar la intrusión del agua de inundación hacia zonas de cultivos y evacuarla a zonas de poco interés productivo. Esta actividad ha sido realizada fundamentalmente por las fincas productoras de caña o de banano, y que aunque para sus fines, los mismos cumplan su función, suelen provocar efectos adversos aguas abajo sobre las poblaciones locales. Sin embargo los pobladores que se han beneficiado por estas obras, que también los hay, muestran un sentimiento de que los "quineles" ya forman parte "natural" del medio, en particular en la costa sur del país. Estas estructuras también se han implantado en la gran planicie de inundación del río Motagua, en donde las estructuras no han sido desarrolladas para contener el río, sino para contener y aislar las áreas de cultivos. En este caso también han sido combinadas con canales de alivio. Ver figura 6.

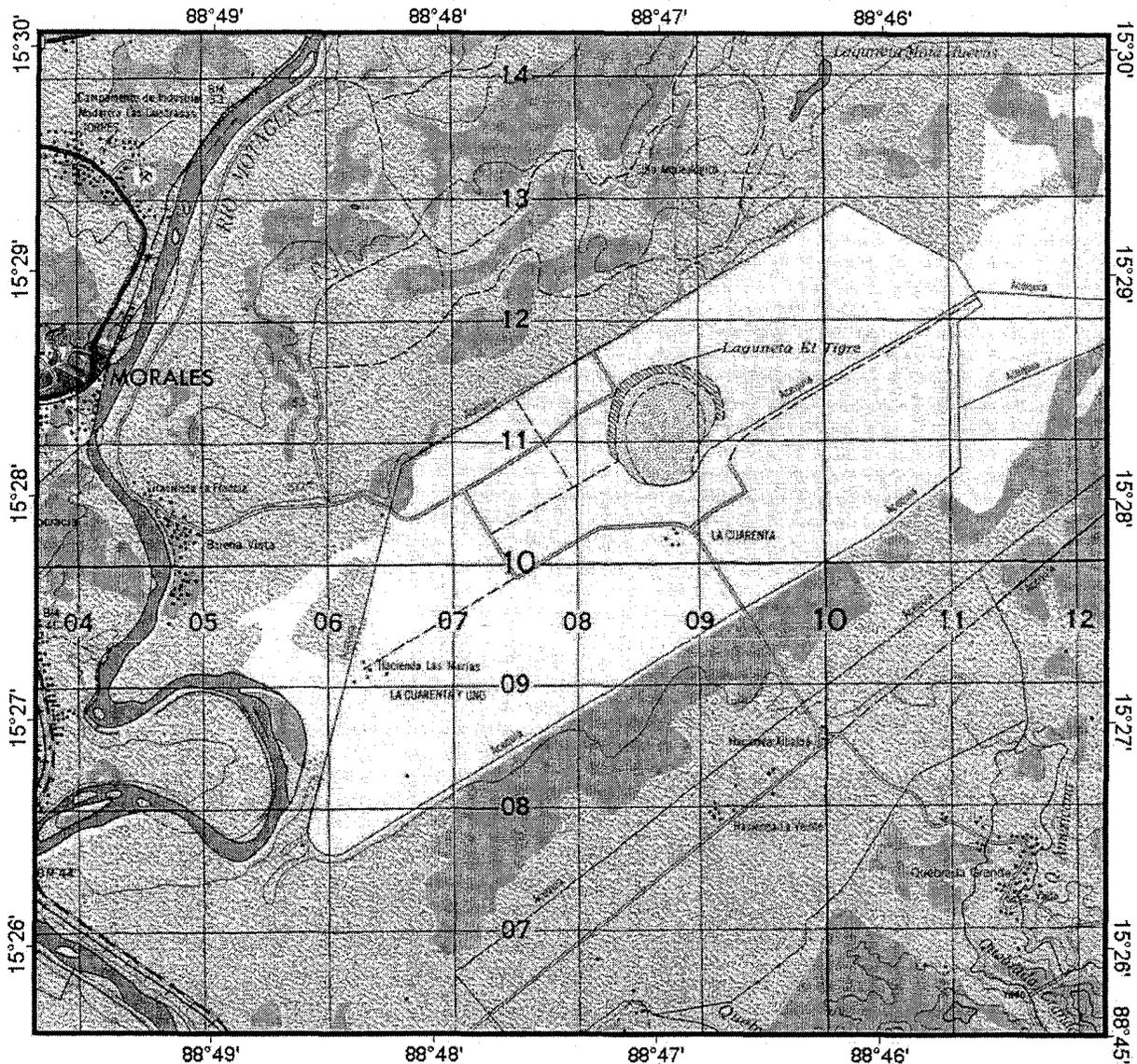


Figura 6: Obras para la contención de inundaciones en la planicie de inundación del río Motagua.

Los sistemas de bombeo y los esquemas administrativos del territorio, son las acciones que menos se han implementado en Guatemala. De hecho más allá del bombeo de aguas de inundación de sitios puntuales o el traslado esporádico de grupos poblacionales, no existe un esfuerzo sistemático para la aplicación de los mismos. Una última aproximación se encuentra en la declaratoria de Sector de Alto Riesgo de la cuenca del Río Villa Lobos.

3.4 Sistemas de Alerta Temprana

Los conceptos de sistema y temprano, conllevan la idea de un fin, un objetivo. Y por consiguiente se puede definir parcialmente a un Sistema de Alerta Temprana (SAT) en función de su objetivo:

“Propiciar la evacuación² oportuna de los habitantes de áreas que se prevé, pueden ser afectadas por una crecida o inundación, en el plazo inmediato”.

El fin último del SAT es la evacuación, a la cual se llega a través de un proceso de toma de decisiones, que como tal, requiere de un flujo de información pertinente y anticipada al paso de la crecida y/o ocurrencia de la inundación, hacia los usuarios finales. En base a lo anterior se definen los siguientes componentes dentro del proceso de toma de decisiones y que definen otra parte del SAT (Ver Figura 7).

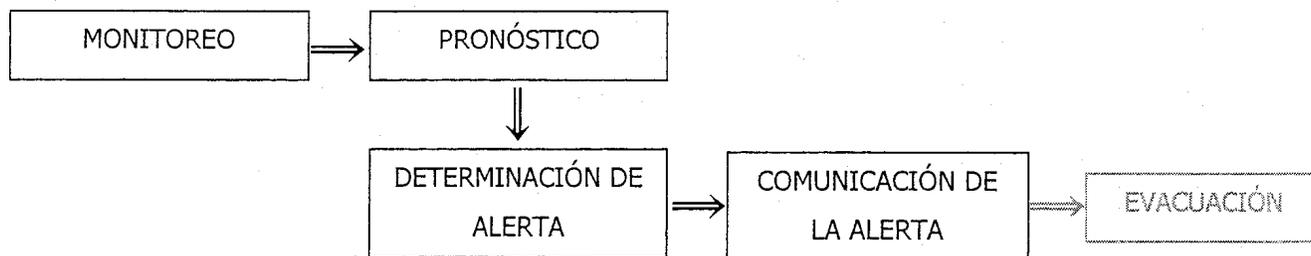


Figura 7: Estructura básica de un Sistema de Alerta Temprana.

El último componente de la definición del SAT está dado por las responsabilidades de aquellas instituciones creadas para la protección de las comunidades, (en este caso ante un posible desastre) así como de aquellas que generan información pertinente para lograr esta protección. Específicamente las diferentes instancias de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.

Considerando lo anterior, se define el SAT, como “un medio de generación y comunicación de información que permita a una estructura comunitaria organizada tomar la decisión de una evacuación preventiva y a las autoridades municipales y del gobierno central, reaccionar para brindar los medios para albergar dignamente a las personas mientras permanecen las condiciones de inundación en sus comunidades”.

Esta medida empieza a cobrar importancia en Guatemala a partir del impacto causado por el huracán Mitch en 1998, aunque su implementación puede situarse unos pocos meses antes en la cuenca del río Coyolate. Sin embargo la idea no es en lo absoluto nueva y mucho menos es la primera vez que la misma se considera en Guatemala. En 1977 la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS), el Instituto de Investigaciones de Ciencias Agrícolas (IICA) y el Instituto Nacional de Sismología, vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) generaron un proyecto para la implementación de un sistema de “previsión de crecidas” en las cuencas de los ríos Madre Vieja, Coyolate, Pantaleón, Pensativo, Achiguate, Grande y Motagua (IGN, 1972).

² A su vez, la evacuación tiene como fin mover a las personas a áreas seguras, es decir no afectas por la amenaza tratada.

Actualmente la cobertura de estos sistemas se ha incrementado, habiéndose aplicado en las cuencas Samalá, Madre Vieja, Coyolate, Achiguate, María Linda, Motagua, Polochic y Chixoy. Y una de las políticas de la Secretaría Ejecutiva de CONRED ha sido el de mantener este medio para el manejo de inundaciones. Aunque su funcionamiento no es el óptimo, se considera que una vez superada la barrera de la “insostenibilidad”, de lo cual un indicador importante es que la infraestructura montada se ha mantenido con fondos institucionales por cerca de cinco años, estos tienen un alto potencial, considerando su bajo costo y la factibilidad de que se alcancen los objetivos planteados con los mismos.

4. SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO COYOLATE

Como se mencionó anteriormente, la concepción de los Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones, no es nueva en el país (INSIVUMEH, 1977), pero fue hasta 1998 que de alguna manera se reconoce su importancia, al grado que es quizás la única medida para el manejo de inundaciones que cuenta con un respaldo institucional real. Dentro de este renovado interés por los sistemas de alerta temprana, es importante analizar como nacieron y como se han desarrollado, partiendo precisamente del primero de estos, el cual nace de la mano del “Proyecto Coyolate”. Este primer esfuerzo se desarrolla asociado al concepto de Gestión Local de Riesgo, siendo la interpretación de este concepto, causa tanto de fortalezas como de debilidades como se argumenta mas adelante.

4.1 Características de la Cuenca Coyolate

Tabla 3: Características físicas de la cuenca Coyolate

Variable	Condición para la Cuenca Coyolate
VERTIENTE	Pacífico
AREA (Km ²)	1,650
ALTURA MÁXIMA (msnm)	3,976
ALTURA MÍNIMA (msnm)	0
LONGITUD CAUCE MAS LARGO (km)	136.8
PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE PRINCIPAL (%)	1.7
% DE ÁREA CON PENDIENTE MENOR AL 2%	778.8

Tabla 4: Características socioeconómicas de la Cuenca Coyolate

Variable	Condición para la Cuenca Coyolate
NÚMERO DE CENTROS POBLADOS	624
NÚMERO DE CENTROS POBLADOS EN ÁREAS CON PENDIENTE MENOR AL 2%	209
POBLACIÓN TOTAL	241,381
DENSIDAD DE POBLACIÓN	146
MUNICIPIOS QUE INCLUYEN LA CUENCA	Tecpán Guatemala Patzicía Patzún Pochuta Acatenango San Andrés Itzapa Yepocapa Santa Lucía Cotzumalguapa Siquinalá La Democracia Nueva Concepción La Gomera

4.2 Escenario de riesgo ante inundaciones

Actualmente no existe la información necesaria para estimar el riesgo ante inundaciones en la cuenca del río Coyolate. Se carece de mapas de amenaza y de registros históricos de las pérdidas que se han dado en la misma. Sin embargo es posible obtener algunos indicadores indirectos que permitan visualizar la magnitud del problema en la cuenca. En la figura 8 se muestra el área de inundación del cauce principal del río Coyolate, estimada a partir de la información de comunidades damnificadas durante el Huracán Stan.

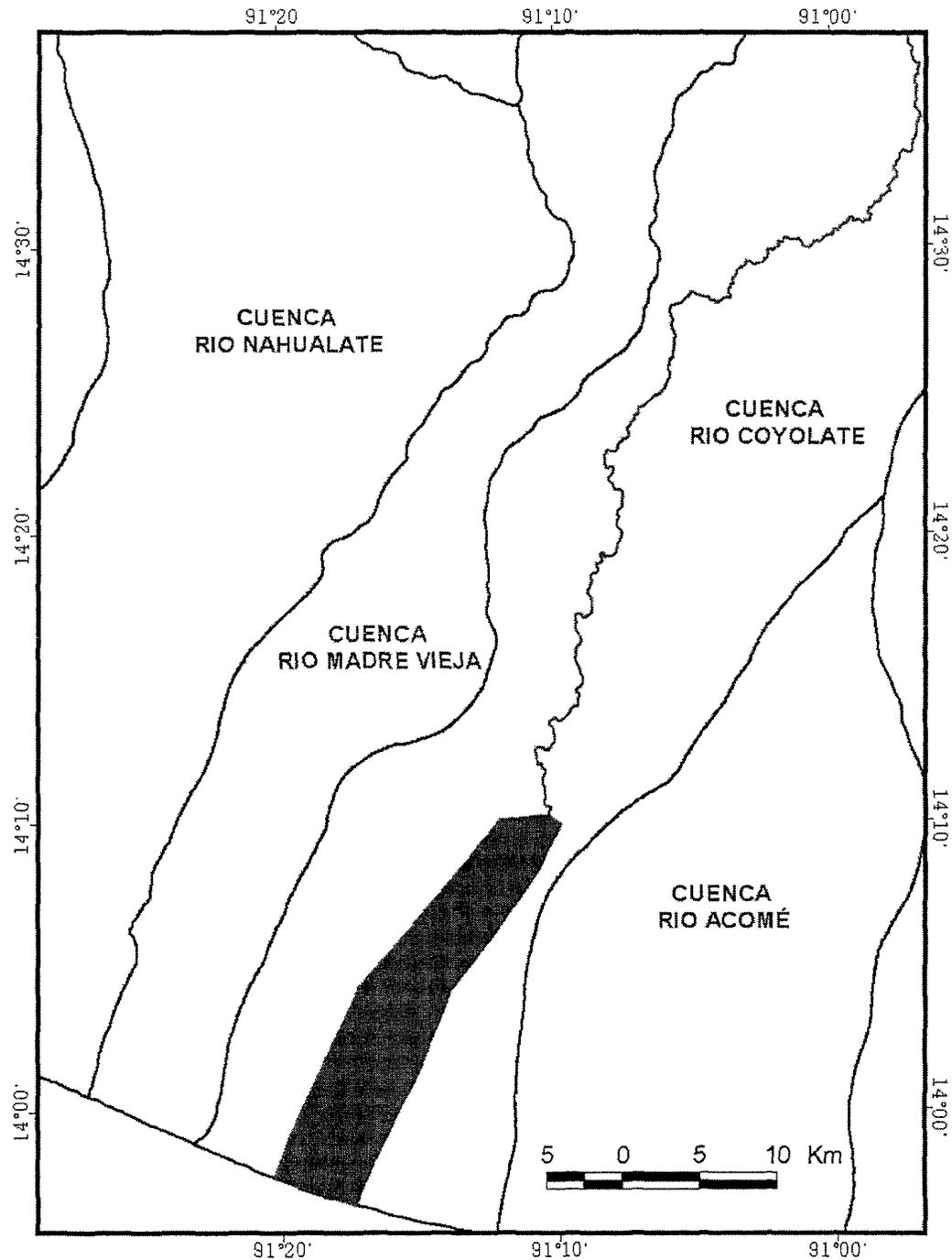


Figura 8: Escenario de inundación para la cuenca del río Coyolate deducido a partir de la información de comunidades damnificadas durante la tormenta Stan.

El área de inundación aquí representada tiene un área de 144.7 km², que representa un 8.8% del área total de la cuenca. Dentro de esta área se localizan 28 comunidades con una población total de 10,512 personas. Durante la tormenta Stan se registraron cerca de 13,000 personas damnificadas en el municipio de la Nueva Concepción y de cerca de 19,000 personas damnificadas en el municipio de

La Gomera. Estos totales incluyen población que pudo ser damnificada por afluentes del cauce principal del río Coyolate, que no están representados en el modelo anterior y también población que se ubica fuera de la cuenca del río Coyolate. Con base a lo anterior el dato de 10,512 personas en riesgo ante inundaciones en la cuenca del Coyolate se considera razonable. Este número de personas estaría asociado directamente con un evento de probabilidad de ocurrencia similar al generado por la tormenta Stan.

4.3 ¿Cómo surge la idea, cómo se genera y financia el proyecto?

El primer antecedente documental sobre la concepción del sistema se ubica en el perfil del “Proyecto para la reducción del riesgo por inundación, erosión y sedimentación en las cuencas de los ríos Achiguate, Coyolate, María Linda y Madre Vieja”, generado entre 1995 y 1996 por el entonces Comité Nacional de Emergencias (CONE). En el documento original del proyecto se establece que este es “resultado de la determinación de riesgo por inundaciones en el territorio nacional, en donde se expresa claramente que el departamento de Escuintla representa el 42% de la zona inundable, así como el área mas productiva del país.” Dentro del mismo se conciben tres grandes componentes:

- a. Análisis, Monitoreo y Pronóstico de Inundaciones
- b. Sistema de Reducción de Desastres
- c. Diseño y desarrollo de campaña de divulgación para reducción de desastres

El componente de “Análisis, Monitoreo y Pronóstico de Inundaciones” se definió como el que “se encargará de la recuperación histórica sobre los desastres y fenómenos que puedan originar desastres en las cuencas de los ríos de interés, así como establecerá pronósticos y modelos de las zonas críticas de riesgo para poder ubicar la tendencia de las inundaciones, erosión y sedimentación con la finalidad de dar una temprana alerta”. Es aquí en donde se puede ubicar la primera noción sobre el funcionamiento del SAT en la cuenca del río Coyolate aunque como se verá más adelante se presentan una serie de debilidades en el planteamiento.

El costo del proyecto que incluía cuatro cuencas se estimó en aproximadamente US\$ 870,000. De los cuales se esperaba financiar por medio de cooperación externa cerca del 60%. Para febrero de 1997 el proyecto es enviado a CEPREDENAC para la solicitud de financiamiento, pero para entonces se estableció que el proyecto sería desarrollado en “fases”, siendo la primera de ellas “Río Coyolate”, con los tres componentes ya mencionados. Aunque no se especifican los motivos de lo anterior se interpretan dos razones; la primera es que las opciones de financiamiento no alcanzaban para cubrir el 60% del proyecto y la segunda es que muy probablemente se consideró que el proyecto era demasiado grande, sobre todo para una primera experiencia y que por lo tanto sería conveniente trabajar en una cuenca piloto.

El 22 de julio de 1997 se firma el convenio de ejecución entre la Secretaría Ejecutiva de CONRED y CEPREDENAC, en donde se establece el financiamiento de US \$ 237,500.00 por parte de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI).

4.4 ¿Cómo se concibe originalmente el sistema?

Aunque en el documento del proyecto no se especifica claramente, se interpreta de las actividades planteadas, que el sistema concebido se ajusta a los componentes teóricos de un Sistema de Alerta Temprana. Sin embargo, al analizar el detalle en cada componente se evidencia cierto desconocimiento sobre que es lo que exactamente se necesita y como debería funcionar. Una importante debilidad se identifica en el componente de IMPLEMENTACIÓN – MODELACIÓN HIDROLÓGICA. Por otro lado el componente de IMPLEMENTACIÓN – COMUNICACIÓN, no concibe a los medios de comunicación masiva como herramienta para la difusión de la información generada por el SAT. En la tabla 5 se enlistan los componentes del proyecto relacionados con el SAT, detalles de los componentes planteados, a que componente teórico del SAT corresponden y por último un breve análisis de lo planteado.

Tabla 5: Relación y análisis de los componentes planteados con respecto a los elementos teóricos de un SAT (Elab. propia 2006).

COMPONENTE ESPECIFICADO EN EL PROYECTO	DETALLE	COMPONENTE TEÓRICO DEL SAT CON EL QUE SE CORRESPONDE EL PLANTEAMIENTO	ANÁLISIS DE LO PROPUESTO
ANÁLISIS PREVIO	Generación de base de datos cartográficos. Recopilación de mapas cartográficos. Generación de base de datos hidrometeorológicos. Creación del SIG Definición de la estructura del SIG. Incorporación de datos al SIG.	IMPLEMENTACIÓN – MODELACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA	Más que un análisis previo, se interpreta como la creación de una serie de capas temáticas para un Sistema de Información Geográfico, aunque no se evidencia una clara relación entre el objeto de este y el sistema de alerta temprana.
MODELAJE	Visitas de campo. Recopilación de datos sobre cambios climáticos Interpretación de datos. Generación de modelo. Comprobación de modelo	IMPLEMENTACIÓN – MODELACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA	Dado que existen modelos de distinta naturaleza para distintas aplicaciones, se identifica que existía desconocimiento sobre el producto que se requería para la operación del SAT. El cambio climático no es relevante para la operación del SAT.

COMPONENTE ESPECIFICADO EN EL PROYECTO	DETALLE	COMPONENTE TEÓRICO DEL SAT CON EL QUE SE CORRESPONDE EL PLANTEAMIENTO	ANÁLISIS DE LO PROPUESTO
MONITOREO	Creación de infraestructura para monitoreo. Construcción de estadias. Construcción de estaciones. Integración de la red de radiocomunicaciones. Recopilación en tiempo real de datos hidrometeorológicos. Recopilación y procesamiento. Incorporación de datos al SIG	IMPLEMENTACIÓN – EQUIPAMIENTO OPERACIÓN – MONITOREO	Se identifican tanto actividades de implementación como de operación.
PRONÓSTICO	Generación de modelos de amenaza. Generación de pronóstico regional y local.	OPERACIÓN – PRONÓSTICO	La terminología correcta es la aplicación de modelos.
DISEÑO Y DESARROLLO DE CAMPAÑA DE DIVULGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES.	Diseño y elaboración del componente radiofónico.	IMPLEMETACIÓN – COMUNICACIÓN	No se concibe como herramienta para la difusión de alertas.

4.5 ¿Quiénes participan en la ejecución del proyecto?

En el perfil de proyecto presentado a aprobación para su financiamiento se hace mención de la participación de un sinnúmero de instituciones que participarían en la ejecución del proyecto, pero en muy distintos grados. Se considera que parte de las razones que inspiraron ese planteamiento es que ya se empezaba a manejarse la concepción del Sistema CONRED y como tal se esperaba que el proyecto fuera planteado para la ejecución del sistema. Este planteamiento denota que existía confusión entre lo que representaría el Sistema CONRED, cuáles serían sus atribuciones y su metodología de trabajo, pero esto es muy comprensible cuando aún hoy en día esta confusión está presente.

Previo al inicio de la ejecución del proyecto (aprobado el 8 de mayo de 1997), se reestructura la institución que planteó el proyecto, el CONE es transformado en la Secretaría Ejecutiva de CONRED. Así, se distribuyeron las responsabilidades sobre cada componente del proyecto en tres departamentos dentro de la SE-CONRED, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Componente del proyecto y responsables de los mismos dentro de la SE-CONRED.

COMPONENTE	DEPARTAMENTO RESPONSABLE
Análisis, Monitoreo y Pronóstico de Inundaciones	Departamento de Informática
Sistema de Reducción de Desastres	Departamento de Planes y Operaciones
Diseño y desarrollo e campaña de divulgación para reducción de desastres.	Departamento de Divulgación y Relaciones Públicas

Nótese que para el componente de “Análisis, Monitoreo y Pronóstico de Inundaciones”, la responsabilidad no recae sobre un departamento que denote el área de responsabilidad y conocimiento sobre el mismo.

Para la ejecución del proyecto se contrato personal dedicado al mismo, bajo la dirección de los departamentos anteriores. El grupo de trabajo fue conformado como se muestra en la figura 9.

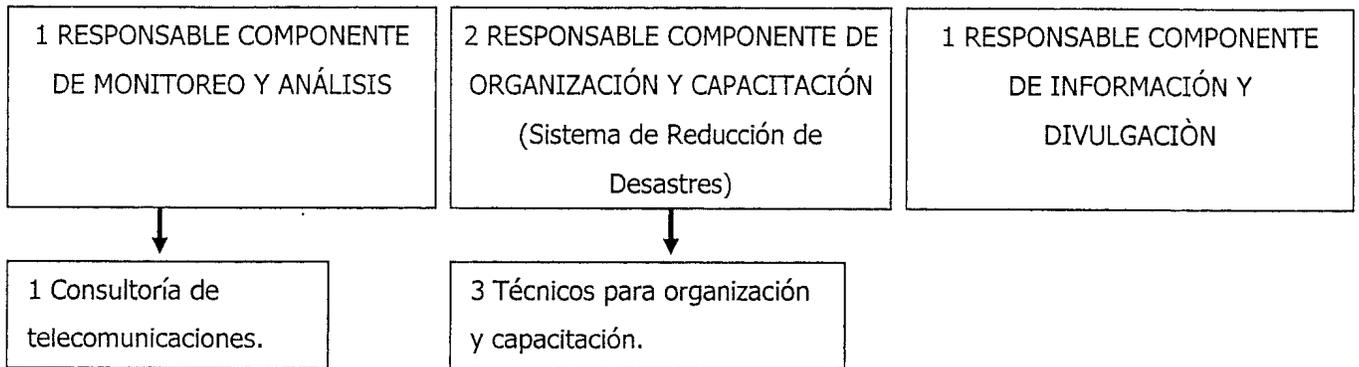


Figura 9: Esquema del grupo de trabajo por componente del proyecto.

Entre estos actores no es posible identificar un director de proyecto que como tal se encargara de enlazar todos los componentes. La única figura cercana a lo anterior es la del Jefe del Departamento de Enlace y Proyectos de la Secretaría Ejecutiva de CONRED, sin embargo su papel se centra en los aspectos administrativos del proyecto.

4.6 ¿Como se diseña originalmente el funcionamiento del sistema?

A través de los documentos y entrevistas con personal que trabajó en el proyecto, se determinó que nunca existió un diseño claro para el funcionamiento del sistema; un diseño que estableciera criterios que el sistema debiera cumplir, que permitiera identificar claramente las responsabilidades para su operación y mantenimiento, los responsables de lo anterior y el flujo de información que debería seguirse. Una noción sobre como se concebía el funcionamiento del mismo, se obtiene del siguiente esquema (Figura 10).

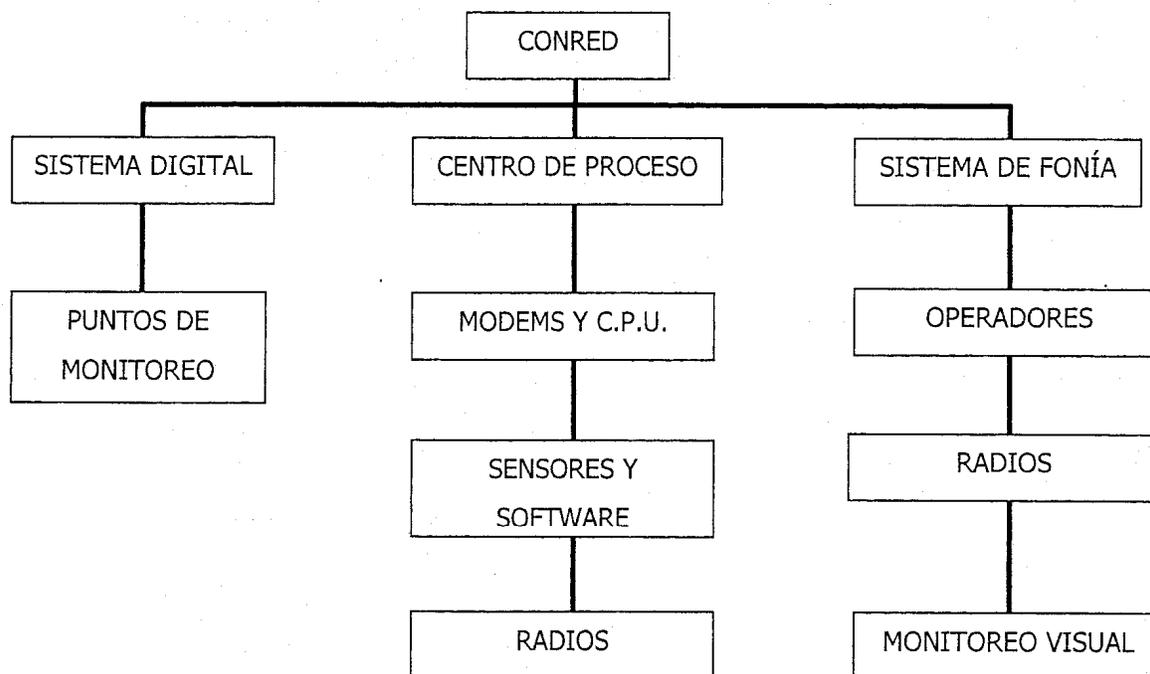


Figura 10: Esquema de comunicaciones para el SAT Coyolate, 1997.

Aunque el esquema es inconsistente, al incluir medios, procesos y responsables en los mismos niveles y sin relaciones claras, permite identificar que en principio el sistema se planteaba para ser operado centralizadamente en la SE-CONRED. Por otro lado se plantea dos formas de transmisión de datos del monitoreo, quizás pensando en un sistema redundante; con un medio automatizado y otro manual. Este aspecto es reafirmado por la compra de modems para transferencia de datos vía ondas de radio en el espectro VHF. Se presume que el responsable dentro de la SE-CONRED para operar el sistema es el Departamento de Informática, a cargo de este componente del proyecto.

A medida que se desarrollo el proyecto, se fue incorporando el componente de autogestión o más adelante Gestión Local de Riesgo, y bajo el mismo se cambia el planteamiento del sistema a uno, en el cual una coordinadora municipal se hiciera responsable del pronóstico y así mantener el sistema con un mínimo de intervención centralizada. Al final del proyecto, también se concibió que de hecho fuera una persona en las comunidades aguas arriba de la cuenca que realizaran el “pronóstico” e iniciaran la comunicación de la alerta. De lo anterior se pueden esquematizar los cambios en la concepción del sistema como se muestran en la figura 11.

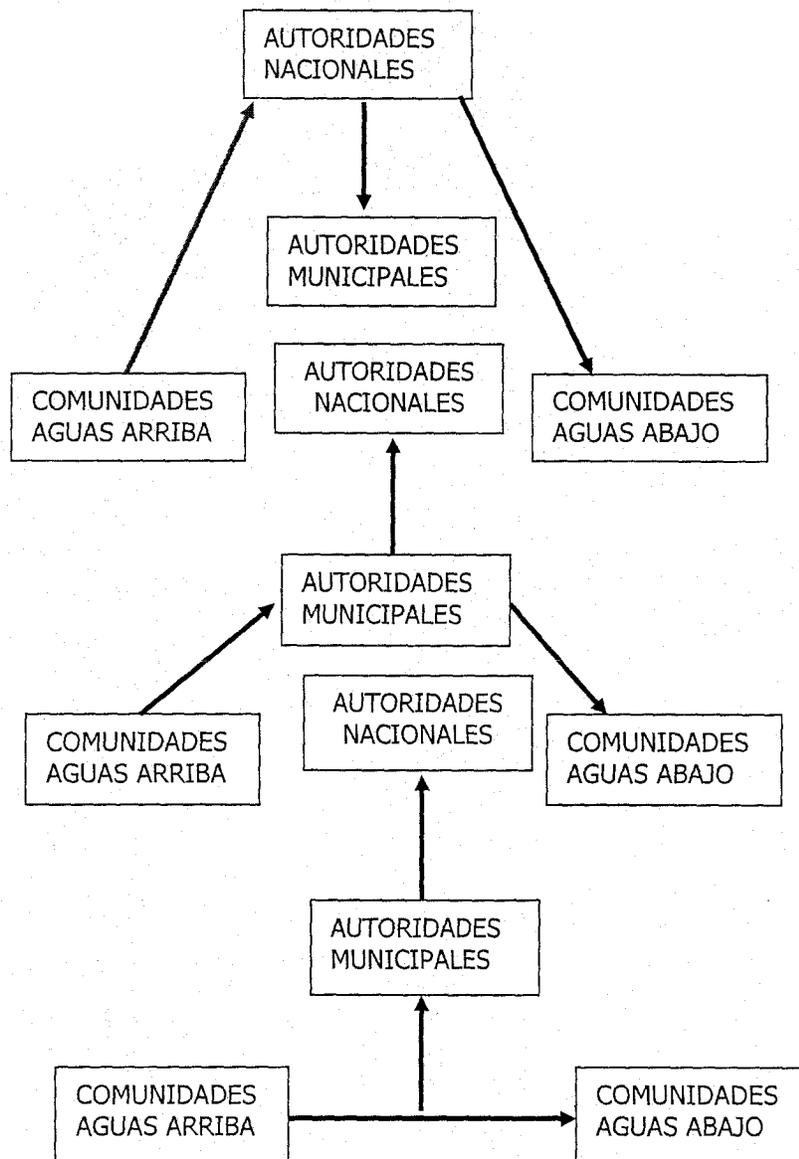


Figura 11: Cambios en la visión sobre el modo de operación del sistema durante la implementación del mismo.

Los cambios de visión pueden encontrar parte de su explicación en el cambio drástico que sufrió el CONE y su personal, al crearse la SE-CONRED, pasando de ser un ente plenamente ejecutor a uno que existe para dar soporte al sistema de coordinadoras a los distintos niveles.

En abril de 1998 se contemplaba que existiera un centro de pronóstico en el área de la cuenca, realizándose gestiones para instalar en la Municipalidad de Santa Lucía Cotzumalguapa el "Centro principal de procesamiento y transmisión de datos", pero esta iniciativa debió ser abandonada ante la negativa de la misma municipalidad de asumir esta responsabilidad.

4.7 ¿Como se implementa finalmente el funcionamiento del sistema y como ha sido su desempeño?

Aunque la noción elemental sobre los componentes de un SAT permanecen (medición de variables hidrometeorológicas, transmisión de información y alerta a las comunidades), para agosto de 1998 el sistema no cuenta con un diseño claro para su funcionamiento. Durante los meses de agosto y septiembre se determinan los sitios en donde se realizará el monitoreo de lluvia y de niveles del río, y entre septiembre y octubre de 1998 ya se han instalado 6 estaciones de monitoreo como se indica en la tabla 7.

Tabla 7: Ubicación de las primeras estaciones de monitoreo para el SAT en la cuenca del río Coyolate.

LUGAR	VARIABLES A MEDIR	INDICATIVO
Municipalidad de Santa Lucía Cotzumalguapa	Lluvia, presión atmosférica, temperatura, velocidad del viento	Delta 1
Parcelamiento San Rafael Sumatán	Lluvia	Delta 2
Parcelamiento El Naranjo	Lluvia y nivel del río (Coyolate)	Delta 3
Aldea El Carrizal	Lluvia y nivel del río	Delta 4
Aldea Cerro Colorado	Lluvia	Delta 5
Km 93 CA – 9, Empresa Safari, S.A.	Nivel del río (Cristobal)	Delta 6

Adicionalmente a los medios de monitoreo de las variables, se instalaron radios de telecomunicación VHF. Este es un aspecto importante, porque debido al costo y el “atractivo” de los radios, es usual que la atención se dirija más hacia el medio y no al fin; entiéndase la comunicación de información pertinente.

No se han documentado los criterios utilizados para definir los mencionados en la tabla 7, como puntos de monitoreo, aunque muy probablemente se consideró la magnitud de los afluentes y su distancia de las zonas de inundación. En las figuras 12 y 13 se muestran las estaciones de monitoreo implementadas hasta octubre de 1998.

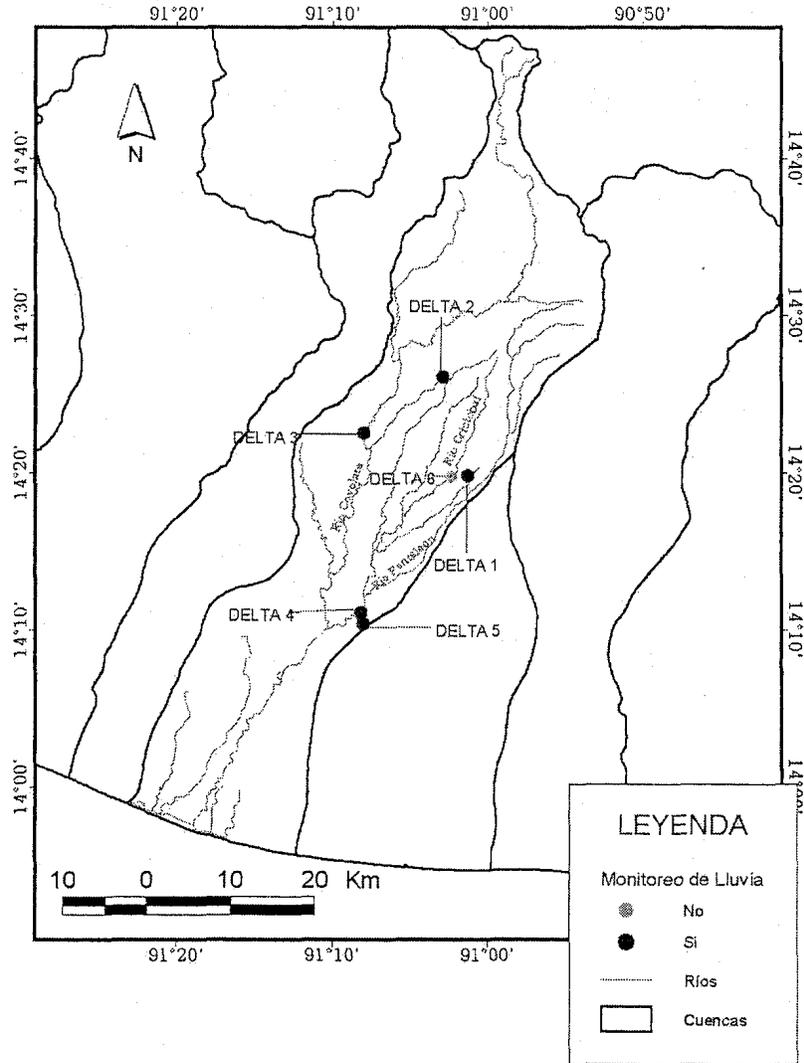


Figura 12: Ubicación de las estaciones de monitoreo de lluvia del proyecto Coyolate, a octubre de 1998.

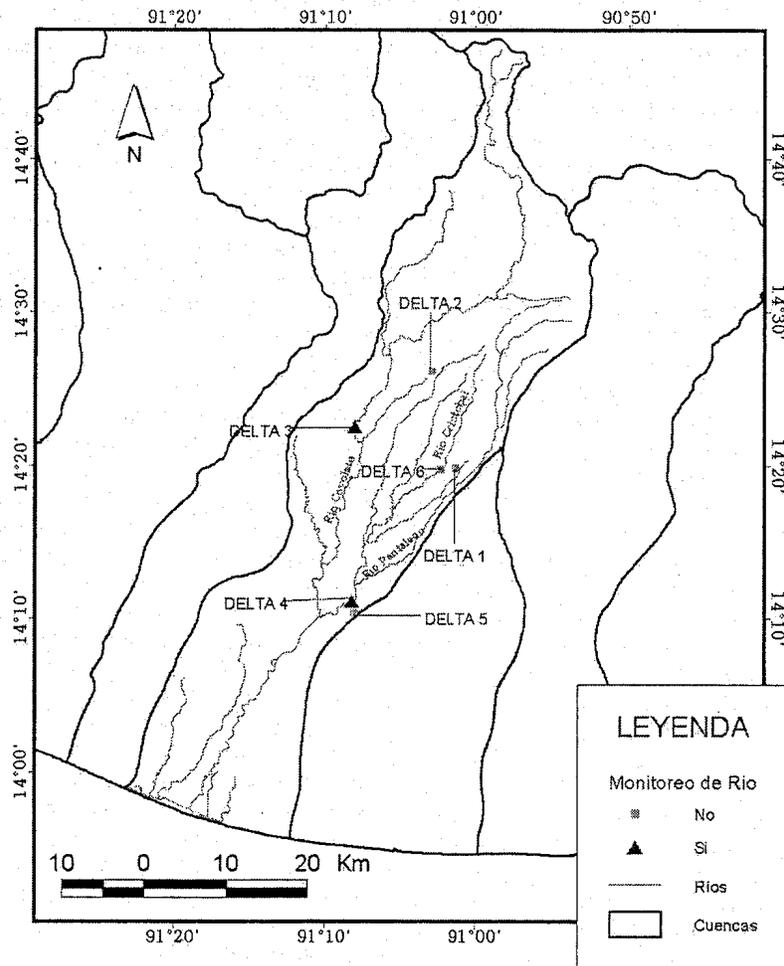


Figura 13: Ubicación de estaciones de monitoreo de niveles de río.

Las estaciones de monitoreo se instalaron con el fin de obtener algunos datos durante la época lluviosa que presenta su nivel máximo en septiembre, ante la falta de instrumentación e información del INSIVUMEH. Para la medición de lluvia se utilizan pluviómetros marca Tru-Check, que tienen forma de cuña y escala de medidas tanto en el sistema métrico como en el sistema inglés, definiéndose que se utilizaría el sistema inglés por ser “más conocido” por la población (Ver Figura 12).

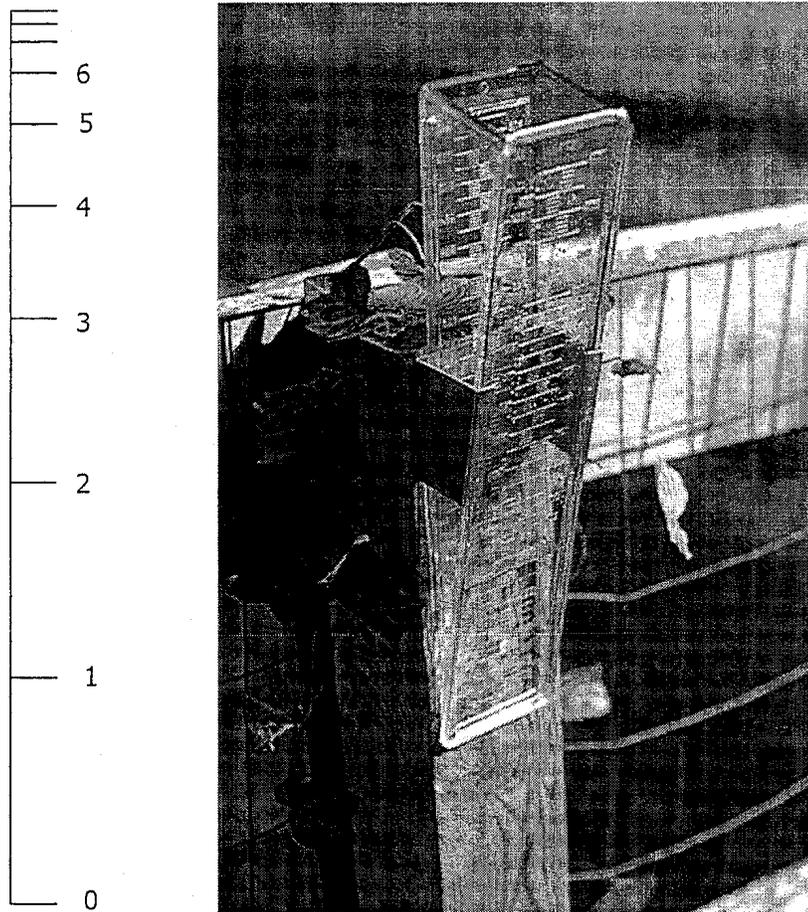


Figura 14: Pluviómetro Tru-Check. Notese que presenta dos escala de medición.

Debido a que el área de la sección transversal del aparato se reduce hacia el fondo del mismo, se incrementa la distancia entre las unidades de medida hacia el fondo del aparato, como se muestra en la escala a la izquierda de la figura 14. Esto causa confusión entre los observadores.

Para la medición de los niveles de río se desarrollo la escala mencionada en el capítulo 6 sobre tecnologías utilizadas en el proyecto. Aunque este aparato no brinde la precisión de los instrumentos tradicionales de medición, presenta una serie de ventajas, siendo en principio de muy bajo costo, así como permitir al observador realizar su trabajo sin necesidad de aproximarse al río. Lo anterior resulta muy valioso si es de noche y está lloviendo. Sin embargo la instalación de las mismas no se documentó adecuadamente, faltando la caracterización de la sección transversal que pretende monitorear e identificando un nivel de referencia para instalar la estación. Estas fallas, hacen que sea imposible comparar información a futuro, sin incurrir en supuestos muy dudosos, debido a los cambios severos que puede sufrir el cauce del río durante crecidas importantes.

Adicionalmente no se plantean los mecanismos y responsabilidades para la sistematización de información, fundamentalmente en el ente que deberá operar el sistema.

Hacia finales de octubre y principios de noviembre de 1998, el huracán Mitch impactó en territorio nacional. Aunque el sistema no estaba desarrollado plenamente (haciendo falta la herramienta de pronóstico, los modelos de transmisión de información y el flujo de información a seguir, etc.) se tiene la percepción entre las personas que trabajaron en el proyecto, de que para este evento el sistema funcionó. Para establecer lo anterior es necesario partir lo que se espera que el sistema realice. Se considera que muy probablemente el sistema no se desempeñó como sistema de alerta temprana, sino más bien como red de comunicación.

Derivado de esta experiencia, se empezó a manejar el criterio de que una vez el río Coyolate alcance el Nivel 8 (no se tiene definido que representa el nivel 8) en el Parcelamiento El Naranjo, es muy probable la ocurrencia de inundaciones aguas abajo. Sin embargo ha habido ocasiones en que el río incluso alcanza niveles superiores, las inundaciones no ocurren (comunicación personal del autor con el observador). Esto obedece a que no se está considerando el aporte de los afluentes Pantaleón y Cristobal. Otro criterio que surge de este evento y del monitoreo del evento de lluvia generado por el huracán Mitch en las estaciones de monitoreo de la cuenca Coyolate, es que si llueven dos pulgadas de lluvia (~ 51 mm) en menos de horas en la región de Santa Lucía Cotzumalguapa, es muy probable que se inunde aguas abajo. Este criterio es en principio de difícil medición, ya que requiere el control sobre dos variables que caracterizan la lluvia (la intensidad y la duración) y por otro lado se considera en extremo conservador, ya que en la región media de esta cuenca (Boca Costa), una lluvia de cerca de 51 mm no representa siquiera las lluvias máximas para un período de retorno de 2 años (Atlas Hidrológico:lluvia máxima diaria, período de retorno de 2 años, INSIVUMEH. 2003). Por último la referencia geográfica es muy ambigua, considerando que los patrones de lluvia pueden ser muy distintos y generar grandes niveles de lluvia lejos de otras zonas.

Durante el desarrollo del proyecto se fue adoptando la terminología de bases de monitoreo, pronóstico y respuesta, haciendo alusión a la función que las mismas deberían cumplir. Esto es en esencia adecuado, ya que las bases no deben considerarse como “estaciones de radio”, pero la debilidad en este caso está en la definición de las responsabilidades de pronóstico, que implícitamente se estaba trasladando a las estaciones de monitoreo de niveles de río. Aquí se puede identificar una de las fallas fundamentales para el funcionamiento del sistema; **la definición de quién debe hacer el pronóstico.**

Antes de la ejecución del proyecto ya se habían instalado otras bases de radio en distintas comunidades de la cuenca, las cuales ya se habían integrado con las estaciones del SAT antes del paso del huracán Mitch. Posteriormente se implementaron dos estaciones más como parte del proyecto Coyolate y en el año

2001 se instalaron bases de radio en algunas comunidades en los alrededores del volcán de Fuego. Sin embargo estas últimas no se han concebido como parte integral del SAT, aun y cuando se ubican dentro de la cuenca del río Coyolate. Es importante mencionar que la vinculación de los otros actores dentro del SAT como Coordinadoras Municipales y Coordinadoras Departamentales, aunque en forma limitada se ha dado “de hecho”, a pesar de que no se han concebido explícitamente como parte de los sistemas. Una parte de esta incongruencia, se debe a que en algún momento se concibió que los SAT deberían de ser operados por estos actores y al no haber una respuesta positiva desde las autoridades municipales y departamentales, se han excluido de los sistemas.

4.8 ¿Cual fue el componente de organización del sistema y que actores sociales ayudaron en la consolidación del sistema?

El proyecto Coyolate fue concebido a lo interno del CONE, en un momento en que la idea de la distribución de responsabilidades hacia actores locales empieza a arraigarse, producto de la experiencia de muchos años en donde se hace evidente que ante un desastre son los actores locales los primeros en responder por el simple hecho de estar físicamente en el lugar de los acontecimientos. A pesar de ser esta una idea que puede considerarse de difícil aceptación a lo interno de una dependencia del Ministerio de la Defensa, como lo era el CONE, en donde la centralización es parte integral de su filosofía de trabajo.

Así, dentro del proyecto se plantea la creación de un “Sistema de Reducción de Desastres” como uno de sus componentes, con la noción de incorporar a las autoridades municipales y departamentales en las responsabilidades para la atención de las emergencias.

A partir del decreto 109–96 (fecha) se crea la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres y el CONE pasa a conformar la Secretaría Ejecutiva de CONRED (SE–CONRED), aspectos que representan de por sí un cambio en la estructura nacional para la atención de desastres. Y pasa de ser un ente centralizado en dos instituciones (CONE y Comité Nacional de Reconstrucción), a un ente plenamente descentralizado con la participación de todos los niveles e instituciones dentro del estado, desde lo local a lo nacional, pasando por lo municipal y departamental. Por consiguiente el proyecto Coyolate, puede considerarse además como el primer espacio en el cual la SE–CONRED inicia su labor como institución de soporte al sistema y realiza la primera aproximación a la integración del sistema CONRED. Es importante hacer notar que aunque no estaba establecido legalmente, dentro del CONE se consideraba necesaria la organización comunitaria existiendo desde hacía varios años el departamento de Organización Nacional, el cual de alguna manera tenía una fuerte estructura de base en las patrullas de autodefensa civil.

La organización impulsada en el proyecto Coyolate en todos los niveles; comunitario, municipal y departamental seguía un modelo de carácter administrativo, manejándose las figuras y responsabilidades tradicionales de presidente, secretario, tesorero y vocales. Aún no se concebía un modelo de organización orientado a las actividades a realizar, en este caso en la atención de desastres, de acuerdo a lo planteado en el proyecto. Este modelo de organización ha sido abandonado por la SE-CONRED, en pro de modelos orientados a las actividades inherentes a la reducción de desastres, reconociéndose además que un mismo modelo no puede ser aplicado en los tres niveles (departamental, municipal y comunitario). Para fines de comparación se presenta el modelo de organización de una Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres, que se impulsa actualmente (Ver Figura 15).

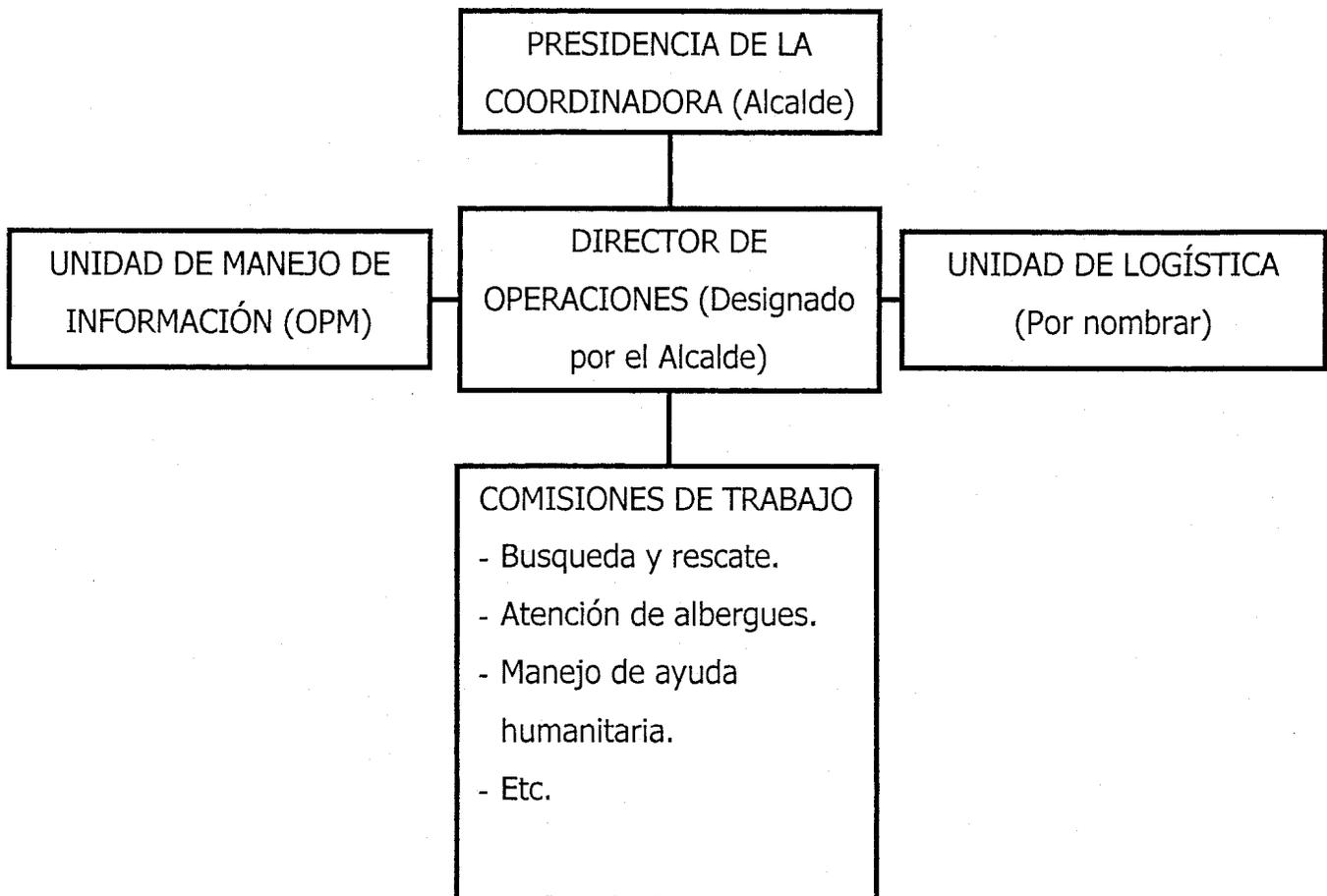


Figura 15: Estructura organizativa de una Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres, impulsada actualmente por la SE-CONRED.

A nivel local, la figura de Presidente de la Coordinadora Local es la más prominente y en principio se perseguía que fuese el Alcalde Auxiliar quién asumiera este cargo. Para los fines del Sistema de Alerta Temprana, se buscaba que fuera esta la figura, que manejara el medio de comunicación directo (base de radio VHF) y sirviera como el punto focal para el traslado de información a la comunidad. Esta visión, no se adecuaba a la realidad, presentándose dos inconvenientes principales; primero que el alcalde auxiliar cambia año con año y eso implicaría cambiar la ubicación del medio de comunicación directo para mantener el modelo, o en su defecto que al dejar de fungir la persona como Alcalde Auxiliar y el medio de comunicación directo permaneciera bajo su responsabilidad, se pierde automáticamente el modelo. El segundo inconveniente surge como una negativa de algunos alcaldes auxiliares por asumir esta responsabilidad, aduciendo razones como el no querer crear conflictos dentro de la comunidad, por tener un trato “preferente” por parte de las autoridades, al entregársele un medio de comunicación.

Como consecuencia de lo anterior, la organización comunitaria se mantuvo bajo el esquema ya mencionado y además de ellos surge la figura de “colaborador” de la SE-CONRED, como una persona que quiere ayudar en la implementación del sistema y que voluntariamente asume la responsabilidad del manejo del medio de comunicación directo. Debido a la importancia del colaborador como vínculo con el resto del Sistema de Alerta, se esperaba que el mismo formara parte de la Coordinadora Local para la Reducción de Desastres, en una posición mas estable que la del Presidente que debía cambiar con el cambio de Alcalde Auxiliar. No está demás indicar que algunos colaboradores han tenido conflictos adentro de su comunidad, porque algunos grupos de la comunidad asumen que los operadores están recibiendo beneficios por el manejo del medio de comunicación (bases de radio).

Durante el desarrollo del proyecto se fue incorporando un actor que en ningún momento se concibió al inicio del proyecto como eje estratégico y que durante los años posteriores a la implementación, sería quien mantendría la cohesión entre las comunidades que se ven afectadas por las inundaciones del río Coyolate. Se trata del médico Tito Livio Reyes, director del centro de salud del municipio de Nueva Concepción, Escuintla. Esta persona en su calidad de médico del centro de salud se identificaba plenamente con los problemas de cotidianos de la comunidad, pero también con las inundaciones, como agente causal de parte importante de estos problemas.

El liderazgo y reconocimiento que los grupos comunitarios tenían para con el, y la adhesión que el Sr. Livio mostró hacia el proyecto, el sistema de alerta temprana como tal y en general hacia el sistema de coordinadoras, fue un elemento vital para la sostenibilidad del sistema de coordinadoras en el área de Nueva Concepción, Escuintla. Su papel creció al punto de liderar la coordinadora municipal, ante las deficiencias de la municipalidad. Un indicador de la importancia de su papel es que la relación que se mantiene entre las comunidades de Nueva Concepción y la SE-

CONRED es mucho más cercana que la que se mantiene con las comunidades de La Gomera, el municipio ubicado en la ribera Este del río.

Además de las cualidades personales de este actor, es importante comentar el hecho que el mismo de alguna manera lideraba una estructura comunitaria organizativa en su trabajo cotidiano, convirtiéndose esta en una organización de base que le permitió a la SE-CONRED tener una mayor incidencia en estas comunidades.

4.9 ¿Cual fue el componente de capacitación y comunicación social del sistema?

Como se indicó en el apartado 4.5, estos eran componentes fundamentales del proyecto y representan cerca del 60% de la ejecución financiera del mismo. Como se muestra en la figura 9 estos dos componentes contaron con dos responsables de componente, tres capacitadores, y posteriormente contó con un consultor en comunicación social. Es importante mencionar que no es posible identificar una población objetivo claramente definida sobre la cual debían incidir, ni tampoco criterios claros para su selección, por lo que se puede asumir que la misma comprende la población de la cuenca del río Coyolate y las autoridades municipales y departamentales en el área que a juicio de los ejecutores podría ser damnificada por eventos de inundación. Con base a lo anterior se reporta que se dio un proceso de organización y capacitación en 98 comunidades, 3 municipios y 1 departamento, en un período que comprende de octubre 1997 a enero 1999. Pero es importante recordar la ocurrencia del Huracán Mitch y la incidencia que tubo en esta región, limitandose el trabajo para la consecución de los objetivos del proyecto durante un tiempo estimado de 2 meses, haciéndolo un total de 13 meses efectivos de trabajo. Aunque es importante mencionar que este evento se considera como un elemento de concientización sumamente valioso para que la población diera mayor importancia al proyecto.

Bajo el supuesto de que el proceso de organización y capacitación de las coordinadoras conlleva el mismo tiempo en los tres niveles de intervención, se puede considerar entonces que para las 102 coordinadoras que se trabajaron a través del proyecto, se tubieron disponibles 11.6 días/ persona para el trabajo en cada una de ellas. El proceso llevado a cabo para la ejecución de este componente del proyecto tubo los siguientes elementos:

- a. Visitas de concientización
- b. Convocatoria para la organización
- c. Taller de organización
- d. Taller sobre manejo de desastres
- e. Taller sobre elaboración de planes de contingencia

Para fines de comparación, el proceso de organización y capacitación que actualmente se define debe llevarse con las coordinadoras municipales y departamentales, conlleva cerca de 10 actividades y para las cuales se estima necesario dedicar 20 días/persona. Es importante mencionar que el contenido detallado de estas actividades no está documentado y de acuerdo a la información

proporcionada por quienes participaron en la ejecución del proyecto en los talleres se trataban aspectos de índole general.

Adicionalmente a este proceso que puede considerarse como el principal en torno al componente de capacitación se realizaron otras tres actividades que sobresalen ya sea por el público objetivo o por la modalidad de formación, siendo estos:

- a. Seminarios para periodistas
- b. Taller regional para Coordinadoras Municipales y Locales “Prevención y mitigación de de desastres hidrometeorológicos y volcánicos”.
- c. Simulacro

Lamentablemente tampoco estas actividades están documentadas, por lo que es difícil conocer en detalle el contenido de los mismos. Sin embargo es importante recalcar los siguientes tres aspectos: primero que el acercamiento hacia periodistas como representantes de medios masivos de comunicación se considera actualmente como una estrategia de gran importancia y de alguna manera ya era visualizada así en la ejecución del proyecto Coyolate. Segundo que la vinculación entre los distintos niveles de coordinadoras es una de las debilidades que se han identificado entre el sistema de coordinadoras y actividades de formación como el Taller Regional ejecutado dentro del proyecto Coyolate, se consideran espacios muy importantes para poder establecer y fortalecer ese vínculo. Y tercero que la ejecución de simulacros o simulaciones actualmente se está proponiendo que se incluya como último paso en el proceso de organización y capacitación de las coordinadoras.

Dentro del proyecto Coyolate, se reconoció la importancia del uso de mecanismos de comunicación social para poder alcanzar al grueso de la población, dado que con el recurso humano disponible era prácticamente imposible hacerlo de persona a persona e incluso por actividades grupales. Así se generaron algunos elementos de comunicación social y que fueron difundidos durante la realización del proyecto, sin embargo no existió en ningún momento una estrategia definida de comunicación social. Entre los elementos de comunicación utilizados están los siguientes:

- a. Tres spots de radio de treinta segundos cada uno.
- b. Afiches y trifoliales; no fue posible localizar copia de los mismos.
- c. Video informativo en cooperación con Noti Siete.

Sin duda alguna, el recurso de comunicación social utilizado mayoritariamente fueron los spots de radio, a través de las estaciones de mayor cobertura y audiencia en la región de implementación del proyecto.

Aunque indudablemente no fue un componente planificado del proyecto, la incidencia del Huracán Mitch en el área de trabajo del proyecto y la cobertura de los medios que esto provoca, se considera como un agregado importante en la comunicación social para los fines del proyecto.

5. TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO

En el caso de la experiencia de implementación del proyecto Coyolate, se ha dejado este capítulo con el objeto de presentar una de las tecnologías utilizadas en el mismo, por ser una tecnología apropiada innovadora y que de hecho fue creada como parte de este proyecto. Una segunda razón para dejar este espacio dedicado a este elemento tecnológico, es la de documentar las mejoras e innovaciones que esta tecnología a sufrido.

La tecnología en mención es lo que actualmente se conoce en la Secretaría Ejecutiva de CONRED como “Sensor de Río”. Para contextualizar este elementos tecnológico es necesario primero conocer algunos aspectos que fundamentan su aplicación. Cuando se habla de monitoreo de ríos, básicamente se refiere a la medición del caudal de los mismos, entendiendo el caudal como el volumen por unidad de tiempo, que pasa por una sección de control. Medir en forma directa este volumen es factible únicamente cuando se trata de caudales pequeños, por ejemplo para medir el caudal de un chorro (grifo) solamente se necesita un recipiente aforado y un reloj para medir en cuanto tiempo se descarga determinado volumen.

En el caso de grandes volúmenes de agua, como el caso de los ríos y en especial para los fines de alerta temprana ante inundaciones, medir directamente el volumen es prácticamente imposible, por lo que se recurre a métodos indirectos haciendo uso de la descomposición del caudal en dos términos; el área de la sección de control y la velocidad del flujo.

$$\begin{array}{lcl} Q & = & \text{Area} \times \text{Velocidad} \\ \text{m}^3/\text{s} & = & \text{m}^2 \times \text{m/s} \end{array}$$

Para una determinada sección se asume que el área de la misma permanece constante dentro de un determinado período de tiempo, dependiendo de las características del material del cauce. Para determinar la velocidad del agua, se realiza mediante un muestreo, tratando de establecer la velocidad media del flujo en toda la sección, para distintos niveles de altura del agua. Combinando esta información, es posible asociar los niveles de agua con la ocurrencia de determinadas magnitudes de caudales, teniendo estas dos variables una relación positiva (a medida que se incrementa una variable, también se incrementa la otra variable) como se muestra en la figura 16.

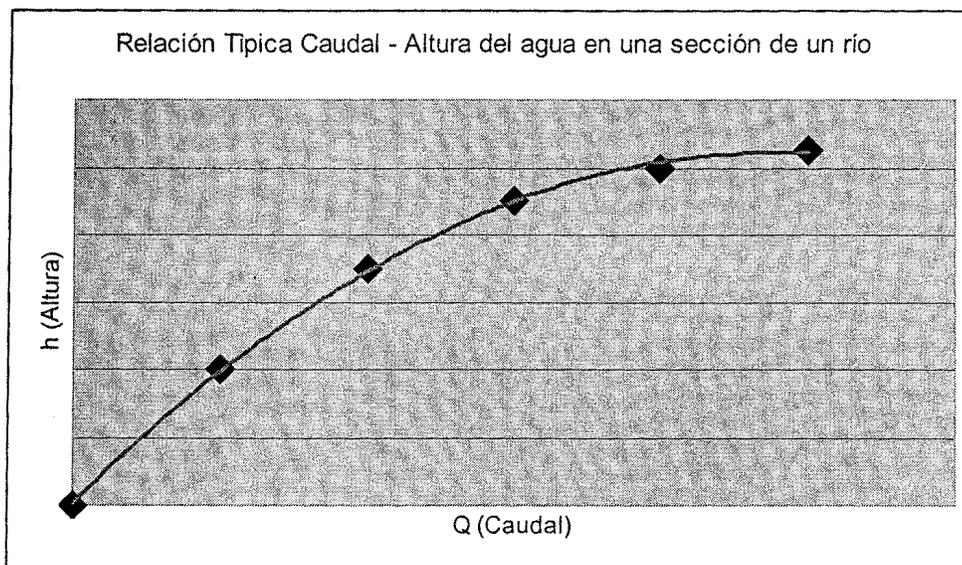


Figura 16: Relación típica entre la ocurrencia de caudales y la altura del agua sobre el lecho del río.

Si se considera al río como un sistema sin pérdidas, el caudal de agua que pasa en un tramo del río aguas abajo, deberá ser equivalente al que pasa aguas arriba. De tal manera que si se incrementa la altura aguas arriba se incrementa el caudal y por consiguiente se incrementará el caudal aguas abajo y con ello la altura del agua. El planteamiento anterior fundamenta la necesidad de medir la altura del agua (claro que esto también se justifica intuitivamente).

Ahora bien, pensemos en la variable a medir: altura. Esto no es más que una distancia y como tal cualquier instrumento que nos permita establecer esto, puede ser utilizado para estos fines. Tradicionalmente se utilizan dos o tres instrumentos para medir la profundidad del agua, que van desde una escala graduada en centímetros hasta radares que miden la distancia entre el aparato y el nivel del agua. Los primeros tiene la desventaja de la dificultad de observación en condiciones extremas, como de fuertes lluvias nocturnas (situación común cuando ocurren crecidas que generan inundaciones). El segundo, tiene la desventaja del alto costo, con un aparato de esta naturaleza con un valor en el orden de los US \$ 25,000.00.

Con base en lo anterior surgió la idea de inventar un instrumento que permitiera medir la profundidad del agua, que permitiese su observación a cierta distancia del río dentro de una vivienda, libre de ser afectada por la crecida, pero que a la vez tenga un costo bajo. Así, en 1997 de la mano del Ph.D. Juan Carlos Villagrán, miembros del Departamento de Física Aplicada de la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Francisco Marroquín, diseñaron y construyeron el ahora conocido como "sensor de río", como se muestra en la (Figura 17).

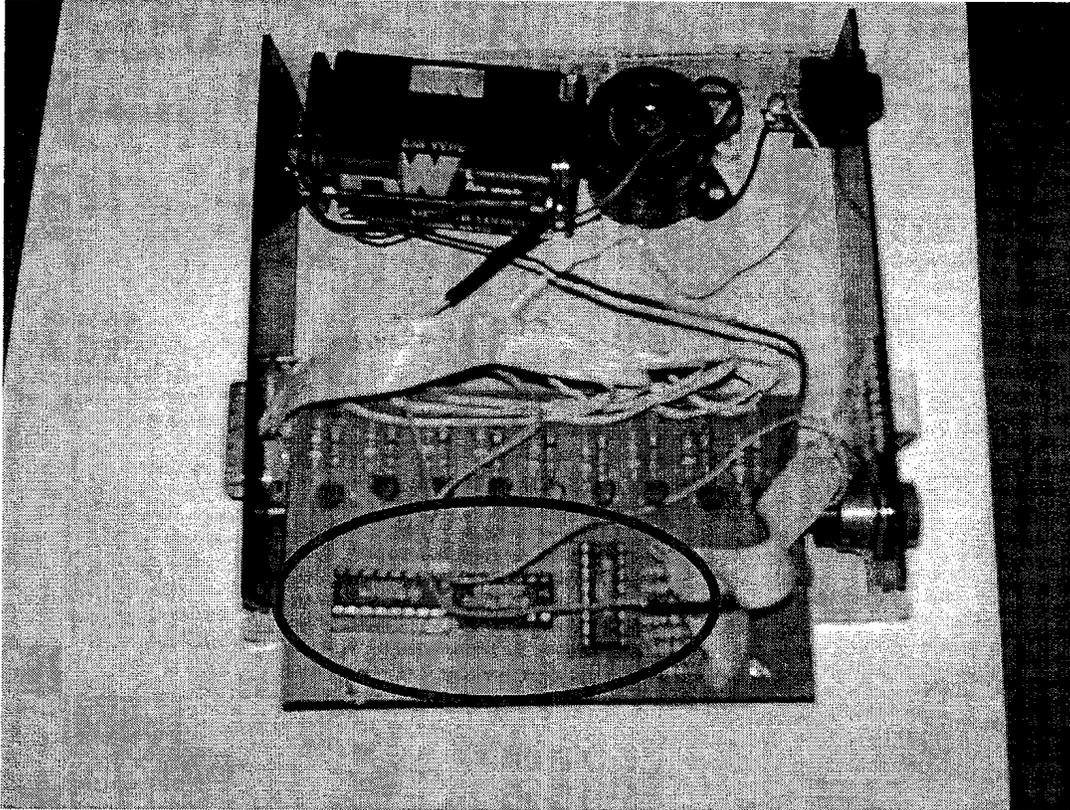


Figura 17: Mecanismo interno del sensor desarrollado por el departamento de Física Aplicada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Francisco Marroquín.

El sensor consta de básicamente de tres partes: una tarjeta electrónica de control, un elemento estructural y una serie de piezas metálicas distribuidas a lo largo del elemento estructural a distancias predefinidas. Estas piezas metálicas están dispuestas de tal manera que permitan el cierre de un circuito eléctrico entre las mismas por medio del agua, haciendo uso de las propiedades conductoras del agua en presencia de iones. Como ya se mencionó la construcción de este sensor requiere de una tarjeta electrónica, que requería de tres chips programables (Véase círculo rojo sobre los tres chips en la Figura 17). Con costos superiores a los Q.500.00 (US \$67.00, Q. 7.50 X US \$1.00) por chip, el costo promedio de uno de estos sensores es superior a los Q. 2,000.00 (US \$270.00).

Ante las dificultades para la elaboración de las tarjetas electrónicas requeridas por este sensor (por la necesidad del uso de chips), el Sr. Rubén Ávalos, miembro del equipo ejecutor del proyecto Coyolate (actualmente técnico del Departamento de Transmisiones de la SE-CONRE), realiza modificaciones drásticas al sensor en el año 2002, eliminando la necesidad de usar los chips y reduciendo el costo del sensor a cerca de Q.1,000.00. En la figura 18 se muestra el la estructura interna del sensor, de acuerdo a las modificaciones realizadas por el Sr. Ruben Ávalos.

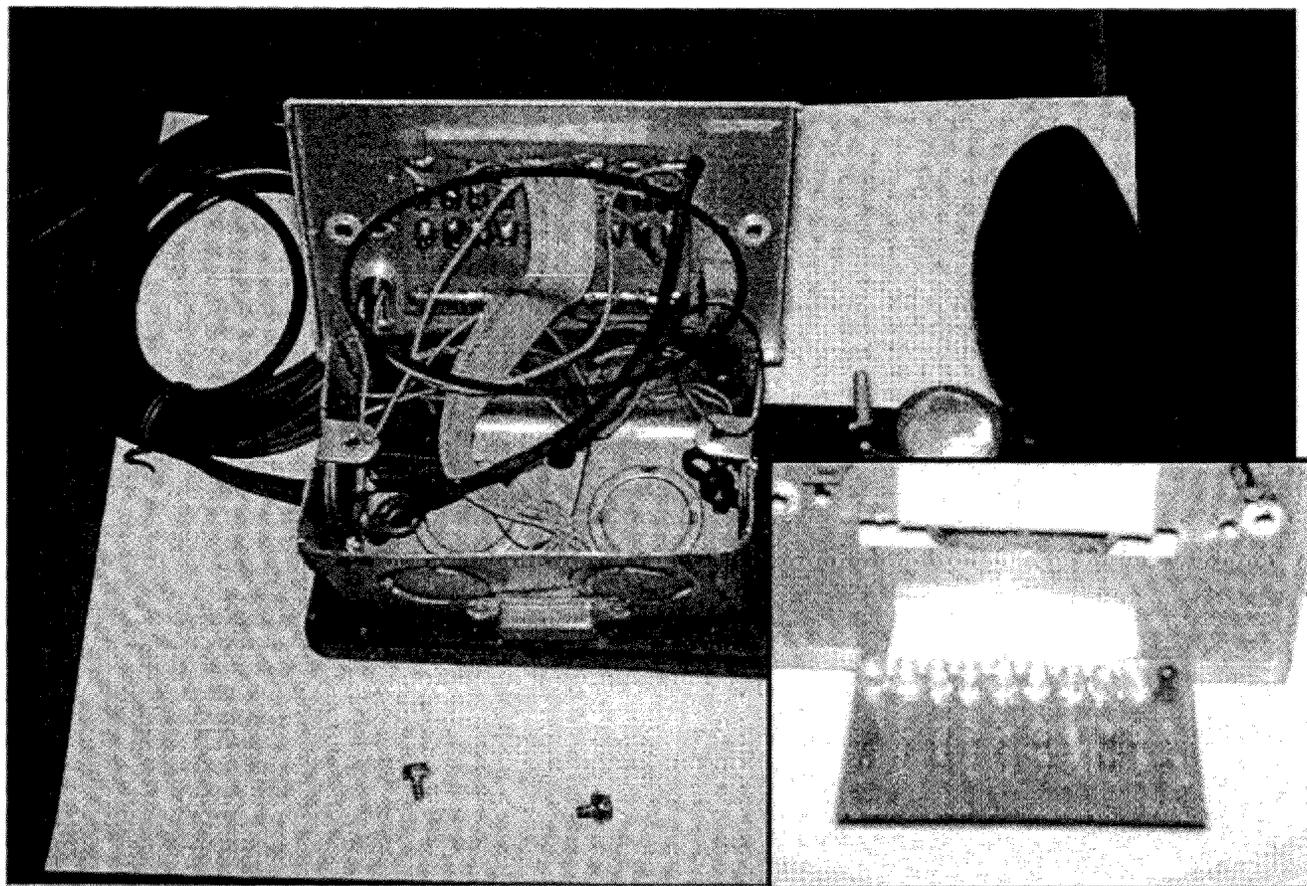


Figura 18: Estructura interna del censor modificado por el Sr. Rubén Ávalos. Nótase la ausencia de los chips.

La tarjeta únicamente es utilizada para la colocación de resistencias que permitan la utilización de diodos luminosos con una batería de 12 Voltios como se muestra en la fotografía inserta en. Cada uno de estos diodos está conectado a dos piezas de metal distribuidas en intervalos regulares en el elemento estructural del censor. Una vez el agua alcanza el nivel de estas piezas, se cierra el circuito (ver flecha verde, Figura 19) por la conductividad eléctrica del agua y el diodo conectado a las piezas de metal se encienden, indicando a que nivel se encuentra el agua en el sitio de monitoreo.

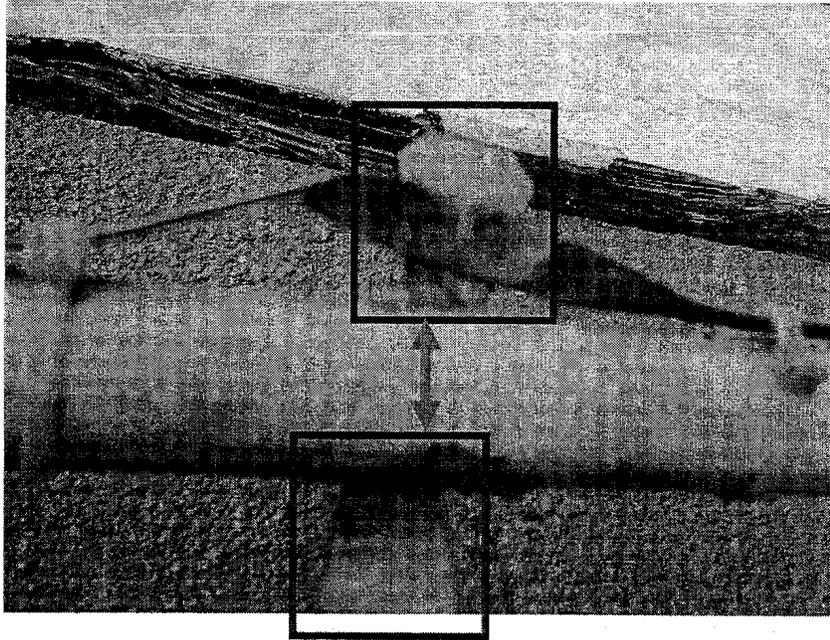


Figura 19: Elemento estructural y piezas de metal del sensor, que muestran el principio de funcionamiento del mismo.

Se considera que este es sin duda un aporte valioso para la operación de sistemas de alerta temprana, dado su bajo costo y la facilidad de construcción con materiales disponibles en el mercado nacional, y como muestra de una tecnología apropiada al contexto del país.

6. LECCIONES APRENDIDAS

6.1 Los cambios institucionales como lo fue la transformación del CONE en la SE-CONRED suponen una fuerte limitante para el correcto desarrollo de los proyectos.

6.2 Ante la presencia de actores de distintas instancias en la ejecución de un proyecto, ya sea entre instituciones o a lo interno de una institución, requieren de una figura que defina como se integran los componentes y coordine su ejecución para que todas contribuyan adecuadamente a la consecución de los fines del mismo.

6.3 Previa la implementación de un proyecto que supondrá el seguimiento de ciertas actividades por algún actor, es necesario definir claramente cuales y quienes serán los responsables de dichas actividades.

6.4 Una parte importante de las deficiencias en la operación de los sistemas de alerta temprana se pueden identificar en los cambios de concepción que fue experimentando el Proyecto Coyolate y que terminó en la no definición de competencias y responsabilidades claras para cada uno de los actores involucrados.

6.5 Es imprescindible que si no se tiene la capacidad interna de ejecución y se tenga que solicitar la asistencia externa, bajo la modalidad que sea, el saber pedir y eso significa tener conocimiento y visión sobre como deberían hacerse las cosas. Esto al final está estrechamente relacionado con la pérdida de experiencia a lo interno de la institución.

6.6 Es fundamental el desarrollo de herramientas aplicadas a la realidad nacional, como en el caso de los “sensores de ríos”.

6.7 Otros aspectos de carácter técnico que pueden mencionarse son los siguientes:

No se deben utilizar pluviómetros de cuña con dos escalas distintas.

Se debe utilizar el sistema métrico para medir la lluvia (milímetros).

Es necesario documentar las características de la sección transversal del río en donde se esté realizando la medición y las características del aparato.

Es necesario documentar y establecer el nivel de referencia que será utilizado en el monitoreo.

Es necesaria la definición clara de responsabilidades y responsables, en particular en lo que respecta a la realización del pronóstico.

Para incursionar en el uso de tecnologías nuevas es necesario crear capacidad para su sostenimiento, aspecto que no existía para el “centro principal de procesamiento y transmisión de datos.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. BROOKS, K., Et. Al. 1998. Hydrology and the management of watersheds. 2da. Edición. Panima Publishing Corporation, India. 502 p.
2. INSIVUMEH. 1999. Mapa de amenaza de inundación: registro histórico de inundaciones en el país. 2da. Versión.
3. IGN. 1973. Mapa de cuencas de la República de Guatemala. Escala 1:500,000.
4. RENDÓN, B. , RODAS, O. HURTADO, P. 2002. Informe nacional sobre la situación de manejo de cuencas en Guatemala. REDLACH – PAFG.
5. SECRETARÍA EJECUTIVA DE CONRED. 1996 – 2001. Archivo muerto: Proyecto Coyolate.
6. Entrevistas personales.

