

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DIRECCION GENERAL SECTORIAL DE INFORMACION AMBIENTAL
DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA

**Afectación de los Recursos Naturales Renovables
en las Cuencas Altas y el Problema de
Abastecimiento de Agua a la Población de
Guaribe y Zonas Rurales Vecinas**

David Pérez Hernández

Caracas, Octubre de 1.996

INDICE

	Pág.
1. El Problema.	1
2. Los Bosques Húmedo y Deciduo.	2
3. El Papel de los Embalses y su Protección.	3
4. Características del Embalse de Santa Rosa.	4
5. Problemas Ambientales. Situación del Embalse Santa Rosa.	8
6. Abastecimiento de la Población Rural.	11
7. Utilización de los Pequeños Embalses.	14
8. Exploración de las Aguas Subterráneas.	15
9. Conclusiones.	16

Afectación de Los Recursos Naturales Renovables en Las Cuencas Altas y el Problema de Abastecimiento de Agua a la Población de Guaribe y Zonas Rurales Vecinas

1. EL PROBLEMA

En el frente de las montañas que bordea la Serranía del interior de los Estados Guárico y Anzoátegui, se ha comenzado a detectar en forma incontrolada, la penetración y desarrollo de actividades de tipo agropecuario, construcción de pequeñas presas, deforestaciones, construcción de vías de penetración, contraviniéndose leyes del Ambiente y con un uso y explotación de los recursos agua, suelo y bosque no cónsonos con las condiciones y normas establecidas en dichas leyes. Sectores del bosque húmedo lluvioso en este sector, situados a elevaciones superiores a los 800 msnm, que tienen gran semejanza con los del Parque Nacional de Guatopo y los cuales no están dentro de sus límites, comienzan a ser quemados y explotados irracionalmente para plantar cultivos estacionales con extracción y/o comercialización de maderas. Es una práctica de algunos ganaderos, utilizar la mano de obra campesina para realizar esta labor, los que sin ninguna supervisión técnica, ni autorización de los organismos competentes, proceden a quemar extensiones de bosques aprovechando la tierra temporalmente, con cultivos destructivos del suelo (por uno o dos años) y luego la abandonan después de sembrar pastos artificiales que usa el propietario de la tierra, para introducir ganado de engorde. En este proceso, no se utiliza la madera y se elimina un tipo de vegetación que sirve de sustento a la ganadería en la época seca, conocida en el llano como fruteros, tales como: el Guácimo (*Guazima ulmifolia*), Caruto (*Genipa caruto*), Quiebrahacho (*Cathormiuni toptum*), Samán (*Samanea saman*), el Cují (*Prosopis juliflora*), Dividive (*Caesalpinia corraria*), etc.

Esta destrucción progresiva de la vegetación natural y la exposición del suelo a la erosión, determina un mayor aporte de sedimentos y residuos orgánicos a los cursos de agua, lo que empobrece su calidad cuyo transporte por la escorrentía en dirección aguas abajo, junto al efecto de la sedimentación, causan el desmejoramiento de la calidad del agua en los embalses, afectan no sólo a las obras hidráulicas y otros cuerpos de agua situadas en las inmediaciones al sector, sino a las más distantes como son las ubicadas en la cuenca baja del Unare de los ríos Memo y Tamanaco, donde el Gobierno Nacional ha realizado grandes y costosas obras de infraestructura hidráulica, que sirven de fuentes de abastecimiento a numerosas poblaciones.

Al mismo tiempo que se afecta e intervienen los recursos naturales renovables, se genera un problema social en el campesinado el cual es desarraigado de las zonas que tradicionalmente él ocupaba, dedicándose a cultivos menos dañinos y se le convierte en un nómada que va dejando tras sí, una estela de destrucción, sin que se note mejoría en sus condiciones de vida y además, no se satisfacen sus mínimas necesidades. Simultáneamente,

el ganadero habituado a esquemas de poca rentabilidad pero propietario de grandes extensiones de tierras, contribuye al deterioro de la calidad edáfica, con la modalidad de la renta de los potreros para la incorporación del ganado, lo que termina agotando los suelos y ésto se refleja en la pérdida de su valor. Como secuela de lo anterior, los daños causados a los recursos y al medio ambiente, producen limitaciones de uso para satisfacer las demandas -especialmente del agua-, en las colectividades y poblaciones que están dentro o fuera de las áreas, donde se producen dichas intervenciones.

El sector del frente de montañas del Guárico y Anzoátegui, presenta condiciones físico-ambientales y climáticas muy especiales y similares a las de otras cuencas de sistema montañoso de la Cordillera de la Costa y reviste una importancia considerable aún no bien evaluada y considerada por los planificadores del uso del agua, como áreas suplidoras de éste recurso para las poblaciones y las necesidades del riego que se desarrollarán en el futuro mediano e incluso, para suplir las demandas de agua en zonas adyacentes, donde comienzan a aparecer limitaciones para garantizar el abastecimiento. Aquí existe la ventaja de contarse con excelentes sitios de presas similares a los emplazamientos de los embalses de Camatagua o Guanapito; ésto es, de relativamente bajo costo y con alta capacidad de almacenamiento. De aquí la importancia de tomar previsiones, que garanticen hacia el futuro condiciones ambientales lo menos perturbadas posibles en las cuencas altas y de transición.

Tales zonas bordeado un bosque pluvioso -extensión geográfica del Parque Nacional de Guatopo-, representan áreas de reserva del recurso hídrico para las poblaciones localizadas en éste frente de montañas, en la misma forma que las vertientes septentrionales de la misma serranía, contribuirán pronto a suplir agua hacia el área Metropolitana de Caracas (Proyectos de Taguaza, Taguacita, Cuirá etc.).

2. LOS BOSQUES HÚMEDO Y DECIDUO

Hasta hace pocos años, plantaciones de café y cacao se encontraban en activa producción favorecido por las condiciones económicas, climáticas y la existencia del bosque húmedo tropical en las cumbres y bordes de la Sierra Maestra, que representa la divisoria de las tierras que separan los Llanos Guariqueños al sur, de los valles medios y bajos del Río Tuy en la zona costera. En la transición topográfica hacia los llanos bajos y sobre un relieve disectado de galeras o filas orientadas paralelas a la cordillera, se mantuvo y existe en buena extensión todavía, un bosque bajo deciduo que adquiere mayor densidad y grado de desarrollo hacia los fondos de los numerosos valles y quebradas de la zona del piedemonte. Los propietarios de estas tierras, no ejercieron en el pasado presión sobre éstos bosques, el cual se usó como resguardo y expansión del área de pastoreo en la época seca, gracias a la abundancia de árboles productores de semillas utilizadas por la ganadería para su sustento.

Actualmente las fincas de café no están en producción y los bosques han comenzado de uno a otro sector, a ser quemados para realizar plantaciones de cultivos temporales. Se tala para la comercialización de la madera ó se quema la biomasa del bosque para sustituirlo por pastos artificiales, lo que se traduce en un cambio brusco en el uso de las tierras. Esto produce una modificación en la intercepción de la lluvia y escorrentía de las aguas en las zonas afectadas, lo que se refleja a corto plazo, en la desaparición de fuentes permanentes y manantiales, desbalance en la infiltración y un notable incremento del proceso erosivo, con el subsiguiente incremento de la producción de sedimentos, esto produce agradación en los lechos de los canales y la sedimentación en los cuerpos de agua superficiales.

Es necesario acometer acciones para detener éstas incontroladas intervenciones artificiales que afectan a los recursos naturales y al medio ambiente, imposibilitando un uso eficiente de los mismos y poniendo en peligro la capacidad de su utilización en el futuro, cuando se hará difícil su preservación y se incrementen las demandas de agua al crecer la población. Una alternativa es ampliar el límite del Parque Nacional de Guatopo hasta afectar estos niveles o definir un uso de las tierras, cónsono con sus aptitudes de uso.

Bosques tropicales como los de ésta región pueden ser aprovechados para cultivar el cacao o café, como lo fueron exitosamente en el pasado reciente. El campesino puede asentarse y educarse en las prácticas agrícolas a base de introducir plantaciones como musáceas, tubérculos, frutales y hortalizas, que lo mantengan arraigado a la tierra y evitan su migración o la dependencia del ganadero, que lo utiliza para desarrollar métodos primitivos de explotación de la tierra. Para este fin, es indispensable darle asesoría técnica y quizás financiamiento orientado hacia el fomento de renglones conservacionistas, utilizándosele como elemento de mejoramiento del bosque por vía de la replantación forestal, lo que permitiría realizar hasta una extracción tecnificada de maderas. El asentamiento en comunidades donde se le presten los servicios de salud, vivienda, educación, agua, asesoramiento en técnicas agrícolas etc, ayudaría a que su presencia en el medio, sea compatible y cónsono con la explotación de los recursos naturales.

Es posible aprovechar el recurso forestal de ésta región, pero se requiere que los organismos reguladores procedan a exigir de las empresas y particulares dedicados a esta actividad, los planes y programas de siembra, repoblamiento, explotación, manejo y comercialización. No puede ser sano y práctico extraer la madera, sin que exista un programa de explotación y sin tomarse previsiones, respecto a la recuperación artificial del bosque ó en ausencia de estudios que permitan definir los impactos ambientales que se deriven de tales prácticas.

3. EL PAPEL DE LOS EMBALSES Y SU PROTECCIÓN

En la región se ha procedido a ejecutar por particulares y por el Estado, algunas presas con dimensiones que pueden considerarse como de tipo pequeñas y medianas.

Muchas de las primeras carecen de estudios (tipo de materiales, diseño hidrológico, levantamientos topográficos y geológicos, compactación, etc) lo que se justifica por la escala pequeña de la obra, ejecutada por operarios de máquinas con limitada experiencia práctica. Pero también en la actualidad, algunos productores y ganaderos comienzan a construir embalses que por su mayor capacidad y grado de afectación a obras situadas aguas abajo, pueden ejercer influencia sobre las mismas, con el atenuante de que éstas a pesar de su mayor magnitud, no obedecen a normas de construcción y de seguridad para evitar daños. Las presas con éstas características representan en ausencia de aguas subterráneas y bajo un patrón moderadamente alto de lluvias, la más apropiada alternativa de aprovechamiento del agua en el medio rural y en las fincas, pero es indispensable que sean construidas atendiendo a un proyecto de ingeniería, especialmente considerando aspectos económicos, geotécnicos e hidrológicos.

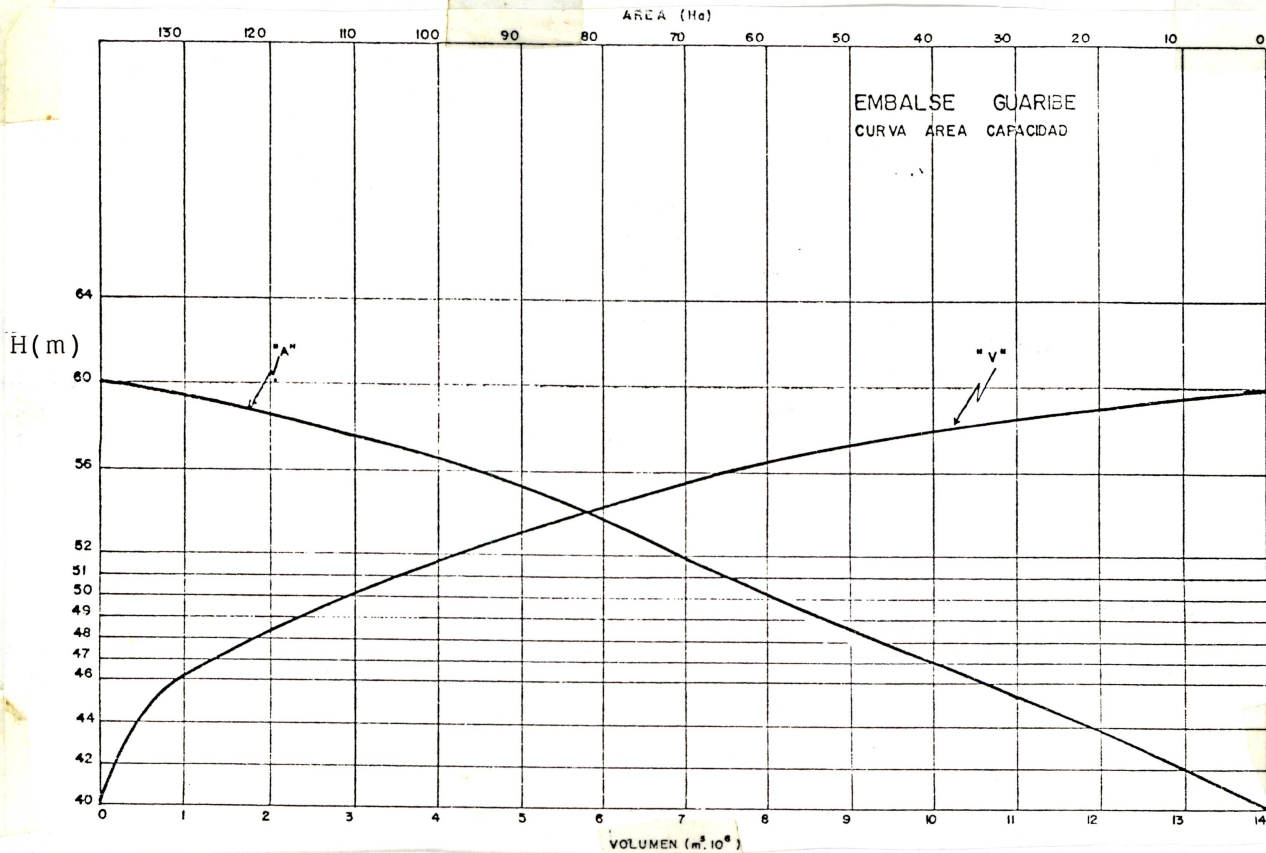
4. CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE SANTA ROSA

Este embalse fue construido por el INOS en 1977 regulando los flujos del río Guaribote y la Qda. La Zamoreña, tiene como propósito satisfacer las demandas de agua de la población de San José de Guaribe y permitir un gasto regulado por el cauce que permitiera regar en las tierras aledañas. Junto con las obras de presa se tienen las siguientes características de diseño e hidrológicas de la cuenca:

Área de la cuenca hasta el sitio de presa	40 km ²
Altura media de la cuenca	450 msnm
Altura máxima de la cuenca	930 msnm
Longitud del cauce hasta el sitio de presa	16,4 km
Pendiente media del cauce	14,2 m/km
Precipitación media anual sobre la cuenca	1122 mm
Precipitación media anual sobre el embalse	898 mm
Temperatura media anual sobre la cuenca	23,9 °C
Q _{max.} (Tr=2,33 Años)	29 m ³ /s
Q _{max.} (Tr=50 años)	93 m ³ /s
Caudal medio anual estimado (sitio de presa)	0,130 m ³ /s
Escurrimiento medio anual	4,1 HM ³
Presa de tierra zonificada	20 m de altura
Núcleo central de arcilla	7 m de prof.
Capacidad del embalse (NAN=252 msnm)	4,05 mill. de m ³
Producción anual de sedimentos	16.500 m ³ /año
Nivel de aguas muertas (NAM)	243 msnm
Descarga máxima por el aliviadero	77 m ³ /s

La curva de alturas-áreas-capacidades del embalse preparado por el anterior INOS, se muestra en el gráfico N° 1 .

GRAFICO N° 1
CURVAS DE ALTURAS-AREAS-CAPACIDADES. EMBALSE SANTA ROSA



Según los datos de caudales de suministro para la población de Guaribe, se nota un mal manejo del embalse en el pasado y además existen elevadas pérdidas en las tuberías de distribución. Durante el año anterior por ejemplo (1995), se suministraron en oportunidades caudales desde la planta en el orden de 100 L/seg, que representan 8.640 m³ en un día, al admitir que la población servida fue de 10.000 personas, entonces es fácil concluir que se aplicó una dotación de 864 lts/pers. día, lo cual excede en cuatro veces al suministro de agua para los habitantes de un país desarrollado. ¡ En Israel se puede sostener el servicio con una dotación diez veces menor !.

El proyecto original sugería evacuar eventualmente descargas para extraer sedimentos desde el embalse a través de las obras de toma como una medida de protección de su capacidad. Esta es una medida de dudosa eficiencia y no es cierto que tales

estructuras, permitan eficientemente evacuar los sólidos de un embalse alargado y con la geometría del considerado y lo que es mas importante, en períodos en los cuales el nivel del embalse sea inferior al de aguas normales a finales de la época lluviosa.

De realizarse tal práctica, debe ser cuando haya que transitar crecientes y los niveles del embalse sean suficientemente elevados como para no reducir el almacenamiento, lo que puede ocurrir a finales de la época lluviosa o en crecientes extraordinarias, al registrarse cotas del embalse iguales o superiores a 254, evitando eliminar agua al alcanzarse la cota 252. Una sana política de operación debe consistir en mantener los niveles a fines del período lluvioso, lo más próximo a la última cota.

Finalmente, debe considerarse la notable variabilidad que experimentan las lluvias anuales en San José de Guaribe y sus alrededores para definir el plan apropiado de operación del embalse. El agrupamiento y la ocurrencia de "años secos" representa un serio problema para garantizar el suministro de agua desde un embalse como el de Santa Rosa, de relativamente baja capacidad. Períodos continuos de cuatro a siete años (1966-1969, 1971-1977, 1989-1993) se han registrado con valores de lluvias inferiores al promedio y la probabilidad de ocurrir dos años consecutivos con lluvias menores a 600 mm, en el lapso de los últimos 50 años, es de 1 vez en diez años. Es evidente que si se reduce considerablemente el almacenamiento del embalse y luego se registran uno ó dos años de sequía, se tendrá una seria limitación para proveer agua a la población como ocurre en la actualidad.

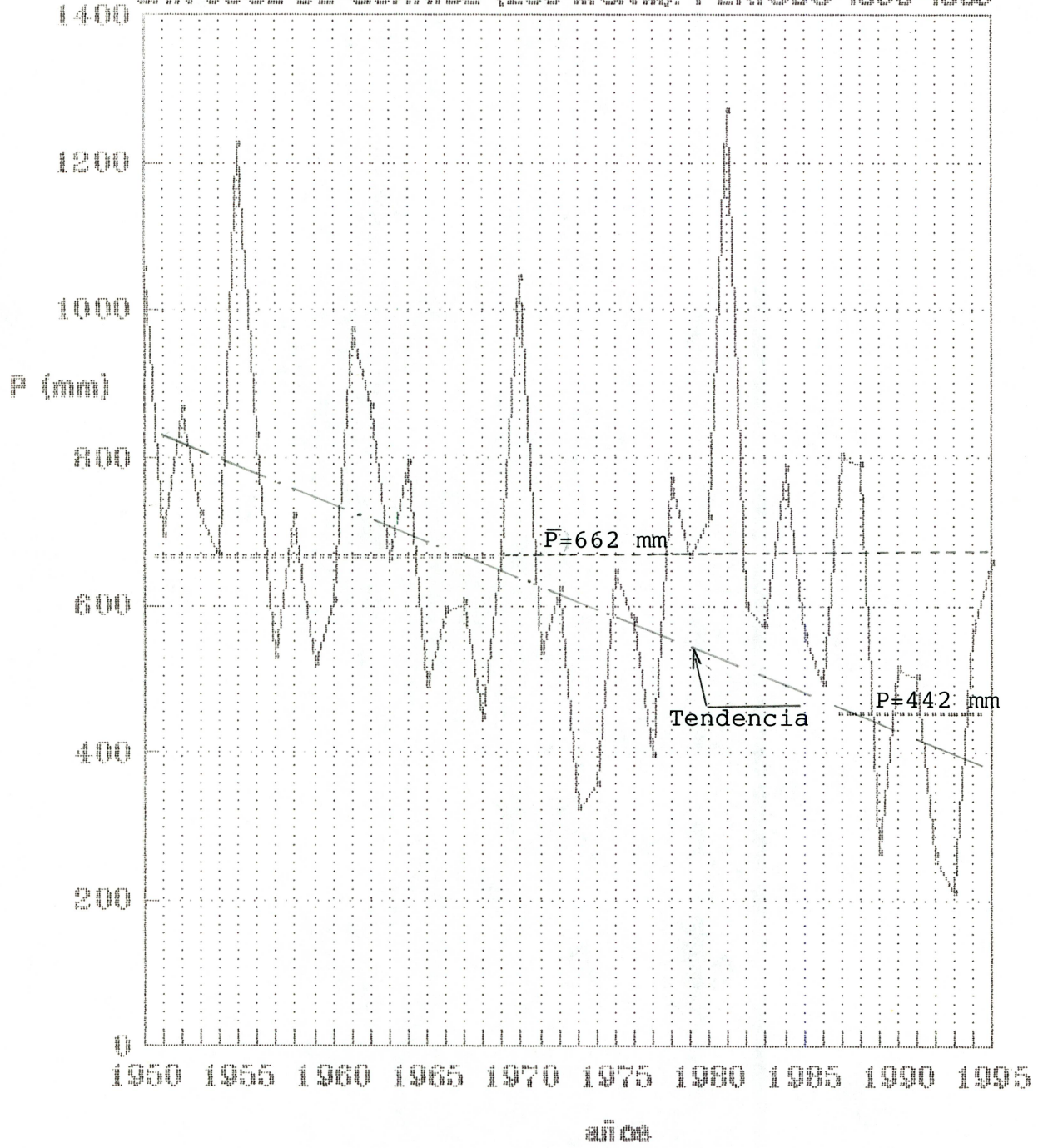
El gráfico N° 2, muestra la distribución anual de la precipitación en la estación Guaribe, situada en el casco urbano de la población. Una tendencia a reducirse las lluvias anuales se puede observar en el mismo, destacando el agrupamiento de los períodos con valores reducidos de precipitación, las causas de éste comportamiento no son evidentes, mientras que al considerar los valores de precipitación en estaciones vecinas como Guanapito y Camatagua, los valores anuales de precipitación están dentro de los promedios; al mismo tiempo, es notable que se registren valores de lluvias anuales notablemente elevados como fueron los de 1950, 1955, 1970 y 1981. Esto indica una alta tendencia a la variabilidad de las lluvias, con un rango observado en el período de 210-1270 mm/año.

En atención a lo anterior, es procedente procurar mantener la cota mínima del embalse después de un año con baja precipitación cerca de 240 msnm, condición en la cual la capacidad del embalse es de 1,8 mill. de m³, lo que da holgura, obviamente bajo un racionamiento en el suministro, para afrontar un déficit debido a la reducción de las precipitaciones en un próximo año seco.

Para resolver el problema de abastecimiento a los sectores de la población en el casco periférico del pueblo o de áreas elevadas, donde es insuficiente la presión para distribuir el agua, es necesario usar tanques de almacenamiento que permiten realizar un suministro

GRAFICO N° 2

DISTRIBUCION DE LA LLUVIA ANUAL EN LA ESTACION DE SAN JOSE DE GUARIBE (280 MSNM). PERIODO 1950-1995



controlado desde la planta de tratamiento y operar el sistema de abastecimiento en una forma económica y racional. En tal caso, se debe concientizar a la población, en la conveniencia de usar tanques o recipientes para el almacenaje en el hogar, ésto evita el derroche del agua o las pérdidas excesivas por causa de roturas o fallas en las tuberías.

5. PROBLEMAS AMBIENTALES. SITUACIÓN DEL EMBALSE SANTA ROSA

Con la incorporación de nuevas tierras a la actividad agropecuaria y el aumento de la población urbana y rural, comienzan a aparecer problemas que afectan las condiciones naturales de las cuencas del frente de montañas del Guárico y de los embalses allí construidos. Se procede a cambiar el tradicional uso de las tierras quemando, desforestando, construyendo dispersas presas, realizando vías de penetración, admitiendo el pastoreo de ganadería en la vecindad de los embalses, todo ello sin un basamento técnico ni fundamentación en proyectos y lo que es más cuestionable, sin que los organismos de planificación ambiental estén al tanto de éstas actividades. En otras circunstancias, identificados los conflictos, no se toman las medidas correctivas, al carecer las oficinas de control de los instrumentos eficaces de supervisión y penalización. Esto afecta no solamente las obras hidráulicas y los recursos naturales a nivel local, sino aquellas situadas fuera del ámbito de la región, tales como los embalses de la cuenca de Tamanaco y del bajo Unare.

El embalse de Santa Rosa es afortunadamente un embalse reciente (16 años) y la población servida en el presente es relativamente pequeña (10.000 hab). Pero debe considerarse que posee una baja capacidad de almacenamiento, de aquí que su preservación se hace indispensable hacia el futuro. A pesar de que no se dispone de información hidrológica y sedimentológica en éste embalse, ni antes de su construcción ni después, se cree que su capacidad se encuentra en un aceptable estado conservación, no eximiéndose de problemas que pueden surgir en el futuro, de no tomarse medidas apropiadas. Algunos de éstos se consideran a continuación.

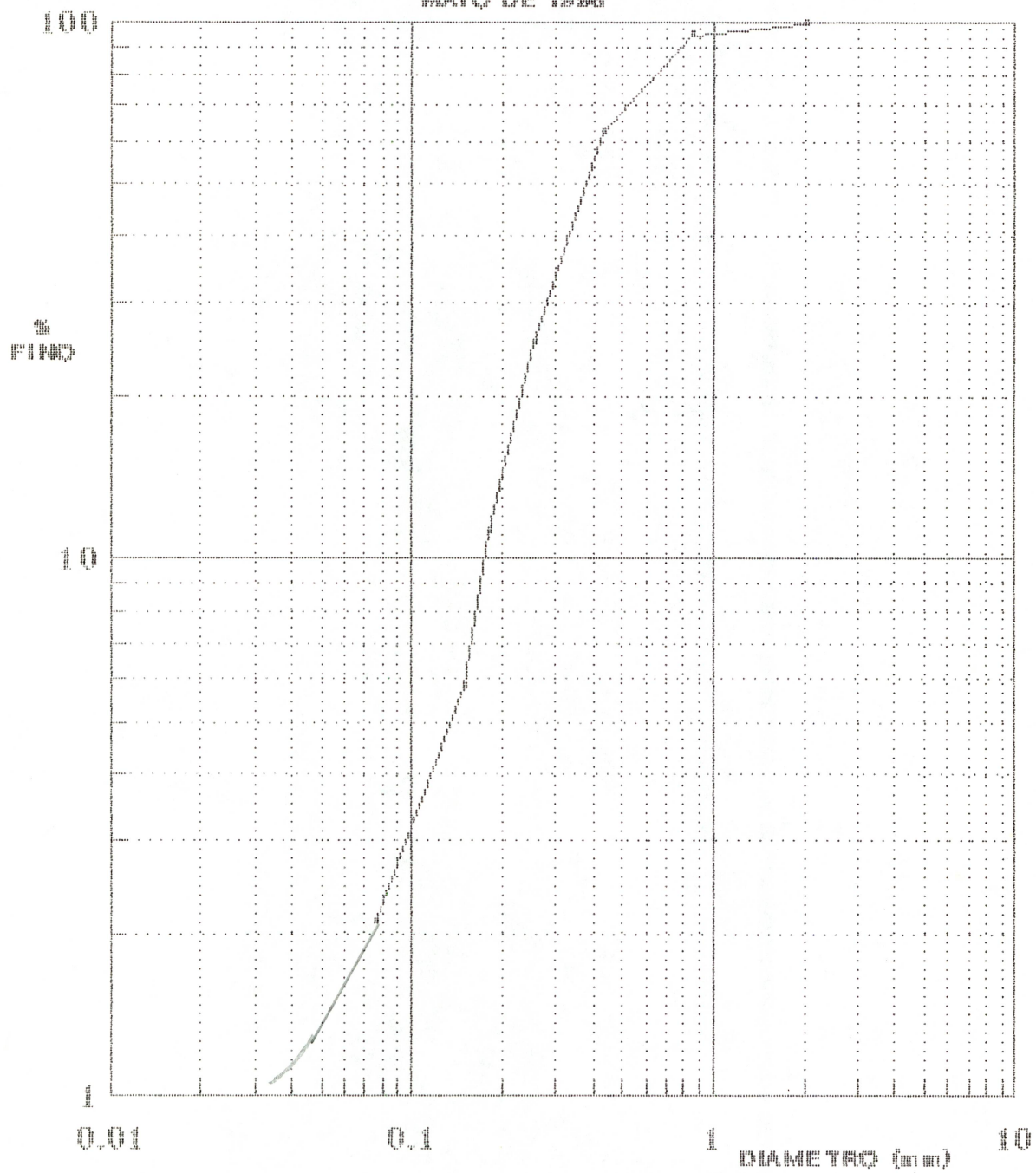
- ♦ Es importante iniciar un seguimiento y control de los niveles y fluctuaciones del agua en el embalse, para lo cual es procedente instalar las cuatro miras o limnímetros inferiores y a la vez trasladar el pluviómetro de Guaribe junto a una tina de evaporación al sitio de presa, instruyendo al personal de la planta de tratamiento, para que practique las mediciones y transfiera la información al personal de hidrología zonal. Esto ayudaría a definir mejor los criterios de operación del embalse especialmente en condiciones de baja capacidad de almacenamiento.
- ♦ Actualmente comienza a detectarse la colonización de hidrófitas filamentosas lo que puede aumentar en el futuro, especialmente al arribar mayores nutrientes y cenizas producto de las quemas en la cuenca alimentadora, así como del aporte de residuos orgánicos ó de la ganadería que abreva en las áreas circundantes al vaso. Medidas para evitar que ésto prosiga deben tomarse, ya que en embalses pequeños con poca profundidad y alta penetración de la luz solar, son condiciones y factores que añadidos

al sedimento y abundancia de nutrientes orgánicos, representan serios problemas para el tratamiento y el control de la calidad del agua. Es ventajoso que no se desarrolle aún el lirio de agua, planta de difícil y costoso control en otros embalses del país.

- ♦ Las áreas inundadas del vaso permanecen sin la vegetación original y afortunadamente se preservó la que existía hacia el delta del río Guaribote, donde las crecientes deponen el sedimento que se atrapa en el delta. El lecho del antiguo cauce en algunos sectores se elevó con un material del tipo mostrado en el gráfico N° 3 en 3 m aproximadamente, lo que es positivo, ya que el sedimento no llega a distribuirse en el reservorio (se estima un volumen de 100.000 m³). Esto hace ver que los proyectistas sobre-estimaron la capacidad muerta del embalse. Esta área se considera apropiada para el desarrollo de cultivos conservacionistas que no requieran del uso de agro-químicos tales como frutales, musáceas y leguminosas aprovechando la excelente calidad edáfica y el alto contenido de humedad de los suelos.
- ♦ La Qda. la Zamoreña presenta un lecho tapizado de enormes peñones y grandes bloques de roca que se han desplomado desde las laderas inclinadas y erosionadas de las vertientes, abundando entre éstos el material arenoso, el cual se retiene al reducirse la velocidad del flujo a la entrada y en la transición de pendiente hacia el embalse donde no existe como en el río Guaribote, una planicie expandida que retenga los sedimentos. Estos materiales así como su magnitud, no representan un problema para el embalse, no así el material fino y los residuos orgánicos procedentes de las áreas recientemente quemadas, por los efectos ya mencionados.
- ♦ Actualmente se realiza un aprovechamiento a pequeña escala de los materiales en algunos sitios dispersos del cauce, pero sería conveniente realizar las extracciones en tramos donde la deposición es más activa. Puede ser favorable para estabilizar las riberas y secciones la plantación de bambúes, actividad que deben acometer los beneficiarios de la extracción de materiales.
- ♦ El embalse recibe un suministro de agua adicional por tubería desde la Vitera, pequeño embalse que supe un bajo caudal hacia el de Santa Rosa y es receptor de una micro-cuenca de aproximadamente 4 km² de superficie. Esta opera como atrapador y regulador de los sedimentos generados por las intensas quemadas producidas por los ganaderos allí establecidos y procedentes de cárcavas situadas en la vía de penetración hacia la Sierra Maestra construida en el pasado por la Empresa Balgres.

Este embalse se usó para suministrar en el pasado agua a San José de Guaribe reducirá sustancialmente su capacidad en los próximos años. No representa por la magnitud del caudal derivado, gran importancia para recuperar el almacenamiento y es por la retención de sedimentos de las zonas intervenidas que tiene utilidad al contribuir a preservar la capacidad del embalse de Santa Rosa. En la misma forma operan muchos pequeños embalses construidos por ganaderos, hacia los niveles más altos de la cuenca.

GRAFICO N° 3
CURVA GRANULOMETRICA. RIO QUARIBOTE COLA DEL EMBALSE
MAYO DE 1996



- ◆ Finalmente, es procedente citar el problema que causa el viento sobre las riberas hacia el estribo derecho y la evaporación en el embalse, especialmente en el período no lluvioso cuando es más intensa su acción. Hacia este sector se ubica la toma flotante creándose en aguas bajas resuspensión del sedimento acumulado en el fondo del reservorio y se captan flujos que ameritan luego en la planta, un alto consumo de floculantes y crean el problema de obstrucción de los filtros. La reubicación de la toma ó extensión de la manguera de captación hacia zonas de mayor profundidad en el embalse, solucionarían el problema, bajando los costos de tratamiento de las aguas. En condiciones de altos niveles, cuando se atenúa la acción del viento y disminuye la turbiedad del agua, el problema se reduce notablemente.

6. ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN RURAL

Caseríos dispersos y asentamientos campesinos existen en los alrededores de San José de Guaribe a los cuales la Gobernación y La Alcaldía, les suministra agua con el costoso método de usar camiones cisternas que además de requerir largos transportes, no garantizan la potabilidad de las aguas y a medida que crecen las comunidades, se hace más difícil resolver el problema en forma permanente. Tratándose de pequeños asentamientos (menos de 100 habitantes), es factible analizar la posibilidad de utilizar la siembra de la lluvia en tanques cisternas construidos con bloques cocidos de arcilla, cemento o material metálico ya sean superficiales, subterráneos o sub-aéreos empleando techos de asbesto de las viviendas, zinc u otras áeras impermeables, como superficies recolectores de agua de lluvia, con lo cual se dispondría de agua en calidad y cantidad apropiadas para resolver el problema en forma rápida y económica. El método es ampliamente usado en las zonas áridas de Brasil y en Venezuela se han introducido en el Estado Falcón (Mide y Corozalito, Dto. Zamora), donde las lluvias son mucho menores a las del norte del Edo. Guárico.

El sistema consiste, de un dispositivo o área de captación, el medio de conducción y el tanque de almacenamiento. De éstos lo más costoso está representado por el área colectora (*) que puede ser un techo (A) de vivienda rural o escuela, lo que existe generalmente en los sitios y en consecuencia, el método se hace apropiado y factible de introducir con éxito. Es de significación que en el proceso constructivo del tanque, puede participar la comunidad, lo que les compromete a manejar, resguardar y proteger tanto el agua como la infraestructura.

Es necesario tomar precauciones respecto al manejo del agua en los tanques. Estos deben estar siempre cubiertos y protegidos de la luz solar, evitando la entrada de residuos sólidos, animales, insectos, polvo etc, y disponer de una entrada o abertura para facilitar su limpieza periódica, así como de aereadores, una taquilla de reposo (B) a la salida del flujo en las canaletas, cumple un doble propósito : evitar el derrame del agua al producirse flujos elevados y servir de sedimentador en caso de arrastrarse sólidos desde el techo

(*) Véase Figura A.

durante las primeras lluvias, es conveniente en caso de no disponerse de filtro en el fondo de la cisterna rodeando al tubo de extracción, tratar al agua con cloro ó hervirla para consumo doméstico, lo que se evita si se realiza una buena limpieza y desinfección del tanque, al inicio de cada período lluvioso.

El sistema puede hacerse mas eficiente y práctico, si se adiciona una bomba manual (o eléctrica sí se dispone de energía) para la extracción del agua cuando el tanque sea subterráneo o de una válvula o llave(s) de control situada cerca del fondo, en caso de estar elevado con respecto al terreno. Además, es procedente fijar las normas de utilización del agua por los usuarios, así como mantener un control sobre la disponibilidad del agua en el tanque, utilizando una mira graduada para observar el nivel. Inicialmente, se sugiere construir cisternas en sitios cercanos a escuelas rurales o caseríos que concentren numerosas familias rurales, igualmente los ganaderos tienen en estas estructuras, una forma de garantizar el abastecimiento de agua para sus fincas, sin afectar los sistemas de suministro a la población.

Un ejemplo sencillo ilustra las posibilidades de aplicar el procedimiento. En la zona de Guaribe precipitan cerca de 700 mm/año, si se dispone de un techo colector de zinc con las dimensiones de una vivienda rural de 15 m por 20 m, el área sería de 300 m², el volumen - V - a captarse admitiendo una eficiencia de 90 % de atrape del agua es :

$$V = 0,90 \times 300 \text{ m}^2 \times 0,700 \text{ m} = 190 \text{ m}^3 = 190.000 \text{ litros.}$$

Volumen que puede almacenarse en un tanque con las dimensiones de 5 m de largo por 4 m de ancho y de 1 m de altura. Si se supone un consumo doméstico (sin considerar baño y pozo séptico) por persona de 25 lts/día, la cantidad de agua disponible abastecería a 10 familias formadas por 5 miembros cada una, durante los meses del período seco. Aumentando el área de captación al doble, se puede garantizar una duplicación de la población a ser servida a un costo comparativo muy bajo y en forma permanente, respecto al empleo de transporte de agua con camiones cisternas.

El diseño de las cisternas rurales depende de numerosos factores como la capacidad de recepción de la lluvia y los requerimientos del agua, lo que se asocia al costo y disponibilidad de materiales en los sitios, es necesario considerar las condiciones geotécnicas de los suelos, ya que en la región las arcillas superficiales experimentan entre el lapso lluvioso y seco, altas variaciones del contenido de humedad, ésto produce cambios volumétricos en los materiales, causa del desarrollo de fracturas que pueden arriesgar la estabilidad de las obras, de no tomarse las previsiones necesarias en su construcción. Diseños ilustrativos de ciertos tipos empleados en las zonas áridas del Brasil como de Venezuela, se muestran en la figuras A y B.

7. UTILIZACIÓN DE LOS PEQUEÑOS EMBALSES

Existe la posibilidad de aprovechar pequeños embalses para satisfacer las necesidades inmediatas de poblados y comunidades rurales, practicando algunas mejoras y acondicionamiento de las obras de captación. Una tubería provista de sifón con llave de control, es de gran utilidad en tales casos y si existen hidrófitas y elevadas concentraciones de sedimentos como ocurre en algunos embalses, puede ser ventajoso colocar una malla o red fina en la entrada del ducto de captación, que permita reducir la afluencia de materiales sólidos. Un camión cisterna se puede llenar con una moto-bomba almacenando el agua en tanques situados en la inmediación de los centros poblados, evitando los recorridos a largas distancias y permitiendo que la unidad rote periódicamente por los diferentes sitios, de hecho ésta modalidad de aprovechamiento se utiliza en algunas áreas.

En aquellas comunidades donde existan embalses que no agotan el almacenamiento en el lapso de sequía, es factible mejorar la eficiencia del sistema antes descrito, construyendo una fosa provista de un tubo colector a manera de galería subterránea que permita captar el agua del reservorio, haciendo más aceptable la calidad del agua para diferentes propósitos.

El sistema consiste en una galería horizontal o con baja inclinación, excavada y revestida con concreto en el fondo del vaso expuesto a la atmósfera durante la época seca (cuando alcance su mínima elevación), se introduce un tubo plástico ranurado de 6-8 pulg. de diámetro, similar al que se emplea en los pozos para captación de las aguas subterráneas y se le recubre con un material granular que funcione a modo de filtro gradado a través del cual, el agua percole al subir el nivel del embalse, entonces puede extraerse mediante una bomba que la eleve hacia un tanque de distribución o estaría disponible para el llenado de cisternas locales.

El método requiere practicar limpiezas periódicas del sedimento acumulado sobre el filtro y en éste caso como en el anterior, se precisa dar un tratamiento con cloro al agua y tener un control de los niveles del embalse para la operación de extracción. La figura C muestra la planta y sección de un embalse, así como la estructura de la galería excavada con el filtro granular propuesto, la localización y extensión de ésta galería depende de las características geométricas del reservorio y del caudal de extracción deseado.

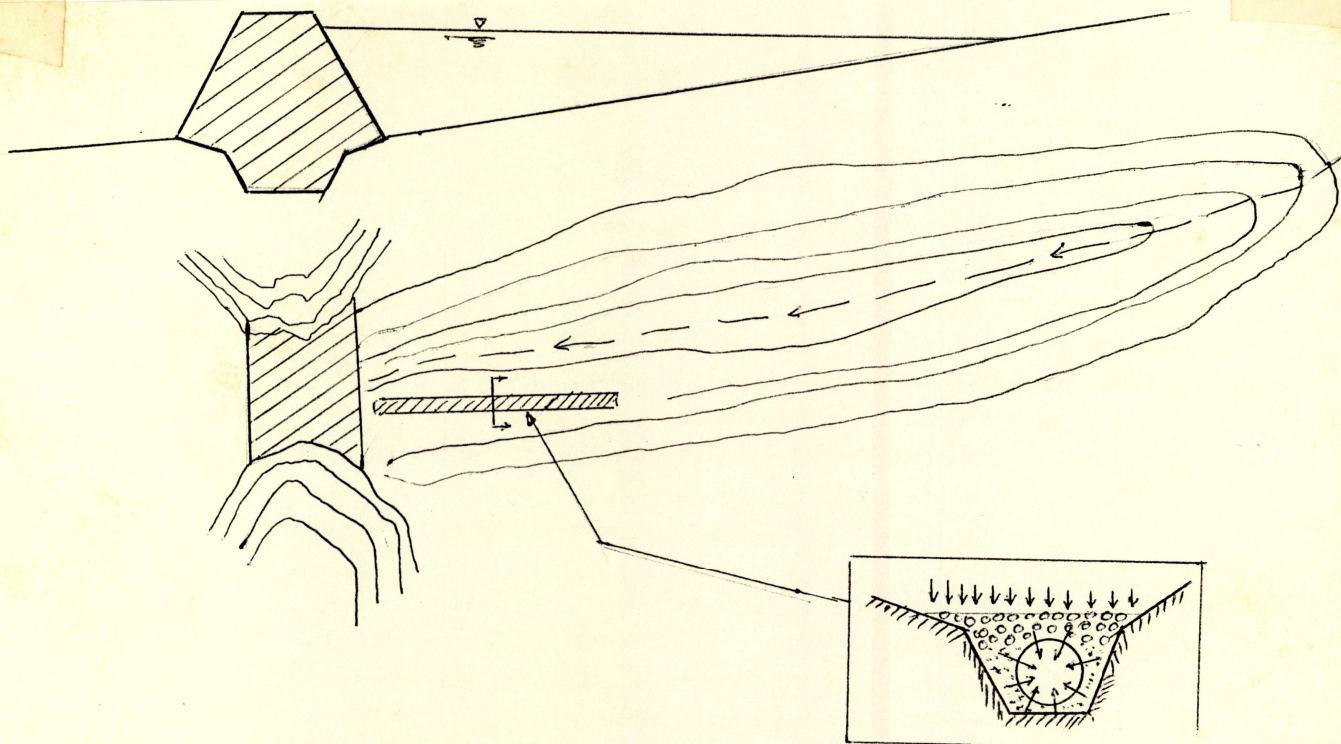


FIG C. Sección Longitudinal y en Planta del Embalse con indicación de la Fosa de Infiltración.

8. EXPLORACIÓN Y USO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Algunas regiones del frente de montañas del Guárico presentan buenas posibilidades tanto por las condiciones geológicas (presencia de materiales permeables y en gruesos espesores, favorables condiciones de recarga) así como hidrometeorológicas, como para obtener éxito con el uso de las aguas del subsuelo. Perforaciones exploratorias y antiguas excavaciones superficiales realizadas en diferentes valles de la región, mostraron que el agua se encontraba a poca profundidad, algunas de carácter salino, pero otras de buena calidad utilizadas por los lugareños y por consiguiente, sería recomendable realizar exploraciones geofísicas (resistividad eléctrica) y reconocimientos geológicos, a fin de proceder a perforar pozos en donde existan perspectivas de éxito y los requerimientos de agua, ya sea para el riego o consumo, lo justifiquen. En la ejecución de este programa, se ha comprometido la Dirección de Hidrología y Meteorología del MARNR.

Los pozos se recomienda construirlos en comunidades rurales con mayor población (≥ 500 hab.) y el agua se utilizaría para el consumo y para el riego a nivel de parcelas, cuando los rendimientos lo permitan. Sitios de interés a evaluar son las terrazas marginales a cauces con lechos gruesos y con flujos o almacenamientos de agua durante el período seco, depósitos conectados de fondos de valles con áreas de recarga naturales o artificiales (embalses) y sitios donde existieron en el pasado obras de captación (jagüeyes o pozas) de las aguas subterráneas, con una aceptable calidad.

9. CONCLUSIONES

Con las opciones consideradas, es posible que se mejoren las condiciones del ambiente, representando alternativas viables de rápida ejecución y económicas, las que deben ser aplicadas para resolver el problema de abastecimiento de agua especialmente de la población rural muy dispersa, que afronta actualmente las mayores dificultades, siendo factible de ser exitosos los métodos propuestos, que puedan extenderse a otras comunidades del Estado Guárico.

Es necesario destacar el papel que deben cumplir los diferentes entes tanto de la sociedad civil, como de las oficinas del Estado, especialmente a nivel del Municipio San José de Guaribe para que el programa de manejo del agua permita operar y mantener un suministro de agua dentro de esquemas eficientes y económicos.

Medidas de preservación de los recursos agua, suelo y bosque en las cuencas intervenidas deben ser acometidas, además de proponerse la reactivación del control y supervisión en las cuencas y obras de infraestructura hidráulica por parte de los Organismos Gubernamentales a los cuales compete ésta tarea. En la toma de decisiones, han de participar los diferentes gremios y productores del campo y los miembros activos de asociaciones conservacionistas de la comunidad urbana en armonía y concordancia, dado que el problema no es sencillo, afecta a distintas poblaciones y su solución depende del esfuerzo de las comunidades, con el atenuante de que se hará mas complejo en el futuro al aumentar las demanda de agua debido al crecimiento poblacional y progrese la reducción de la capacidad y se afecte la calidad del agua en los embalses.

En el aspecto del abastecimiento urbano, es fundamental racionalizar el uso del agua y proceder a través de HIDROPAEZ y LA ALCALDÍA a revisar y adecuar el suministro evitando pérdidas y fugas de agua en las tuberías del acueducto, si posible usando tanques que permitan racionar el suministro a la población de presentarse en el futuro, reducciones notables del almacenamiento en el embalse de Santa Rosa.

El uso de las cisternas rurales tanto a nivel de fincas ganaderas, como de centros rurales, debe resultar exitoso en éste medio, en tanto existen las áreas recolectoras de lluvia, hay disponibilidad de materiales apropiados para su construcción, las lluvias son moderadamente altas y pueden involucrarse las comunidades en el desarrollo del programa, el que puede iniciarse con algunos tipos experimentales.

Para mejorar el conocimiento de la hidrología y climatología en la zona, es importante reforzar las mediciones de niveles y evaporación en el embalse de Santa Rosa, así como reubicar el pluviógrafo desde el área urbana de Guaribe hacia el propio sitio del embalse, donde el aparato no estaría perturbado por edificaciones o el crecimiento de árboles.

Finalmente, las aguas subterráneas pueden representar en el frente de montañas y en los valles de ríos que drenan ésta región, una alternativa válida y aceptable para resolver el problema del agua y ampliar el suministro para otros propósitos, como el riego, por ejemplo. Ello requiere sin embargo, la realización de pruebas de prospección hidrogeológicas, las cuales se realizarán en el futuro con el apoyo de la Dirección de Hidrología y Meteorología del MARNR.

INSPECCION A LA CUENCA DEL UNARE RELACIONADA CON LA EJECUCION DE ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS EN LOS PRINCIPALES EMBALSES DE LA CUENCA

INTRODUCCION

Actualmente la Direcci3n de Hidrología y Meteorología de acuerdo con la Direcci3n de Infraestructura, han promovido la acci3n de realizar un conjunto de estaciones meteorol3gicas e hidrométricas en los embalses más importantes de la cuenca del Unare, como via para reforzar la toma de decisiones para la práctica de operaci3n de los embalses, así como mejorar el conocimiento de las condiciones hidrol3gicas y climáticas en una regi3n de gran desarrollo agropecuario. A los fines de establecer con el contratista de las obras Sr. Humberto Rangel, la iniciaci3n de las actividades, definir las prioridades de construcci3n y evaluar en los sitios, la naturaleza de las diferentes obras de infraestructura de medici3n a ejecutar, los Ings. David Pérez Hernández de esta Direcci3n y Silvio Stanescu del Proyecto Venezolano-Alemán, se trasladaron a los sitios donde se establecieron contactos técnicos, tanto con el contratista como con los empleados del MARNR que se encargan de operar los embalses, habiendo visitado la mayoría de los sitios de interés, entre otros los embalses de El Pueblito, Coco de Mono, La Becerra, El Cigarr3n, El Cují y La Estancia.

Este informe resume los resultados y conclusiones alcanzados y se proponen algunas medidas para hacer más eficiente las labores de medici3n y de recabaci3n de informaci3n hidrometeorol3gica en la regi3n. Sugerencias complementarias relacionadas con la preservaci3n y uso de los embalses y áreas periféricas se dan al final.

CONDICIONES ACTUALES

Las prácticas de operaci3n y manejo de los embalses en la cuenca del Unare, se está realizando en forma empírica y el suministro y aporte de agua a los canales, es más el resultado de la presi3n social y política de los usuarios y comunidades, que el resultado de un conocimiento serio de la hidrología y las condiciones climáticas imperantes. Mientras que algunos de estos embalses poseen una baja capacidad, tal forma de operaci3n puede llevar a condiciones desventajosas e inapropiadas de los almacenajes si se excede la capacidad de alivio y se produce, como ha ocurrido eventualmente en la regi3n, una sucesi3n de años relativamente secos.

Las instalaciones por ejecutarse una vez comenzadas a manejar, persiguen entre otros propósitos:

1. Mejorar el conocimiento de la hidrometeorología de la cuenca y específicamente en los sitios de embalses, con lo cual se mejoraría el balance hidrológico y las operaciones de desembalse.
2. Disponer de curvas de calibración en las descargas para precisar los caudales aliviados bajo diferentes condiciones de operación de los embalses.
3. Disponer de instalaciones complementarias a las existentes en los embalses, que ayuden al pronóstico y prevención contra inundaciones en el Bajo Unare, región no exenta de experimentar este tipo de problemas, aún con los embalses localizados en las partes altas.
4. Realizar mediciones complementarias e investigaciones relacionadas con la operación y conservación de los embalses, tales como mediciones y levantamientos batimétricos para evaluar la acumulación de sedimentos, especialmente en aquellos con un mayor período de operación. El embalse de Coco de Mono, usado para abastecimiento de la población de Tucupido y con más de 40 años de operación parece ser apropiado con tal fin.

En conversaciones sostenidas con el Sr. Rangel, se le han dado recomendaciones respecto a la ubicación de las miras, limnigrafos, así como localización de estaciones meteorológicas. Embalses como el Andino, donde no se han operado los conductos de descarga y sería cuestionable su operación, se han descartado como sitios de instalación de estaciones hidrométricas. En contrapartida, se ha visto la necesidad de reforzar mediante estaciones con miras ó limnigrafos, tramos inferiores del río Unare, lo cual sería útil para prevención de crecientes que afecten a poblaciones de la cuenca baja como Onoto, Clarines y las Costas de Unare-Píritu.

FASE DE MEDICIONES

Se ha visto además la imposibilidad de que los operarios de los embalses actualmente, puedan ejecutar todas las mediciones en estos embalses, así que se debe tratar de que observadores con gran experiencia de las Zonas Nº 9 y 13 respectivamente, se involucren en las tareas de mediciones y muestreos distribuyéndose las tareas según las áreas de influencia, buscándose ventajas de acceso y fácil operatividad.

Las curvas de calibración de los canales, se prepararían

produciendo variables descargas, mediante la operación de las compuertas de modo que en un corto período, se disponga de curvas representativas que ayuden a definir los caudales excedentes del embalse.

Se ha previsto que algunos equipos e infraestructura de medición hidrológica, podrían ser recuperados ó reinstalados en sitios más ventajosos y útiles, una vez que se disponga de las curvas de calibración, función esta que debe ser lo más pronto acometida, como forma de manejar mejor estos embalses, por cuanto con el intensivo desarrollo agrícola es fundamental disponer de este tipo de información, para el eficiente manejo del agua.

Finalmente, se ha planteado en esta oportunidad por parte de la Oficina de la Autoridad de Area a los técnicos de hidrología, la posibilidad de repetir una exposición sobre climatología, hidrología de la cuenca, agrometeorología que ayude a los agricultores y ganaderos de la región, a planear mejor sus actividades, dado que en la oportunidad anterior en que fué dada, muchos de ellos no asistieron y sería factible realizarla de nuevo en su sede en Zaraza.

SUGERENCIAS COMPLEMENTARIAS

Se ha observado que gran parte de la infraestructura utilizada durante la construcción de las presas, ha sido abandonada o se encuentra semidestruída y sin uso.

Se propone entregar estos campamentos a concesionarios particulares bajo contratos controlados por el MARNR, para organizar parques, centros recreacionales con facilidades de alojamiento, etc.

Por otra parte, se ha observado que las áreas de protección de las periferias de los embalses (tierras de la Nación o adquiridas por el MARNR), se encuentran en casi su totalidad invadidas, desforestadas, con actividades agrícolas y otras que producen erosión y contaminación de las aguas.

Se propone reglamentar el uso de estas áreas bajo contratos entre el MARNR y Concesionarios Particulares, que reciban incentivos y a cambio estén obligados a organizar plantaciones de árboles de madera de alto interés comercial, con derecho a explotaciones racionales, controladas por el MARNR.

DAVID PEREZ HERNANDEZ
SILVIO STANESCU