

La Figura 4 presenta las curvas de masa de la lluvia y volúmenes observados; de esta figura, se puede deducir que hay buena relación entre ambas variables hasta mediados de Septiembre; a partir de allí, se presentó un cambio notorio en la proporcionalidad. Los volúmenes variaron en una relación mayor que las lluvias (cambio de pendiente); estos mayores volúmenes ocurrieron a mediados de Septiembre y esto provocó el cambio de pendiente. Probablemente se deba que, en esos días la lluvia fue mayor y más regular; provocando un aumento general de la humedad en el suelo en toda la cuenca; en esta situación, un incremento de lluvia produce un

incremento mayor de caudales.

Del Cuadro 4 puede observarse también, que los volúmenes pronosticados son mes a mes mayores que los observados. Este es el resultado de la interrelación entre las inexactitudes de los diferentes factores que participaron, durante las fases del pronóstico; por una parte la lluvia, por otra parte los volúmenes observados y por otra parte la calibración misma del modelo utilizado.

Los resultados del programa de pronóstico del año 2000 son evidentemente más satisfactorios que los obtenidos en el año 1999.

## CONCLUSIONES

### 1. Pronóstico de Lluvia

Los datos de lluvia diaria utilizada en el programa de pronóstico hidrológico, cumplen con las condiciones de estabilidad; tanto en la media como en la varianza.

Las mejoras realizadas en el programa de pronóstico del 2000, es decir: el uso de mas estaciones de lluvia y la consideración de tomar en cuenta modelos globales de pronóstico cuantitativo, mejoró los pronósticos de lluvia con 24 horas de anticipación, para la cuenca de El Cajón, en relación con los resultados obtenidos en 1999.

A pesar de que los promedios mensuales entre la lluvia observada y pronosticada son parecidas, estas muestran bastante dispersión entre ellas. Los modelos globales de comportamiento atmosféricos, fundamentado y calibrado con datos, especialmente para Norteamérica y obtenidos mediante imágenes satelitales vía Internet; no son suficientes para ser utilizados en planes de pronósticos cuantitativo de la lluvia para el territorio hondureño.

### 2. Pronóstico de Volúmenes

Es evidente, que los pronósticos de volúmenes de agua al embalse El Cajón dependen en gran parte de la performance de los pronósticos cuantitativos de la lluvia. Por otra parte, la calidad de la calibración del modelo MIKE

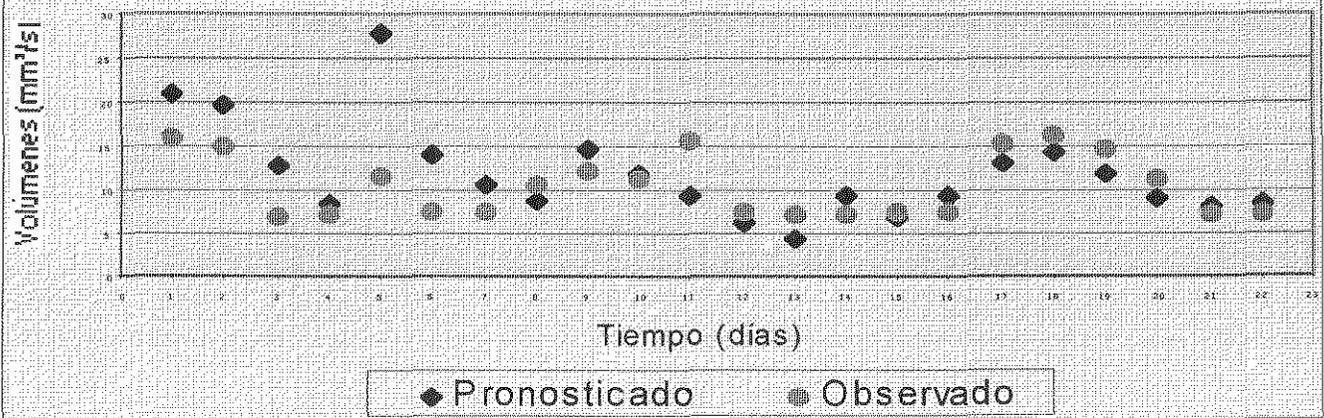
11 a la cuenca en estudio, es también importante en la calidad de los resultados obtenidos.

Los datos de volúmenes (aportes) diarios que llegaron al embalse, durante el período de pronóstico y obtenido de la División de Operación de Embalse no responden a las condiciones de estabilidad de la media y la varianza. Observando las Figuras del 5 al 19, se concluye que existe en algunos casos (Julio y Agosto) una variabilidad diaria bastante remarcable. Cuenca como El Cajón que tiene un área de 8,640 km<sup>2</sup>, los caudales que llegan al embalse deberían, tener en esos casos mencionados, una menor variabilidad en la información diaria; es decir, la variación entre dato y dato no debería ser tan brusca.

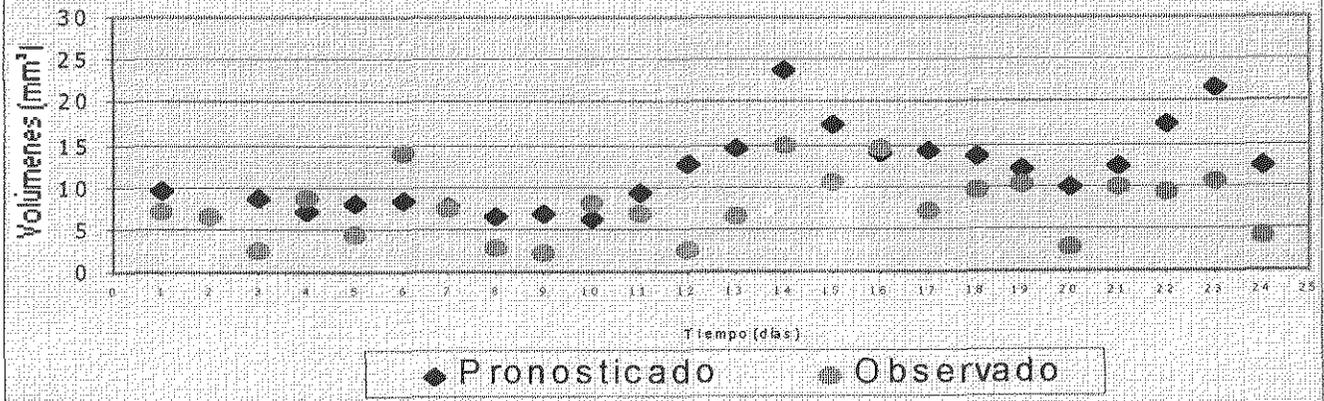
Los volúmenes pronosticados son siempre superiores a los observados. El coeficiente de correlación lineal considerando toda la información es de 0.849; valor que se puede considerar como bueno. Tomando como base el volumen observado, conociendo de su falta de estabilidad, la diferencia o error es de -45.5%. Cabe anotar que en el mes de septiembre, donde esta variabilidad es menor, el coeficiente de correlación es de 0.908 y el error de -36.2%.

Los resultados obtenidos en los pronósticos de volúmenes en el año 2000 son más representativos que los del año 1999.

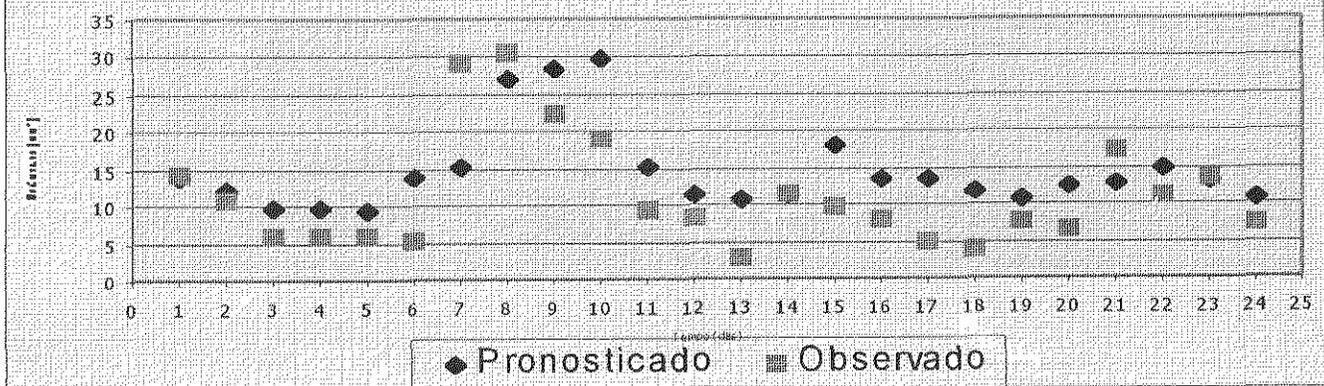
**Figura 5: MES JUNIO 2001. Volúmenes Observados y Pronosticados. Embalse El Cajón**



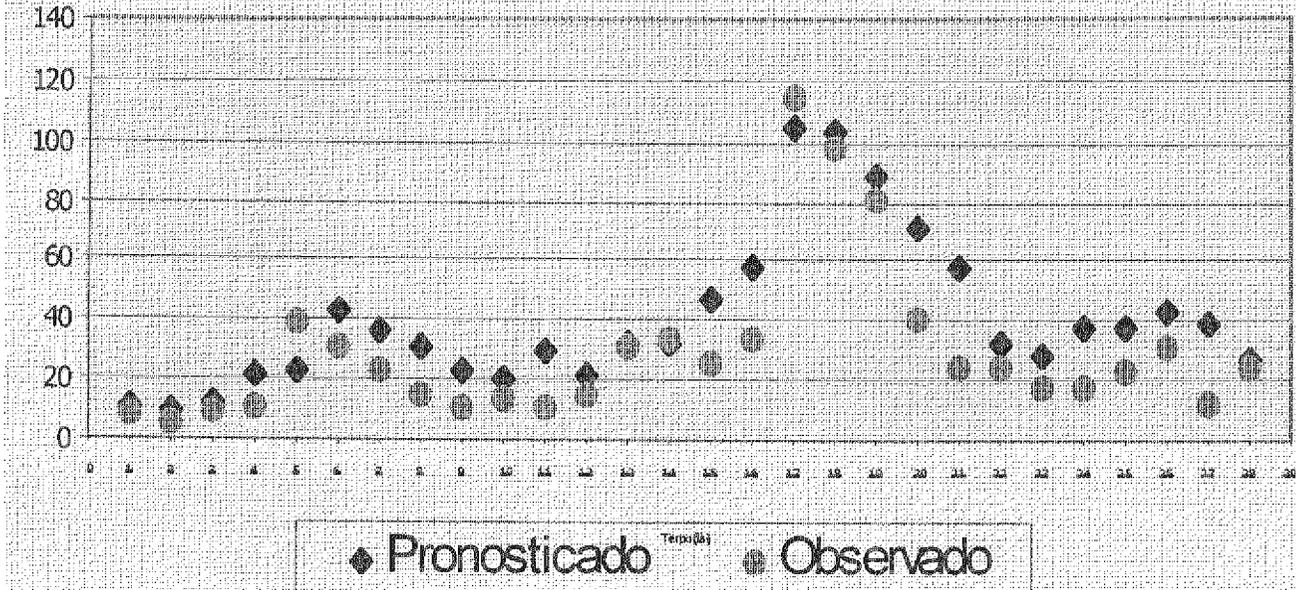
**Figura 6: MES JULIO 2001. Volúmenes Observados y Pronosticados. Embalse El Cajón**



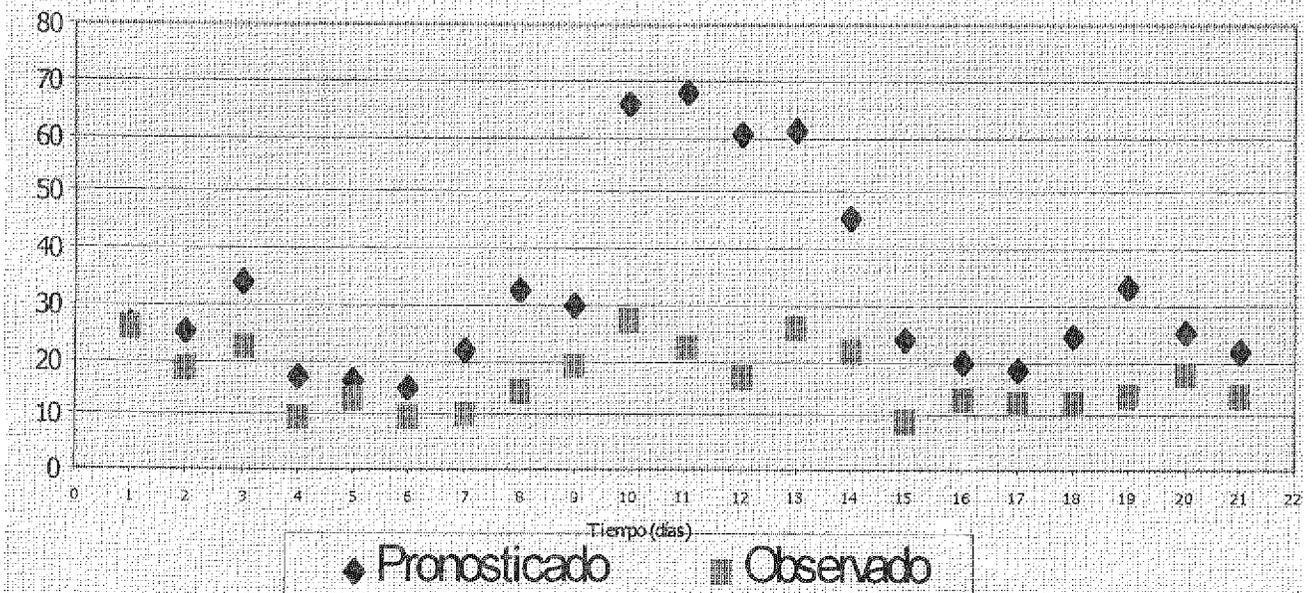
**Figura 7: MES AGOSTO 2001. Volúmenes Observados y Pronosticados. Embalse El Cajón**



**Figura 8: MES SEPTIEMBRE 2001. Volúmenes Observados y Pronosticados**



**Figura 9: MES OCTUBRE 2001. Volúmenes Observados y Pronosticados. Embalse El Cajón**



## RECOMENDACIONES

### 1. Pronóstico cuantitativo de la lluvia diaria

- a) Buscar la manera de cómo enviar la información diaria de las estaciones que se utilizan en el pronóstico y otras si es posible, al Centro Nacional de Huracanes en Miami (USA), al Centro Nacional Experimental de Fenómenos Meteorológicos de Washington (USA) y otros centros de investigación atmosférica; a fin de que se incluya la información local del área en estudio; logrando posiblemente una mejor performance de resultados para la cuenca que nos interesa.
- b) Considerar una sola lluvia pronosticada para toda la cuenca en estudio, no es muy recomendable, más si trata de una cuenca muy montañosa, donde el relieve, entre otros, juega un rol importante en la distribución espacial de la lluvia misma. Se recomienda realizar un análisis espacial y temporal de las lluvias diarias; con el objeto de conocer su variabilidad en el espacio de interés. Ya que, si no es posible obtener más que una lluvia pronosticada, ésta podría ser sometida a factores correctores, para representar mejor la lluvia.
- c) Sería conveniente observar después de mediodía el comportamiento de la lluvia y desarrollo de los niveles de

agua; quizás amerite valorar y corregir o lanzar otros pronósticos. Esto es más necesario, en caso de fenómenos meteorológicos extraordinarios y cuando el impacto a la obra misma y aguas abajo es notoria. El uso de estaciones telemétricas se hacen necesarias.

### 2. Pronóstico de Volúmenes diarios

- a) Dada la inestabilidad que presentan los volúmenes de agua que llegan al Embalse El Cajón, se recomienda continuar con los análisis de representatividad y la revisión de la metodología de cómo se obtienen. Se sabe que están sujetos a los volúmenes que salen del embalse, de la variación del nivel de agua y de la curva de nivel volumen.
- b) Las estaciones que miden los caudales de los principales afluentes al embalse El Cajón y que fueron destruidos por el Huracán/Tormenta Tropical Mitch deben de restablecerse. Esto permitirá analizar la representatividad de la calibración y conocer por otra metodología, los caudales que llegan al embalse.
- c) Validar la calibración del modelo MIKE 11, con nueva información.

## BIBLIOGRAFIA

- ✓ *Empresa Nacional de Energía Eléctrica. Informe de las actividades realizadas en el pronóstico de la lluvia, durante el Programa de Pronóstico Hidrológico del 2000. Tegucigalpa, Diciembre, 2000.*

- ✓ *Empresa Nacional de Energía Eléctrica. Comportamiento Atmosférico de la cuenca Ulúa y Chamelecón. Período Junio a Octubre 2000. Tegucigalpa, Enero 2001*
- ✓ *Roberto Avalos Lingan. Empresa Nacional de Energía Eléctrica. Pronóstico Hidrológico. Volúmenes que llegan a la Central Hidroeléctrica Francisco Morazán (Embalse El Cajón), Modelo MIKE 11, Tegucigalpa, Enero 2000.*
- ✓ *Roberto Avalos Lingan. Empresa Nacional de Energía Eléctrica. Modelación Hidrológica e Hidráulica de la Cuenca alta del Río Choluteca (Durante el Paso del Huracán/Tormenta Tropical Mitch), Modelo MIKE 11, Tegucigalpa, Marzo 1999.*
- ✓ *Roberto Avalos y Diomar Mendoza. Modelación Matemática para el Pronóstico Hidrológico a Tiempo Real y Control de Crecidas en Centro América. Aplicación al Valle de Sula en Honduras. Horsholm, Denmark, Diciembre 1994, Segunda Etapa.*
- ✓ *Gladis Rojas y Glenda Castillo. Modelación Matemática para el Pronóstico Hidrológico a Tiempo Real y Control de Crecidas en Centro América. Aplicación al Valle de Sula en Honduras. Horsholm, Denmark, Abril 1994, Primera Etapa.*

*"A la distancia, después de serpentear por entre un bosque de robles y de helechos gigantes, un arroyo se desprende sobre el abismo que le forman dos rocas grises y deja oír algo así como una voz de desolada imploración, al pulverizarse, cien metros más abajo, contra el dorso gélido de los peñascos del fondo".*

*Victor Cáceres Lara*