

Figura 1.- Regresión que ajusta las anomalías de caudal en enero-febrero utilizando las anomalías de caudal de julio-agosto. La línea llena representa los valores observados y la línea de puntos representa los valores obtenidos con el modelo de regresión.

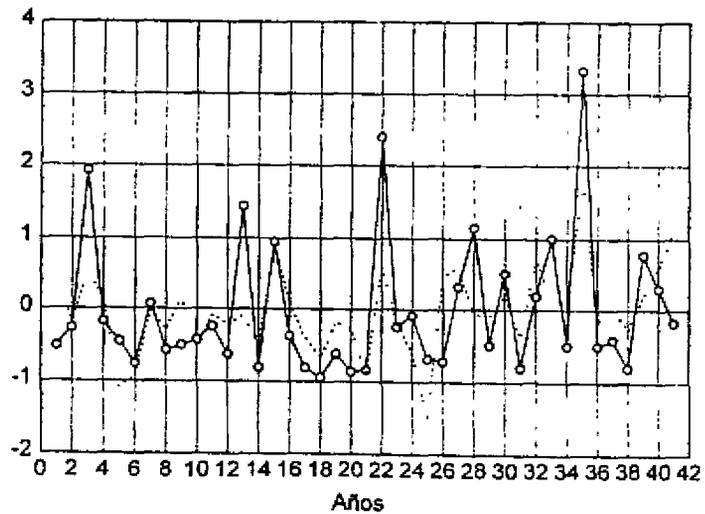


Figura 2.- Regresión que ajusta las anomalías de caudal en enero-febrero utilizando las anomalías de caudal y el IOS de julio-agosto. La línea llena representa los valores observados y la línea de puntos representa los valores obtenidos con el modelo de regresión.

PREDICCIÓN DEL DERRAME ESTACIONAL PROVENIENTE DEL DERRETIMIENTO DE NIEVE EN RÍOS CORDILLERANOS DE ARGENTINA

Eduardo A. FLAMENCO
Evaluación de Recursos S.A.
Buenos Aires, Argentina

El objetivo de este estudio es la predicción del derrame en el río Colorado, en el sur de la provincia de Mendoza, durante el período octubre-marzo, en función de las anomalías de las temperaturas de la superficie del Océano Pacífico Ecuatorial (TSM) y del índice de oscilación del Sur (IOS). Esta etapa inicial está orientada a la búsqueda de estas relaciones en el río Colorado. Posteriormente se extenderá el estudio a otros ríos cordilleranos como ser el río San Juan, Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel, cuyos escurrimientos provienen del derretimiento de nieve. Asimismo se estudiarán los ríos Neuquén, Collón Curá, Limay, Chubut y Futaleufú, en los que el escurrimiento proviene de las lluvias durante la época estival.

La cuenca del río Colorado tiene una superficie de 15.300 km² hasta la estación de medición de caudales denominada Buta Ranquil, situada 20 km aguas abajo de la confluencia de los ríos Barrancas y Grande. Está ubicada geográficamente al sur de la provincia de Mendoza, entre los paralelos 35 S y 37 15' S y los meridianos 69 30' O y 70 20' O. Aguas abajo de la estación de aforos mencionada, a unos 280 km aproximadamente se encuentra emplazado el aprovechamiento hidroeléctrico Casa de Piedra, que comenzará a generar a partir del mes de Octubre de 1995.

Desde el punto de vista hidrológico, y considerando la serie 1940-1994, resulta ser el más importante de los ríos cuyanos ya que su módulo es de 148 m³/s. La onda estacional comprende el período Octubre-Marzo, y los aportes provienen fundamentalmente del derretimiento de nieve.

Cada año en el mes de Setiembre, luego de que ocurren las últimas nevadas más importantes, se estiman los derrames a esperar desde Octubre a Marzo y la distribución de caudales medios mensuales. En el cálculo de estas previsiones, la variable de mayor peso es el equivalente en agua de la nieve en las zonas de acumulación; es decir, en las altas cuencas de los ríos Barrancas y Grande, donde se hallan ubicadas las estaciones nivométricas Pehuenche y Laguna del Valle Hermoso respectivamente. Estos pronósticos resultan de gran importancia para la programación de la generación hidráulica y para riego ya que aguas abajo de Casa de Piedra se encuentran importantes distritos agrícolas en la región de la Pampa Húmeda. Si bien los pronósticos estacionales se emiten en el mes de Setiembre de cada año, los operadores de las centrales hidráulicas y los operadores de riego han manifestado en distintas oportunidades la necesidad de conocer con mayor anticipación los escurrimientos de la época estival.

El desarrollo de un modelo de pronóstico de nieve acumulada, en función de la variabilidad climática en el Océano Pacífico Ecuatorial implica el uso posterior de otro modelo que permita el cálculo definitivo del volumen de agua estacional. Las predicciones de cada uno de estos modelos tendrá una dada incertidumbre, así que la utilización de dos modelos podría aumentar la incertidumbre en el producto final. La hipótesis de trabajo es que la utilización de un solo modelo podría reducir tal incertidumbre. Por lo tanto en este trabajo se buscan las relaciones entre la variabilidad climática en el Océano Pacífico Ecuatorial y los volúmenes estacionales, prescindiendo del cálculo previo de la acumulación de nieve.

En primer lugar se estudió la relación entre el volumen del período Octubre-Marzo en la estación Buta Ranquil y las anomalías mensuales de las TSM en las regiones denominadas Niño3 y Niño4 y el IOS. Se consideraron diferentes rezagos y, en general, se obtuvieron mejores resultados al considerar promedios móviles cada 3 meses, tanto de las TSM como del IOS. Estos resultados se resumen en la Tabla 1.

Se realizó un análisis de regresión múltiple "step-wise" que permite seleccionar las variables independientes que tienen mayor peso, y para ello se empleó los datos de TSM en el Niño4. El modelo obtenido fue:

$$\text{STDV} = .4348 * \text{FMA} - .4683 * \text{MJJ} + .7826 * \text{OND} + .00067,$$

donde STDV representa la anomalía del volumen en el período Octubre-Marzo, FMA representa el promedio de las anomalías del Niño4 en el período Febrero-Abril, MJJ idem para el período Mayo-Julio y OND idem para el período Octubre-Diciembre. El coeficiente de correlación entre los valores observados y los calculados mediante el modelo de regresión múltiple es 0.62, al considerar la serie completa 1949-1994.

A los fines de validar el modelo anterior, la serie original se dividió en dos períodos. El período 1949-1980 se utilizó para calcular los coeficientes de regresión, obteniéndose:

$$\text{STDV} = .3448 \cdot \text{FMA} - .0299 \cdot \text{MJJ} + .3427 \cdot \text{OND} + .0304$$

Se utilizó el período 1981-1994 para validar el modelo, lo cual se hizo de dos formas diferentes: caso A considerando los coeficiente de regresión constante en el tiempo a partir del año 1981, y caso B actualizando cada año la serie de tiempo a partir de 1981 y recalculando los coeficientes de regresión. El caso B permite incorporar información constantemente, como por ejemplo el evento extraordinario del año hidrológico 1982/83.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos para el período de validación 1981-1994 se muestran en la Figura 1. También se realizó la validación del modelo mediante un análisis discriminante. En primer lugar se caracterizó el régimen del escurrimiento según 4 categorías: seco (S), medianamente seco (MS), medianamente húmedo (MH) y húmedo (H), de acuerdo a los respectivos cuartiles de la serie histórica. Así, las Tablas 2 y 3 muestran los resultados del análisis de contingencia de cada modelo descrito arriba como casos A y B, respectivamente.

De un total de 14 pronósticos se obtuvieron 8 y 9 aciertos, significando ello una efectividad del 57% y 64% respectivamente para los casos A y B. En el caso de aceptar como acierto la diferencia de una categoría, la efectividad resulta del 78% y 86%, respectivamente. A pesar de que los resultados del caso B son ligeramente mejores, la diferencia no resulta significativa. Otra forma de interpretar estos resultados es la siguiente: en ningún caso cualquiera de los 2 modelos produjo un resultado totalmente erróneo, es decir el pronóstico de una situación húmeda durante una situación seca, o viceversa.

Para poder aplicar el modelo propuesto en el mes de Enero, es necesario disponer de pronósticos TSM del Océano Pacífico Ecuatorial para los meses de Febrero hasta Diciembre. Ese primer pronóstico emitido en el mes de Enero puede ser actualizado cada mes con las observaciones más recientes de las TSM. Al llegar el mes de Setiembre puede incorporarse al pronóstico los datos sobre acumulación de nieve durante el período invernal.

En el futuro se planea realizar un estudio similar al presente pero aplicado a los ríos Diamante y Atuel. En la actualidad se realizan estos pronósticos pero utilizando modelos autorregresivos. Estos modelos sólo emplean como predictores a la misma variable rezagada en el tiempo, por lo que los residuos obtenidos en algunos casos son significativos. La idea es entonces incorporar variables exógenas, como por ejemplo las anomalías de TSM en el Océano Pacífico y el IOS a los efectos de minimizar los residuos y poder extender el período de pronóstico.

Tabla 1.- Coeficientes de correlación entre los volúmenes del período Octubre-Marzo en la estación Buta Ranquil y las TSM de las regiones Niño3, Niño4 y IOS en los trimestres indicados. El período de análisis es 1949-1994.

	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
Niño3	0.27	0.36	0.41	0.41	0.40	0.39	0.43	0.48	0.52	0.52	0.51	0.48
Niño4	0.27	0.36	0.40	0.40	0.39	0.39	0.43	0.48	0.52	0.53	0.51	0.48
IOS	-0.16	-0.22	-0.40	-0.51	-0.53	-0.51	-0.48	-0.52	-0.50	-0.49	-0.37	-0.39

Tabla 2.- Resultado de la validación del modelo de pronóstico del volumen del período Octubre-Marzo en la estación Buta Ranquil a partir de las anomalías mensuales de TSM observadas en la región Niño4 en el período Febrero-Diciembre. S: seco, MS: medianamente seco, MH: medianamente húmedo y H: húmedo. Período: 1981-1994. Coeficientes de regresión múltiple constantes en el tiempo

Observado	Pronosticado			
	Seco	Medio Seco	Medio Húmedo	Húmedo
Seco	0	2	1	0
Medio Seco	0	2	0	1
Medio Húmedo	0	0	4	1
Húmedo	0	1	0	2

Tabla 3.- Idem Tabla 2 pero los coeficientes de la regresión múltiple se actualizan cada año.

Observado	Pronosticado			
	Seco	Medio Seco	Medio Húmedo	Húmedo
Seco	0	1	2	0
Medio Seco	0	2	1	0
Medio Húmedo	0	0	5	0
Húmedo	0	0	1	2

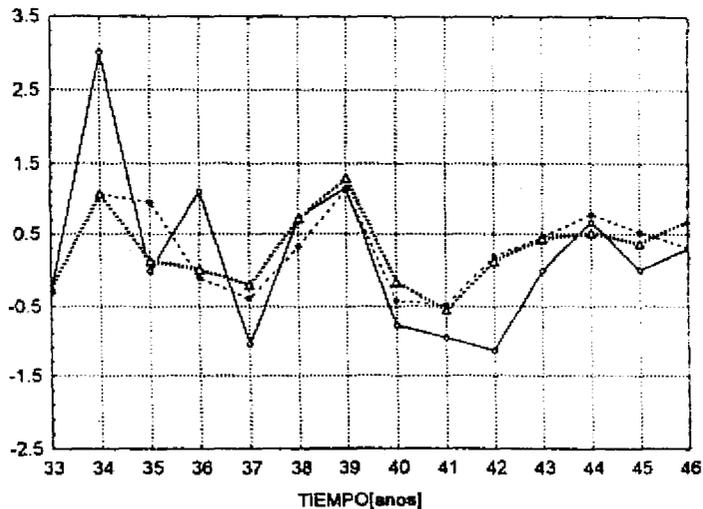


Figura 1.- Estación Buta Ranquil. Período Octubre-Marzo (1981-1994). La curva llena representa los valores observados, la curva punteada fina representa los valores pronosticados según modelo A y la curva punteada gruesa representa los valores pronosticados según modelo B.

RELACIONES ENTRE LAS MANIFESTACIONES DEL ENOS Y EL COMPORTAMIENTO DE LOS CAUDALES EN LA CUENCA DEL RIO IGUAZU, ARGENTINA.

Marcela Alejandra GHETTO

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral
Santa Fé, Argentina

La cuenca del río Iguazú es parte integrante de La Cuenca del Plata, sistema hidrológico de singular importancia en América del Sur, no sólo por las características físico-hidrológicas que presenta, sino también por la dimensionalidad que alcanzan en la región los impactos socio-económicos de sus situaciones extremas.

La región de influencia del río Iguazú se extiende aproximadamente entre los paralelos de 24°S y 28° S y entre los meridianos de 49°O y 55°O, comprendiendo una superficie total de 64.000 km². Nace en la región sur del Brasil en el estado de Paraná cercano al Océano Atlántico y conforma en su último tramo el límite entre éste país y la República Argentina, desembocando en el Río Paraná en el punto geográfico denominado "Tres Fronteras".

Las características particulares de la Cuenca del río Iguazú permiten considerar ciertas simplificaciones frente al sistema hidrológico que la gobierna. Se trata de una cuenca de dimensiones reducidas, en comparación con las dimensiones de la Cuenca del río Paraná. Posee un coeficiente de escurrimiento superior al coeficiente medio de la cuenca que la contiene permitiendo considerar que desde el momento en que ocurre una precipitación hasta que ésta se manifiesta en el punto de salida del río Iguazú, el tiempo transcurrido es relativamente bajo, entre 5 a 6 días, existiendo un mínimo retardo y una baja capacidad de regulación. Los volúmenes de pérdidas son del orden del 50% de las lluvias caídas, lo que nos permite suponer una relación lluvia-caudal casi directa, lo cual a los efectos de un primer análisis es muy importante, ya que descartaríamos el comportamiento regulador de los distintos niveles de almacenamiento del ciclo hidrológico.

La región de emplazamiento de la cuenca de análisis presenta un régimen de precipitaciones con disminución en la época invernal y con valores medios del orden de los 1600 mm a 2000 mm. El régimen de caudales se comporta en forma distintiva al resto de la cuenca del río Paraná, teniendo los máximos valores en invierno-primavera, aproximadamente entre los meses de mayo a noviembre, con dos picos importantes, uno en el mes de julio y otro en el mes de noviembre.

El río Iguazú posee cuatro embalses de más de 1 km³ de capacidad destinados exclusivamente a la generación de energía eléctrica, Foz de Areia, Salto Osorio, Salto Santiago y Capanema. Debido a que el objetivo del presente trabajo es focalizar el análisis en la ocurrencia y el comportamiento de caudales medios máximos mensuales y/o estacionales, las obras hidroeléctricas mencionadas anteriormente, no provocan alteraciones al régimen de caudales con paso mensual, estacional o anual por su escasa capacidad de regulación, lo que las convierte en centrales de paso. Para las cuatro estaciones se cuenta con registros de caudales medios mensuales desde el año 1932 hasta el año 1990. A los efectos de analizar la aleatoriedad de las series, se estudió el comportamiento de los caudales a lo largo de la serie de registros en sus valores medios mensuales y medios anuales. Se pudo observar un comportamiento similar a nivel anual de los cuatro puntos considerados.

Teniendo en cuenta que los caudales observados en Capanema son representativos del comportamiento de toda la cuenca, se los utilizó para analizar las relaciones con las temperaturas de la superficie del mar (TSM) en el Océano Pacífico Ecuatorial y el Índice de Oscilación del Sur (IOS).

El análisis de los caudales se centró en los meses considerados críticos para la ocurrencia de situaciones extremas. Así, se analizó el período del año que tiene mayores posibilidades de producir inundaciones, esto es el período comprendido entre los meses de mayo a noviembre.

Se relacionaron los caudales máximos del río Iguazú con los índices obtenidos en las tres regiones del Océano Pacífico Ecuatorial denominadas Niño1+2, Niño3 y Niño4, como así también el IOS. El período de análisis comprende los años 1949 a 1990. Los datos originales fueron convertidos en anomalías estandarizadas, removiéndose el ciclo anual de las series.

En las tablas 1 a 3 se puede observar los resultados obtenidos al aplicar el análisis de regresión lineal. Se muestran sólo los resultados obtenidos utilizando Niño3, ya que los otros predictores no arrojaron, en general, resultados que sean estadísticamente significativos.

Los mayores valores de correlación se obtuvieron para los meses de julio y noviembre. Cabe destacar a su vez que al agrupar los caudales en bimestres y trimestres se eliminó las altas frecuencias y se logró correlaciones más significativas. Estos resultados nos muestran una mejor situación para pronosticar aquellos meses con valores altos de caudales o en los que se dan los picos de las avenidas de la cuenca. En el mes de noviembre, las señales más fuertes se obtuvieron a partir de la segunda mitad del año.

También se aplicó el análisis de validación cruzada a aquellas series que a través del método de regresión lineal mostraron altos coeficientes de correlación y altos valores de significancia. De acuerdo con ello se analizó sólo aquellos resultados obtenidos con el predictor Niño3. En la Tabla 4 se puede observar los resultados obtenidos: Skill local igual a 61.90 para el bimestre Ago-Set, con una significancia de 0.99. Esto indica que a comienzos de octubre, es decir con los datos del bimestre agosto-septiembre, podríamos dar un pronóstico de los caudales del mes de noviembre. Estos pronósticos serían acertados en un 61.9% de los casos, mientras que la probabilidad de obtener el mismo resultado al azar sería menor o igual que 1%. Análogamente podemos decir que a comienzos de junio, es decir con 4 meses de anticipación, podríamos predecir los caudales de noviembre, los que serían acertados en el 47.62% de los casos.

En la Figura 1 se comparan los caudales observados en el mes de noviembre con los pronosticados a partir de los observaciones de la región Niño3 en el bimestre agosto-septiembre. Estos pronósticos son el resultado de la validación cruzada utilizando el modelo de regresión lineal aplicado al período 1949-1990.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con este análisis muestran que las TSM en la región Niño3 del Océano Pacífico ecuatorial se correlacionan muy significativamente con los caudales en la cuenca del río Iguazú. Las relaciones más significativas se obtienen entre los caudales del mes de noviembre y las TSM observadas hasta 3 meses antes. Esto permite utilizar las relaciones halladas para preparar pronósticos de caudales con un grado de acierto que supera ampliamente al azar.

En cambio, el análisis de validación cruzada aplicado a los caudales del mes de julio no muestra una señal importante a pesar de haberse encontrado un coeficiente de correlación significativo entre las observaciones y los predictores considerados.

Al graficar los caudales observados y los pronosticados mediante el análisis de validación cruzada, se evidencia que hacia el final de la serie, aproximadamente a partir del año 1973, se producen desfases entre ambos valores. Cabe recordar, que a partir de éste período y hasta la actualidad el sistema hidrológico de la Cuenca del Plata estaría atravesando un período muy húmedo que se traduciría en un cambio importante en el comportamiento de los caudales con respecto a la primera parte de la serie considerada. Esta situación podría estar produciendo ciertos ruidos en los estimadores muestrales obtenidos para todo el período de análisis y provocaría que al estimar los últimos años no se verifique el acomodamiento observado en los primeros.

La no consideración del IOS como predictor en este primer análisis no significa que no sea tenido en cuenta en posteriores estudios. Este índice presenta la mayor variabilidad a nivel mensual, motivo por el cual se recomienda promediario durante varios meses ya que de esta forma se logra suavizar la variabilidad mencionada.

Tabla 1.- Coeficientes de correlación entre las anomalías de caudales medios mensuales y las temperaturas en la región Niño3.

Anomalías de Caudales	Temperaturas en la región Niño3									
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
May	0.01	0.35	0.38	0.48						
Jun	0.05	0.22	0.25	0.26	0.10					
Jul	0.28	0.49	0.48	0.47	0.38	0.45				
Ago	0.26	0.00	0.16	0.16	0.21	0.25	0.26			
Set	0.23	0.06	0.19	0.15	0.19	0.25	0.28	0.24		
Oct	0.32	0.24	0.26	0.29	0.26	0.34	0.27	0.24	0.33	
Nov	0.62	0.15	0.22	0.26	0.35	0.45	0.45	0.40	0.46	0.55

Tabla 2.- Coeficientes de correlación entre las anomalías de caudales medios bimestrales y las temperaturas en la región Niño3.

Anomalías de Caudales	Temperaturas en la región Niño3									
	EF	FM	MA	AM	MJ	JJ	JA	AS	SO	
May	0.38	0.45	0.39							
Jun	0.24	0.26	0.20	0.14						
Jul	0.50	0.49	0.47	0.43	0.45					
Ago	0.08	0.16	0.20	0.24	0.26	0.26				
Set	0.13	0.17	0.19	0.24	0.28	0.27	0.27			
Oct	0.25	0.28	0.31	0.32	0.31	0.27	0.29	0.33		
Nov	0.19	0.25	0.34	0.42	0.47	0.44	0.44	0.52	0.57	

Tabla 3.- Coeficientes de correlación entre las anomalías de caudales medios trimestrales y las temperaturas en la región Niño3.

Anomalías de Caudales	Temperaturas en la región Niño3							
	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO
May	0.43	0.41						
Jun	0.26	0.23	0.20					
Jul	0.51	0.50	0.48	0.45				
Ago	0.11	0.20	0.23	0.26	0.27			
Set	0.14	0.20	0.22	0.26	0.28	0.28		
Oct	0.22	0.30	0.33	0.32	0.30	0.30	0.31	
Nov	0.22	0.31	0.39	0.45	0.47	0.46	0.49	0.55

Tabla 4a.- Resultados de la validación cruzada al predecir los caudales medios mensuales de julio utilizando las temperaturas de la región Niño3 en diferentes bimestres

	Caudales Observados		Caudales Calculados		
	Coef. Correlación.	Fo	Coef. Correlación	Acierto	Significancia
Ene-Feb	0.50	13.07	0.06	30.95	0.44
Feb-Mar	0.49	12.92	0.04	28.57	0.32
Mar-Abr	0.47	11.22	0.01	35.71	0.69
Abr-May	0.43	9.24	0.03	35.71	0.69

Tabla 4b.- Resultados de la validación cruzada al predecir los caudales medios mensuales de noviembre utilizando las temperaturas de la región Niño3 en diferentes bimestres

	Caudales Observados		Caudales Calculados		
	Coef. Correlación	F0	Coef. Correlación	Acierto	Significancia
Abr-May	0.42	8.58	0.32	52.38	0.99
May-Jun	0.47	11.13	0.37	47.62	0.98
Jun-Jul	0.44	9.83	0.36	47.62	0.98
Jul-Ago	0.44	9.52	0.34	50.00	0.99
Ago-Set	0.52	15.16	0.41	61.90	0.99
Set-Oct	0.57	18.94	0.44	54.76	0.99

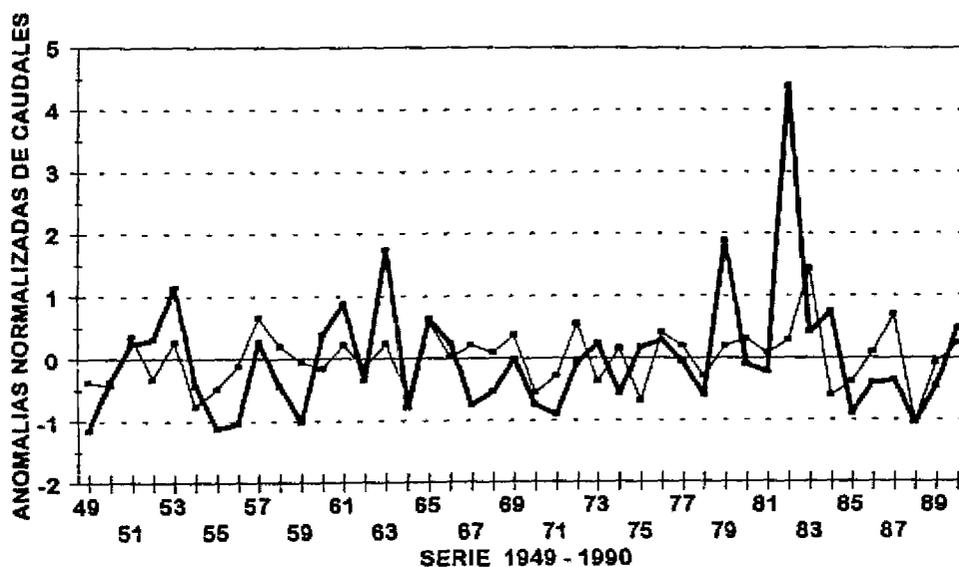


Figura 1.- Resultado de la validación cruzada aplicando el modelo de regresión lineal a los datos del período 1949-1990. La línea gruesa representa los caudales del mes de noviembre. La línea fina representa los caudales pronosticados para el mes de noviembre a partir de las observaciones de las TSM en la región Niño3 durante el bimestre agosto-septiembre.

RELACION ENTRE LA VARIABILIDAD DE CAUDALES EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA Y LOS INDICADORES DEL ENOS

Maria C. MOYANO
Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica
Buenos Aires, Argentina

Se realiza un análisis exploratorio entre las temperaturas de la superficie del mar (TSM) en el Océano Pacífico de la región denominada Niño3 y las anomalías de caudales y de precipitación en la zona deprimida del Río Salado, dada la vinculación entre las anomalías de temperatura en el Pacífico y los fenómenos hidrológicos en la Pampa Húmeda de la Argentina. En el análisis se busca representar una zona de 91.505 km² conocida como la Cuenca del Río Salado cuya actividad principal es la ganadería en un 90% y en grado menor se cultiva trigo, maíz y soja.

La característica principal del terreno es la baja pendiente, extendiéndose desde la cota 86 m sobre el nivel del mar (sur de Santa Fe) hasta cota cero en la desembocadura en el Río de La Plata. La pendiente media en la cuenca alta alcanza 25m/km y en la parte media y baja es 0.14 m/km. Estas características dificultan el escurrimiento quedando el agua precipitada retenida en las depresiones del terreno con un coeficiente de escurrimiento aproximado de 0.10. La sección en Guerrero fue elegida por la longitud de sus registros (1932-89) y por la proximidad a la desembocadura. Las estaciones meteorológicas consideradas tenían registros variables entre 1888 y 1990.

La interacción entre el océano y la atmósfera tropical en el Pacífico da origen a una oscilación irregular del sistema entre dos fases: la fase cálida (El Niño) y la fase fría (La Niña). En la Argentina se asocia el efecto principal de la fase cálida con un aumento de la precipitación en el Noreste del país. Los índices que se emplean son las temperaturas del mar en regiones ecuatoriales del Océano Pacífico, por ejemplo Niño3 y el llamado índice de oscilación del Sur (IOS) que es positivo para eventos fríos y negativo para eventos cálidos.

En la Figura 1 se observan los valores anuales de las anomalías de TSM en la región Niño3 y de los caudales en la estación Guerrero. Se observa que los extremos se encuentran en fase con las anomalías excepto para las grandes inundaciones. Se aprecia bien la relación existente entre las señales aunque no siempre es tan directa. Por ejemplo en el año 1980-81 las anomalías positivas de caudales exceden cinco veces el desvío estándar y esto no se refleja en la misma magnitud en las anomalías de meses anteriores del Niño3. Otro caso sin buena correspondencia es el episodio cálido de 1982-83 que ha sido el más intenso registrado a nivel de anomalías de presión y temperatura, sin embargo su efecto sobre los caudales en esta cuenca de la Provincia de Buenos Aires no fue tan intenso.

La relación observada entre variables oceánicas e hidrológicas permite desarrollar regresiones lineales entre caudales o lluvias y variables remotas indicadores del fenómeno ENOS. Se ha empleado el programa CLIMLAB, desarrollado por el International Research Institute for Climate Prediction, Lamont Doherty Earth Observatory of Columbia University.

El modelo estadístico empleado es una regresión lineal simple. La variable independiente o predictor es la TSM en la región Niño3 del Océano Pacífico, mientras que la variable dependiente o predictando es el caudal en la estación Guerrero. Se ha elegido el Niño3 por ser una de las variables que se usan en los modelos físicos de predicción y que está disponible en los boletines de diagnóstico climático.

CONCLUSIONES

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los modelos de regresión empleados para la predicción de los caudales mensuales en la estación Guerrero en base a la temperatura del Niño3. Esta Tabla incluye el grado de ajuste de la regresión (coeficiente de correlación), el nivel de significancia (F), la ordenada y pendiente de la ecuación lineal. La relación entre el caudal y la TSM del Niño3 es directa.

La relación entre las anomalías de las variables hidrológicas en la zona deprimida del Río Salado y las TSM en el Niño3 es estadísticamente significativa. El mejor ajuste se logra al predecir la precipitación media de la cuenca con un mes de anticipación. Se observa una disminución en la bondad del ajuste al predecir las lluvias de primavera en base a las TSM en otoño previo. La predicción de los caudales en función del Niño3 resulta menos acertado que la predicción de la precipitación en la cuenca. Es importante mencionar que se observa una definida tendencia en la cuenca hacia un estado más húmedo, a partir de los años 80 cuando el Océano Pacífico está en la fase cálida y la oscilación del Sur es negativa. La fase fría va acompañada de menores caudales. Dada la fuerte tendencia de la precipitación en la región, particularmente a partir de los años 80, se piensa analizar la variabilidad eliminando la tendencia de las series. A largo plazo se estima conveniente relacionar los excesos y deficit hídricos con la ocurrencia de episodios cálidos y fríos incluyendo el índice de oscilación del Sur.

Tabla 1.- Análisis exploratorio entre variables remotas y series hidrológicas en la cuenca del Río Salado en la Provincia de Buenos Aires. TSM representa las temperaturas en la región Niño3, PP representa la precipitación media en la cuenca y Q el caudal en la estación Guerrero.

Meses		Coeficientes de la Regresión Lineal				
		Rezago	(r)	(F)	Pendiente	Ordenada
TSM Precipitaciones						
Octubre	Noviembre	1	.46	11.86	-7026	326
Octubre	Diciembre	2	.28	3.75	-258	144
Mayo	Octubre	5	.31	4.65	-4273	192
Abril	Noviembre	7	.20	1.82	-4121	191
TSM Caudales						
Febrero	Setiembre	7	.26	2.88	-726	33.8

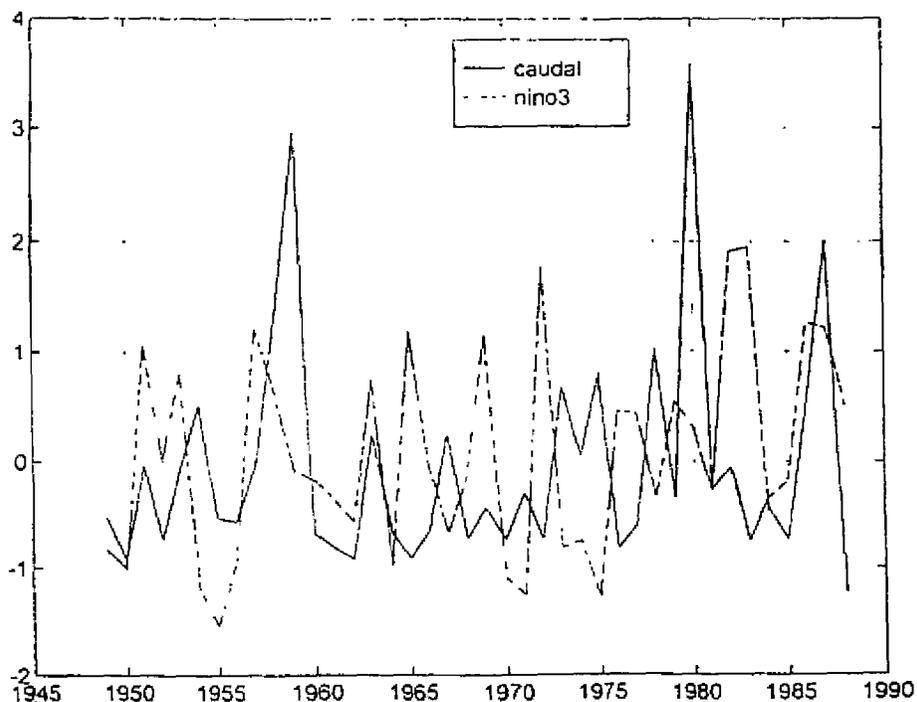


Figura 1.- Anomalías anuales de las temperaturas del Océano Pacífico en la región Niño3 (línea punteada) y de los caudales en la estación Guerrero de la cuenca del Río Salado (línea llena) en la Provincia de Buenos Aires.