



El Niño y los caudales en la vertiente del Titicaca.

El Niño and the discharge in the Titicaca Lake watershed.

HÉCTOR VERA ARÉVALO ¹

¹ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENAMHI, Casilla 11 1308, Lima 11, Perú.

hvera@senamhi.gob.pe

Resumen

En el presente estudio, se evalúa el comportamiento del régimen hídrico en la vertiente del Titicaca durante la ocurrencia del fenómeno El Niño, teniendo como base la información de caudales medios mensuales de las estaciones hidrológicas ubicadas en los ríos: Ramis, Huancané, Ilave y Coata, así como información de niveles mensuales de la estación ENAFER que registra la variabilidad de los niveles del lago Titicaca, durante el período 1959–2006 durante el cual se presentaron diez eventos.

Los ríos antes mencionados, se ubican en territorio Peruano y, en conjunto aportan el 96% del recurso hídrico al lago Titicaca, asimismo el lago, presenta una superficie y tirante variable a lo largo del año, que depende del aporte de los ríos, intensidad de las lluvias y evaporación, alcanzando mayores dimensiones en los meses de abril a mayo y las menores en noviembre o diciembre.

En el análisis se ha establecido, que ante la ocurrencia del fenómeno El Niño o evento ENSO, los caudales medios anuales de los ríos de la vertiente tienen un comportamiento predominantemente deficitario, sin embargo los niveles mensuales del lago presentan características diferentes, esto debido a que el lago que actúa como un reservorio natural y que depende también de los aportes de los años anteriores, además que este se encuentra regulado por el río Desaguadero. El evento más severo en términos deficitarios fue el ocurrido en 1982/83, donde la anomalía fue del orden del 50% en la región. Asimismo al aplicar el test no paramétrico de Mann-Kendal a los valores anuales de caudales estos resultan no significativos, lo que indicaría que no existe un relación unívoca o dependencia entre fenómeno El Niño y la respuesta de los caudales.

Palabras claves: ENSO; Régimen hídrico; Año hidrológico.

Abstract

In this study the behavior of water regimen in the Titicaca Lake watershed is analyzed during the occurrence of El Niño events, on the basis of the average monthly discharge data from hydrological stations located in the Ramis, Huancané, Ilave and Coata rivers, as well as information of the monthly levels from the ENAFER station, where the variability in the water level of the Titicaca Lake was registered for the period 1959-2006. During this period ten El Niño events occurred.

The considered rivers are all located at the Peruvian territory and contribute together 96% of water resources to the Titicaca Lake. Likewise, the lake presents variable surface and water depth in the course of the year that depends on the inflow of these rivers as well as on the intensity of the rainfall and evaporation, reaching its largest extent from April to May and the smallest in November or December.

The results of the analysis demonstrate that during the occurrence of El Niño event the annual mean fluvial discharge in the watershed tends to decrease. However, monthly lake level shows different characteristics, because the lake acts as a natural reservoir and it also depends on the inflow of previous years. Moreover, it is regulated by the Desaguadero River. The most severe event in terms of water deficit was the one occurred in 1982/83, during which the negative anomaly in this region reached 50%. Applying the nonparametric Mann-Kendal test to the annual values of the discharge, they prove to be not significant, indicating that there is no clear relationship or dependency between El Niño and the response of discharge.

Keywords: ENSO; Water regime; hydrological year.

INTRODUCCION

El recurso agua en forma natural no siempre se encuentra disponible en el lugar, tiempo y cantidad que se requiere, generando frecuentemente situaciones de déficit o superávits, las cuales se tornan extremas cuando ocurren fenómenos climáticos con el fenómeno El Niño (SENAMHI, 1999).

El fenómeno El Niño o también denominado evento ENSO, que tiene su origen en la interacción océano – atmósfera, que manifiesta sus efectos en el continente, alterando el régimen de precipitaciones y por lo tanto el régimen de caudales de los ríos, incrementándolos significativamente en unos y generando fuertes déficits en otros, en el caso de Perú esta se asocia con torrenciales lluvias e inundaciones en la costa norte y deficiencias de precipitaciones en la sierra sur (Senamhi, 1999) y, el Altiplano es afectado con sequías en diferentes regiones (Maldonado, 2000) .

Los impactos que ocasionó el fenómeno El Niño 1982/83 incrementó notablemente el interés en la comunidad científica internacional por investigar este fenómeno.

En el Simposio Internacional Paleo ENOS (OSTROM, 1992) se establece que desde el siglo XIX se comenzó a identificar el fenómeno “El Niño” en la región de Paita al norte del Perú, sin embargo las características de los eventos actuales difieren significativamente de los de siglos pasados, debido en parte a la acumulación de la nieve la cual revela una disminución sustancial (alrededor del 20%) en relación a los últimos eventos ocurridos en el Pacífico ecuatorial (Thompson L., 1989)

No existe estadística de la ocurrencia del fenómeno “El Niño” durante la época prehispánica; pero existe testimonios que informan que en 1578 torrenciales lluvias inundan la ciudad de Lambayeque, dividiendo la ciudad en dos partes y arrasando el íntegro de sus cultivos, asimismo se tiene referencias de episodios severos en los años: 1728, 1791, 1828, 1877-78 y 1891 (Quinn & Antúnez de Mayolo, 1987).

Eguiguren (1894) hace mención que en los años: 1791, 1804, 1828, 1845, 1864, 1871, 1878, 1884 y 1891 se registran eventos con calentamiento y lluvias excesivas en la costa

norte del Perú.

Otros años donde ocurrieron un calentamiento no tan riguroso son: 1803, 1817, 1817, 1821, 1824, 1832, 1837, 1844, 1846, 1850, 1852, 1854, 1857, 1862, 1868, 1880, 1887-88 (SENAMHI, 1999).

Asimismo en el siglo pasado el fenómeno “El Niño” se ha presentado en: 1906-08, 1911, 1925.26, 1929, 1932, 1939-41, 1943, 1951, 1953, 1957, 1965, 1969, 1972-73, 1976-77, 1982-83, 1986-87, 1991-1992 y 1997-98 (SENAMHI, 1999), otras publicaciones dan como niños moderados los eventos ocurridos en los años 2002/03 y 2004/05.

Al respecto en el presente trabajo se busca establecer que relación existe entre los últimos diez eventos del fenómeno El Niño y el comportamiento de los caudales de los principales ríos de la vertiente del lago Titicaca

AREA DE ESTUDIO

La zona de estudio, corresponde a la vertiente del lago Titicaca, la cual ocupa un área total de 61 102 km², de los cuales 48 775 km² se encuentran en territorio peruano, incluyendo la porción correspondiente al lago.

Esta cuenca endorreica, sin salida al mar, en territorio peruano se ubica aproximadamente entre los 15°07' y 16°15' de latitud sur y 68°35' y 70°08' de longitud oeste. Y en territorio boliviano llega hasta los 17°20' de latitud sur y 71°10' de longitud oeste.

El lago tiene un largo de 176 km y 50 km de ancho, su área es de 8 300 km² de los cuales 4 996 km² corresponden al Perú y 3 304 km² a Bolivia. El lago en conjunto consiste de tres partes importantes: El lago grande, la bahía de Puno y el lago pequeño hacia el sureste de Yunguyo. El lago Titicaca es una gran masa de agua, que ocupa una depresión en el extremo norte de la meseta del Collao, es el lago navegable más alto del mundo y el volumen de agua promedio es de 932, 000 MMC, de los que aproximadamente el 3% se renueva cada año.

La vertiente tiene forma elipsoidal, en la parte peruana posee dos zonas importantes, la de nacientes (tributarios), con aporte

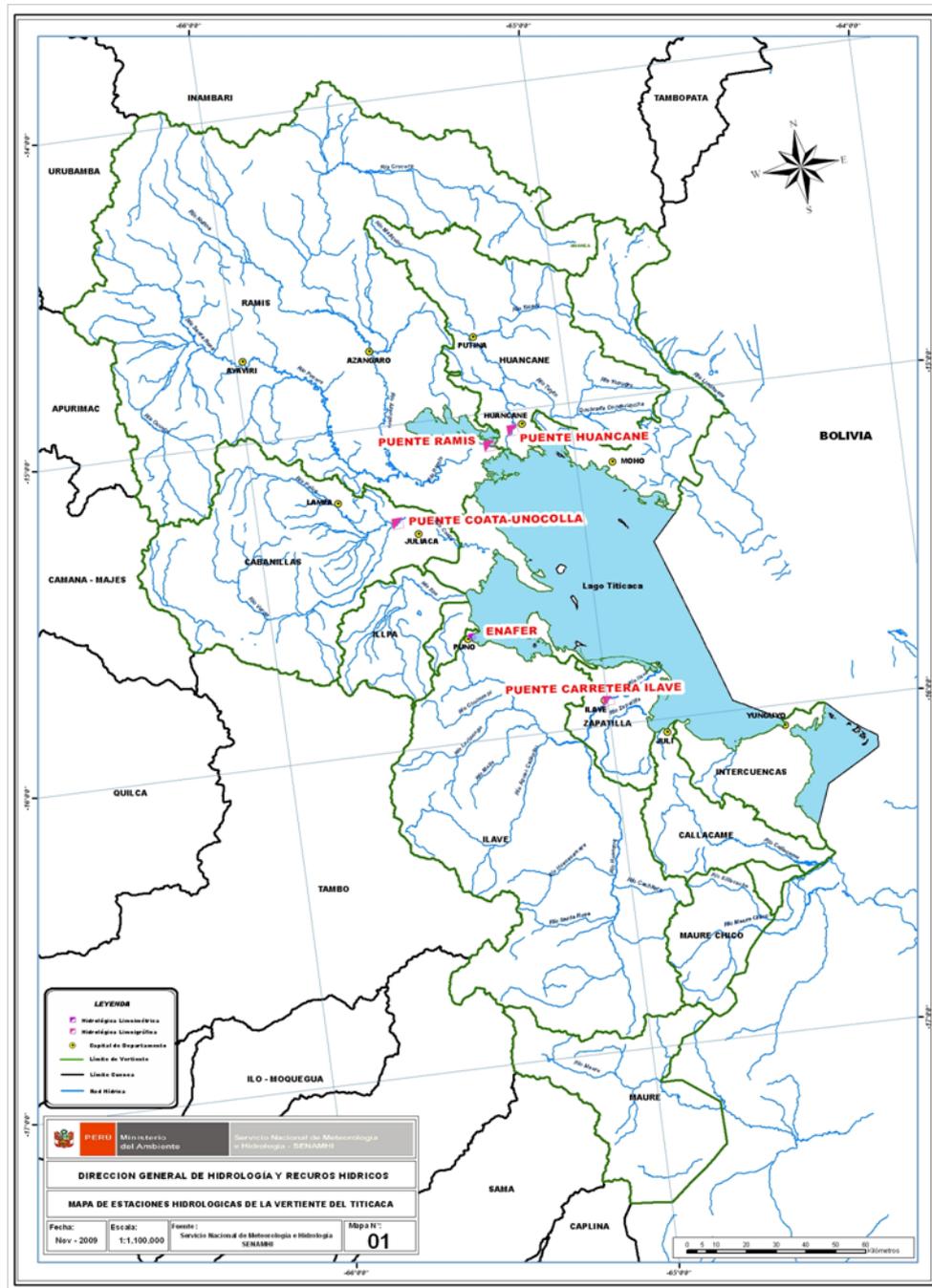


Fig. 1. Ubicación de estaciones hidrométricas.

medio anual de 150,0 m³/s y la zona del lago con una lluvia media anual de 710 mm/año. El relieve de las cuencas, es variable pudiendo establecerse dos zonas: una alta, en la cual la hoya hidrográfica escarpada, de fondo profundo y quebrado con pendiente relativamente fuerte, y otra baja en la cual la hoya es plana poco escarpada alargada y de desnivel gradual, pero de cauce ancho y profundo. El discurrir de la mayoría de los

ríos es muy sinuoso en su parte alta y radial en la parte baja.

En la Fig. 1, se muestra el área de influencia de la vertiente, así como la ubicación de las estaciones hidrométricas, cuya coordenadas geográficas se muestran en la Tabla 1.

METODOLOGIA

Para el análisis se utilizó información (caudal y niveles de agua) a nivel mensual, la

Tabla 1. Estaciones Hidrometricas

Río	Estación	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud (m.s.n.m.)
Ramis	Puente Carretera – Ramis	15.25	69.87	3850
Ilave	Puente Carretera – Ilave	16.09	69.63	3850
Coata	Puente Unocolla –Coata	15.45	70.18	3835
Huancané	Puente Carretera – Huancane	15.20	69.78	3860
Lago	Muelle Enafer	15.83	70.02	3808

cual ha sido recopilada del Banco Nacional de Datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI y corresponde al período 1963 – 2005.

Se utilizó series históricas de caudales de los ríos (Ramis, Coata, Ilave y Huancané), así como de niveles del agua del lago Titicaca, que se ordenaron en año hidrológico (setiembre – agosto), seguidamente se ha seleccionado la información anual de los años niños, teniendo como fuente los estudios de: SENAMHI, 1999 y Lavado W. 2008.

El análisis de caudales y niveles se realiza en forma puntual (estación), donde los valores mensuales de cada año (Niño) y para cada una de las cuencas en estudio se plotearon, con la finalidad de observar la variabilidad y su comportamiento mes a mes en relación al promedio histórico de la serie. Asimismo se evalúa el caudal medio anual, trazando una línea de tendencia, que indique el comportamiento de los caudales durante un evento Niño.

METODOLOGIA

Para el análisis se utilizó información (caudal y niveles de agua) a nivel mensual, la cual ha sido recopilada del Banco Nacional de Datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI y corresponde al período 1963 – 2005.

Se utilizó series históricas de caudales de los ríos (Ramis, Coata, Ilave y Huancané), así como de niveles del agua del lago Titicaca, que se ordenaron en año hidrológico (setiembre – agosto), seguidamente se ha seleccionado la información anual de los años niños, teniendo como fuente los estudios de: SENAMHI, 1999 y Lavado W. 2008.

El análisis de caudales y niveles se realiza en forma puntual (estación), donde los valores

mensuales de cada año (Niño) y para cada una de las cuencas en estudio se plotearon, con la finalidad de observar la variabilidad y su comportamiento mes a mes en relación al promedio histórico de la serie. Asimismo se evalúa el caudal medio anual, trazando una línea de tendencia, que indique el comportamiento de los caudales durante un evento Niño.

Al valores anuales se le aplica el test no paramétrico de Mann-Kendall, para conocer el nivel de significancia al 95% y 99%, con la finalidad de poder observar la dependencia o relación existente entre el fenómeno El Niño y la respuesta de los caudales de los ríos de la vertiente del Titicaca.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los principales ríos (Ramis, Coata, Ilave y Huancané), que aportan sus aguas al lago Titicaca, registra un comportamiento variable en su régimen, tal como se muestra en la Tabla 2, donde se aprecia que el río Ramis es el más caudaloso y el Huancané es el que menor caudal aporta.

Tabla 2. Caudales Característicos (m^3/s) (Período 1960 – 2006)

Río	Q mínimo	Q medio	Q máximo
Ramis	32.4	75.7	116.2
Ilave	4.9	35.8	98.2
Coata	2.3	37.1	77.7
Huancané	4.8	18.4	39.5

• Cuenca del río Ramis

En la Fig. 1, se observa que durante la ocurrencia del fenómeno El Niño 1964/65 y 1972/73, los caudales medios mensuales han presentado en ambos casos valores y comportamiento similar; el caudal máximo medio mensual para El Niño 64/65 y 72/73 fue de $273,4 m^3/s$ valor ocurrido en marzo de

1965 y 1973, respectivamente. En esta cuenca se puede decir que los años hidrológicos 1964/65 y 1972/73 han presentado características de un año húmedo. Resalta también el fenómeno El Niño 1976/77, donde el caudal máximo medio mensual fue de 317,4 m³/s, ocurrido en marzo/77, en este año el período de avenidas fue de tan solo tres meses (enero- marzo/77). La característica de año hidrológico en la cuenca fue la de un año normal.

En el fenómeno El Niño 1986/87 resalta la ocurrencia del caudal máximo medio mensual el cual ocurrió en enero/87 con un valor de 183,2 m³/s. Debido al aporte de agua a la cuenca el año hidrológico tuvo características de un año seco.

De los Niños analizados los menores caudales se registraron durante el fenómeno El Niño 1982/83, donde el caudal máximo medio mensual fue de 99,7 m³/s ocurrido en febrero/83. El año hidrológico tuvo características de un año seco y donde el caudal promedio anual fue de 35,4 m³/s.

El evento del año 2002/03, tuvo una característica de un año húmedo donde la vertiente experimento un superávit del 53%, sin embargo el evento del 2004/05 se presento como un año seco don un déficit del 25%.

En la Figura 2, se muestra la variabilidad mensual de los caudales durante la presencia del fenómeno El Niño. Asimismo se observa en la Figura 3, que durante un evento El Niño, en esta cuenca predominan los años secos.

En la Figura 3, se muestra el caudal medio anual (caudal niño) y la línea de Tendencia lineal de los caudales anuales durante un evento El Niño (lineal), donde se observa que, aparentemente los caudales anuales en eventos El Niño, presentan una tendencia ascendente, esto se debe a que el caudal del año 2002/03 es de 116,5 m³/s, un valor superior en 40% al caudal promedio del período evaluado, si extraemos este valor, la Tendencia es de carácter descendente, es decir los caudales ante un evento como El Niño presentan una tendencia decreciente.

• Cuenca del río llave

En está cuenca el fenómeno del Niño 1964/65 tuvo características diferentes al Niño 1972/73, donde su máximo caudal medio mensual fue de 41,05 m³/s ocurrido en febrero/65, la característica fue de un año seco.

Sin embargo durante la ocurrencia del fenómeno El Niño 1972/73, el régimen hídrico tuvo características de un año húmedo, aportando un caudal máximo medio mensual de 179,4 m³/s ocurrido en febrero/73.

El régimen hídrico en la cuenca durante el fenómeno El Niño 1976/77, tuvo características de un año normal, alcanzando un caudal máximo medio mensual de 143,4 m³/s ocurrido en marzo/77.

El comportamiento del régimen hídrico de la cuenca durante el fenómeno El Niño 1986/87 tuvo características de un año seco, aportando en enero/87 un caudal máximo medio mensual de 243,05 m³/s.

Los menores aportes de caudales ocurrieron durante el fenómeno El Niño 1982/83, donde el máximo caudal medio mensual fue de 10,5 m³/s ocurrido en febrero/83. El año hidrológico tuvo un caudal promedio anual de 7,4 m³/s y la característica de un año seco. Los eventos del 2002/063 y 2004/05, en la cuenca tuvieron las características de años secos con déficit del 41% y 56%, respectivamente.

En la Figura 4, se muestra la variabilidad mensual de los caudales durante la presencia del fenómeno El Niño. En la Figura 5, se observa que durante los eventos de 1972/73 y 1986/87, se obtuvieron caudal superiores a sus promedios históricos, sin embargo predominan los años secos.

En la Figura 4, se observa que los caudales anuales (caudal Niño) durante los eventos El Niño, presenta una tendencia (lineal caudal Niño) decreciente.

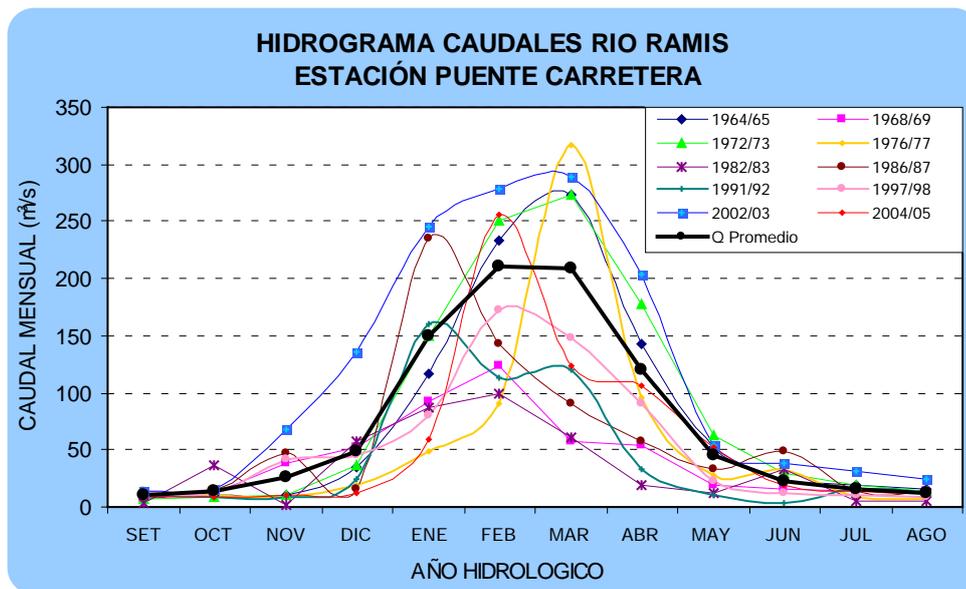


Fig. 2. Hidrograma caudales río Ramis – Estación Puente Carretera

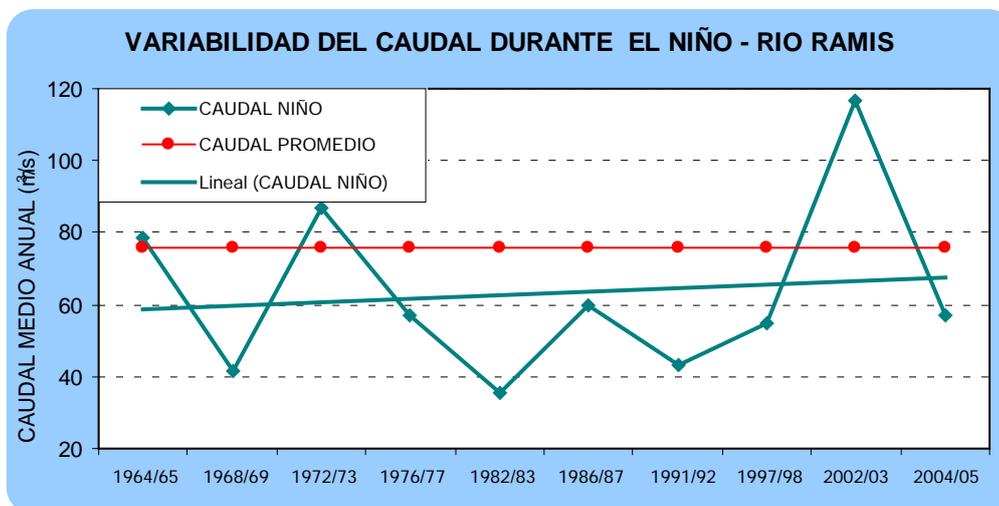


Fig. 3. Variabilidad del caudal durante Fenómeno El Niño – río Ramis

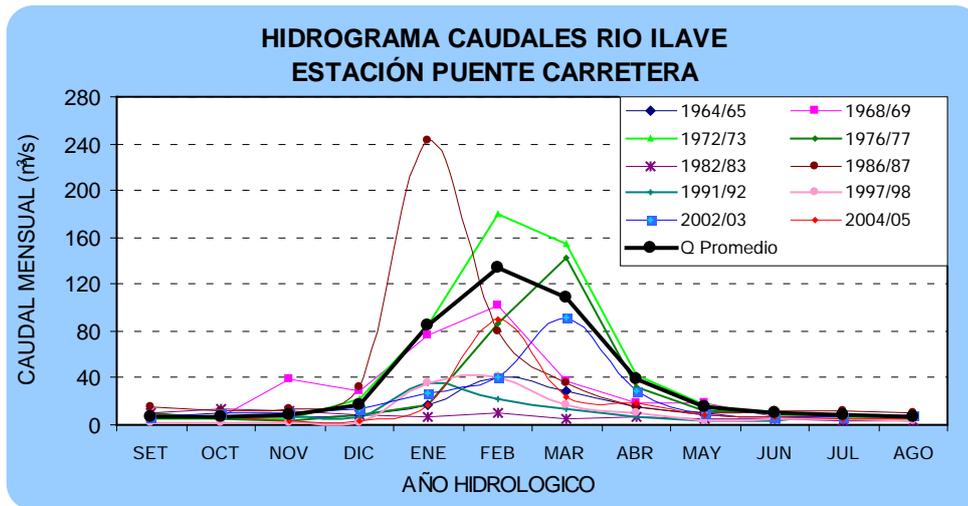


Fig. 4. Hidrograma caudales río Ilave – Estación Puente Carretera

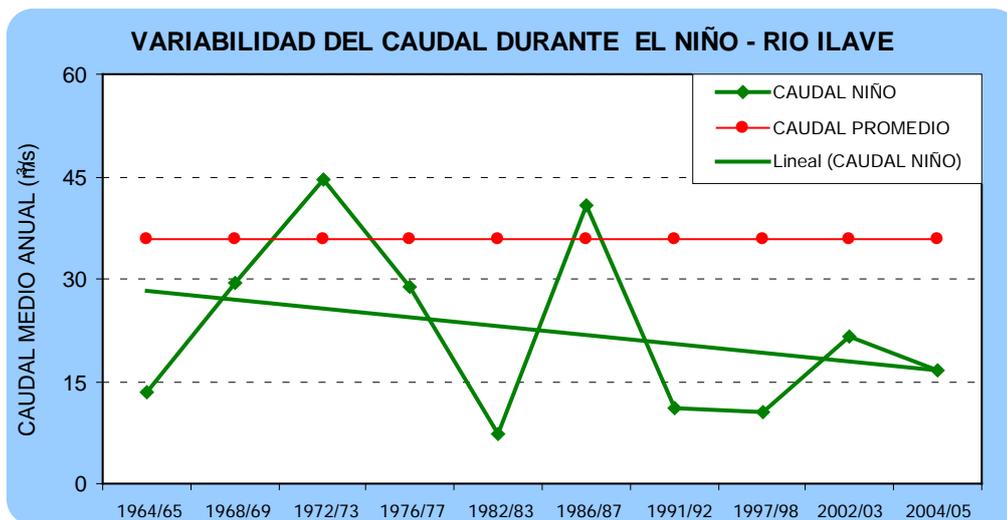


Fig. 5. Variabilidad del caudal durante Fenómeno El Niño río Ilave

• **Cuenca del río Coata**

En esta cuenca resaltan los Niños ocurridos en los años 1972/73, 1976/7 y 1991/92, los cuales han presentado características diferentes.

Durante el fenómeno El Niño 1972/73 el período de avenidas se inicio en a partir de la segunda quincena de noviembre/72 prolongándose hasta la primera quincena de abril/73. Su máximo caudal medio mensual fue de 213,7 m³/s ocurrido en febrero/73. Este año hidrológico tuvo características de un año húmedo.

En el Niño 1976/77, el período de avenidas se inicio en la segunda quincena de diciembre/76 prolongándose hasta la segunda quincena de marzo/77. Su máximo caudal medio mensual fue de 253,7 m³/s ocurrido en marzo/77. El año Hidrológico tuvo características de un año normal.

El menor aporte de caudales ocurrió durante El Niño 1991/92, donde el caudal máximo medio mensual fue de 8,1m³/s ocurrido en enero/92 y, el caudal medio anual de 2,5 m³/s, la características fue de un año seco.

En el evento del 2002/03, los caudales

se presentaron deficitarios al inicio del período de avenidas (enero – febrero), los cuales se recuperaron en los meses siguientes, alcanzando valores similares o ligeramente superiores meses siguientes, que al evaluar el año se presenta como un año normal.

El evento del 2004/05, se presentó con un déficit del 39%, todos los meses del año se presentaron con deficiencias a excepción del febrero

En la Figura 6, se muestra la variabilidad mensual de los caudales durante la presencia del fenómeno El Niño y; en la Figura 6, se observa que durante un evento El Niño, en esta cuenca predominan los años secos a excepción de los eventos del 1972/73 y 1986/87, que se presentaron como años húmedos.

En la Figura 7, se observa que los caudales anuales presentan similar comportamiento que el ocurrido en la cuenca del río Ramis, donde el valor anual del año 2002/03 incrementa la tendencia (Lineal caudal Niño), sin embargo al extraer este valor, los caudales anuales presentan una tendencia decreciente.

• Cuenca del río Huancané

En esta cuenca los Niños 1964/65 y 1972/73 han presentado características similares, el primero de ellos alcanzó aporte en febrero/73 un caudal máximo medio mensual de 73,5 m³/s y el segundo 56,0 m³/s en el mismo mes de 1973. Los años hidrológicos en ambos casos han tenido características de año húmedo.

Durante el fenómeno El Niño 1976/77, el comportamiento del régimen hídrico ha sido la de un año normal, donde los caudales medios diarios se incrementaron a partir de la segunda quincena de diciembre/76, alcanzando en marzo/77 un caudal máximo medio de 68,2 m³/s.

Los caudales medios diarios durante el fenómeno El Niño 1986/87 tuvieron un incremento adelantado, dicho incremento se inició en noviembre/86, alcanzando en enero/87 su mayor aporte medio mensual

cuyo valor fue de 71,2 m³/s.

El período de avenidas estuvo comprendido entre los meses de noviembre/86 a marzo/87; pero el comportamiento del régimen hídrico a nivel anual en la cuenca durante el fenómeno El Niño 1986/87, ha tenido las características de un año normal.

En esta cuenca los menores aportes han ocurrido durante el año hidrológico 1997/98, donde el mayor aporte de caudal medio mensual fue de 31,9 m³/s ocurrido en marzo/98 y el caudal medio anual fue de 9,8 m³/s y el año tuvo características de un año seco.

El evento del 2002/03, se presentó en esta cuenca como un año húmedo, con un superávit del 91%. Sin embargo el evento del 2004/05, presentó un déficit del 30% y la característica fue de un año seco.

En la Figura 8, se muestra la variabilidad mensual de los caudales durante la presencia del fenómeno El Niño y; en la Figura 9, se observa que durante un evento El Niño, en esta cuenca predominan los años secos a excepción de los eventos del 1972/73 y 2002/03, que se presentaron como años húmedos.

En la Figura 9, se observa que los caudales anuales durante una evento El Niño (caudal Niño), presentan una tendencia decreciente (Lineal caudal Niño).

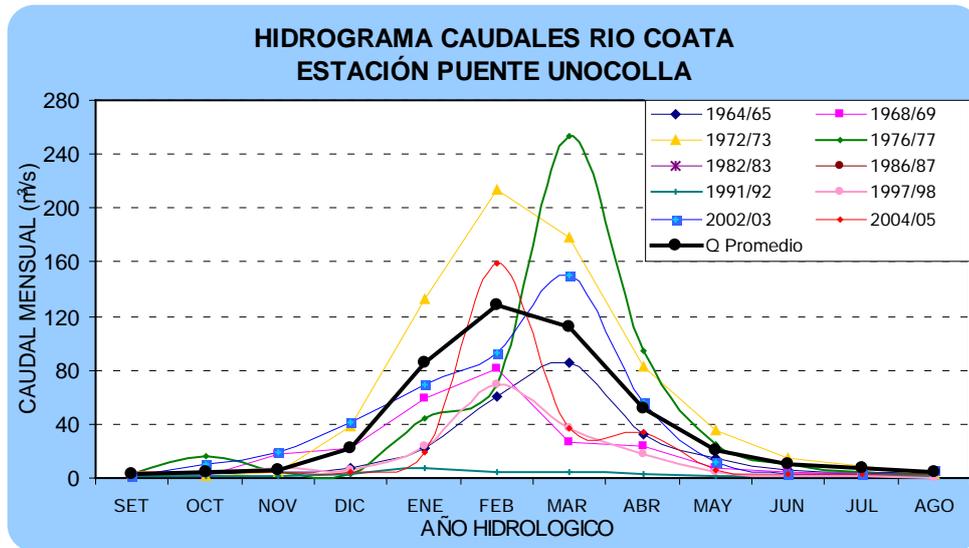


Fig. 6. Hidrograma caudales río Coata – Estación Puente Unocolla

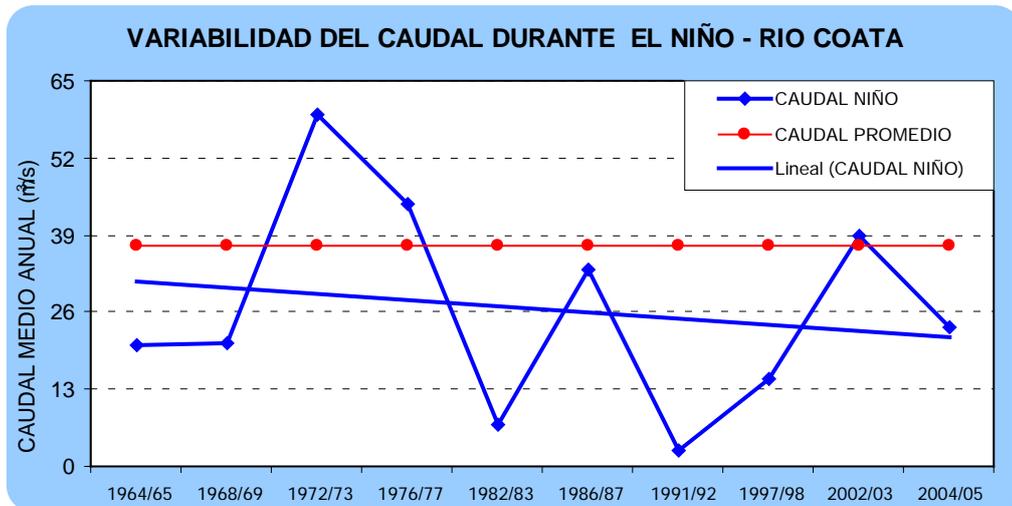


Fig. 7. Variabilidad del caudal durante Fenómeno El Niño río Coata

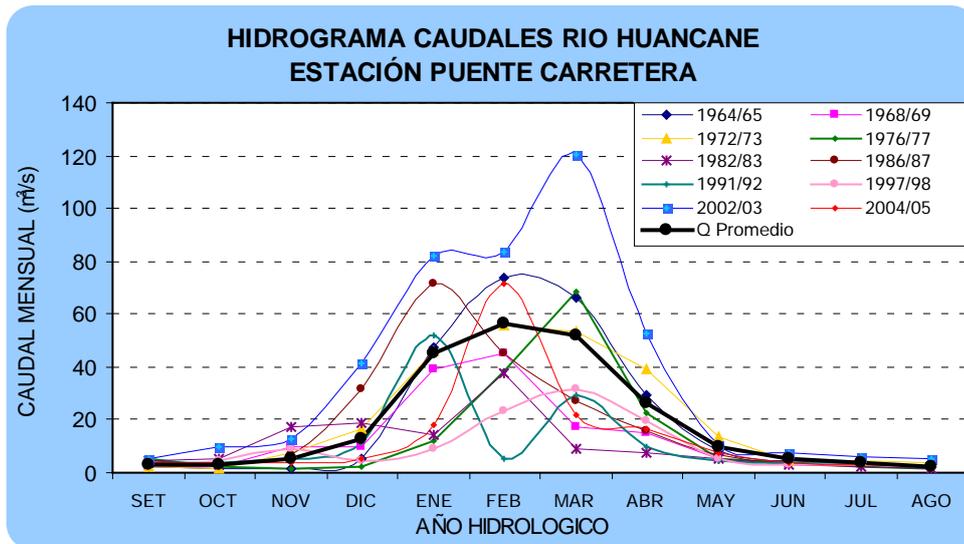


Fig. 8. Hidrograma caudales río Huancané – Estación Puente Carretera.

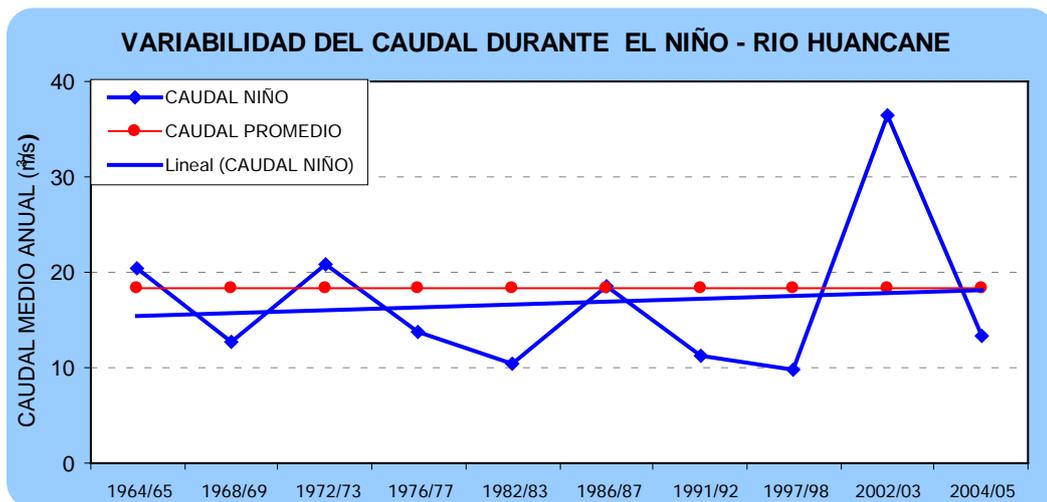


Fig. 9. Variabilidad del caudal durante Fenómeno El Niño río Huancané.

• **Niveles del Lago Titicaca**

El análisis se ha realizado con información de la estación Muelle ENAFER, cuya cota de referencia es de 3 800 msnm. En la Figura 10, se muestra la variabilidad de los niveles del lago, durante el período 1915 – 2005, donde se observa que la banda de oscilaciones es de 6,31 metros, donde el nivel mínimo se presentó en octubre 1943 con 6,24 metros y el máximo es de 12,55 metros ocurrió en abril de 1986.

En el periodo analizado los niveles del

lago registran gran variabilidad (Figura 10), pero los niveles dependen de los aportes de los ríos en años precederos, evaporación, las lluvias sobre el espejo de agua y, desde hace algunos años se encuentra influenciados por la regulación del río Desaguadero que conduce las aguas hacia el lago Poopó.

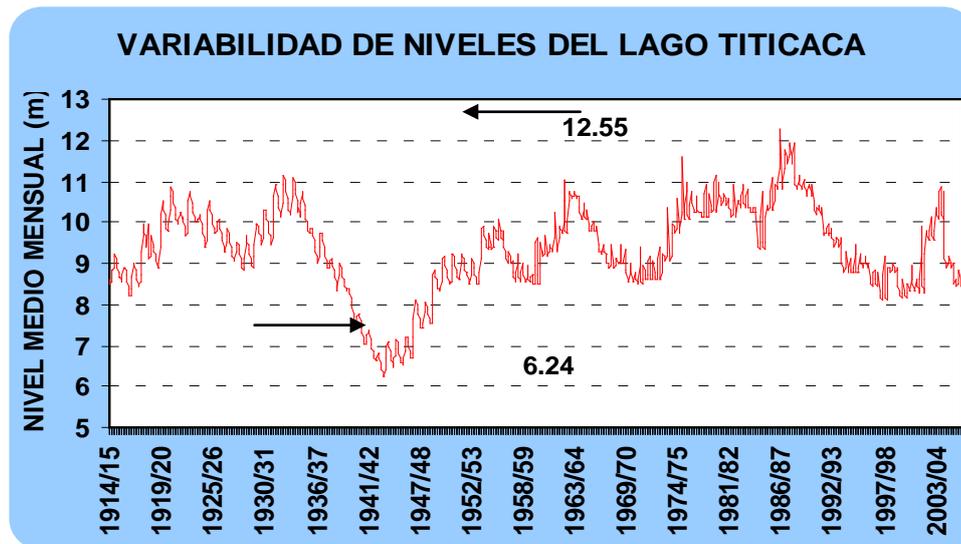


Fig. 10. Variabilidad de Los Niveles del Lago Titicaca.

Durante los años Niños, los niveles del lago han presentado características diferentes, resaltando el comportamiento durante el fenómeno El Niño 1982/83, que en época de lluvias se incrementó 0,03 m y a nivel anual el espejo de agua tuvo un decremento de 0,82m.

Para el fenómeno El Niño 1972/73, el nivel del lago para época de avenidas se incrementó en 0,99 m y a nivel anual 1.093 m.

En el Evento del 2002/03, el incremento durante el período de avenidas fue de 0,98 metros y a nivel anual el incremento fue de 1,04 metros. Asimismo los incrementos medios mensuales durante el período diciembre – abril, fueron superiores a sus incrementos históricos y el descenso acumulado en dicho año fue de 0,61 metros valor ligeramente inferior al descenso promedio anual.

El evento del 2004/05, se presenta deficitario donde el incremento en el período de avenidas fue de 0,41 metros y al finalizar el año hidrológico el descenso era de 0,62 metros

En la Figura 11, se muestra la variabilidad mensual de los niveles del lago Titicaca durante la presencia del fenómeno El Niño. Asimismo se puede concluir que durante un evento El Niño, los niveles del lago no representan el

comportamiento real del régimen hídrico, debido al efecto acumulativo de los años precederos que tiene el nivel del lago.

En la Tabla 3, se muestra las características de la vertiente del lago Titicaca donde predominan “Años hidrológicos secos”. La Anomalía esta referida al caudal acumulado de los ríos Ramis, Ilave, Huancane y Coata en años Niños, con respecto al valor promedio acumulado de los ríos en estudio.

La ciclicidad en el régimen hídrico de la lago Titicaca durante el período analizado y considerando también la incidencia del proceso del cambio climático, en la periodicidad e intensidad de los eventos extremos (inundación o sequía), hace necesario el monitoreo continuo de las variables hidro-climáticas para conocer las variaciones y efectos del calentamiento global en el clima de la región.

El Cambio climático, el uso del agua, el aporte de las aguas subterráneas, podría tal vez jugar un papel en el balance hidrológico del lago y por lo tanto sobre el nivel del espejo de agua.

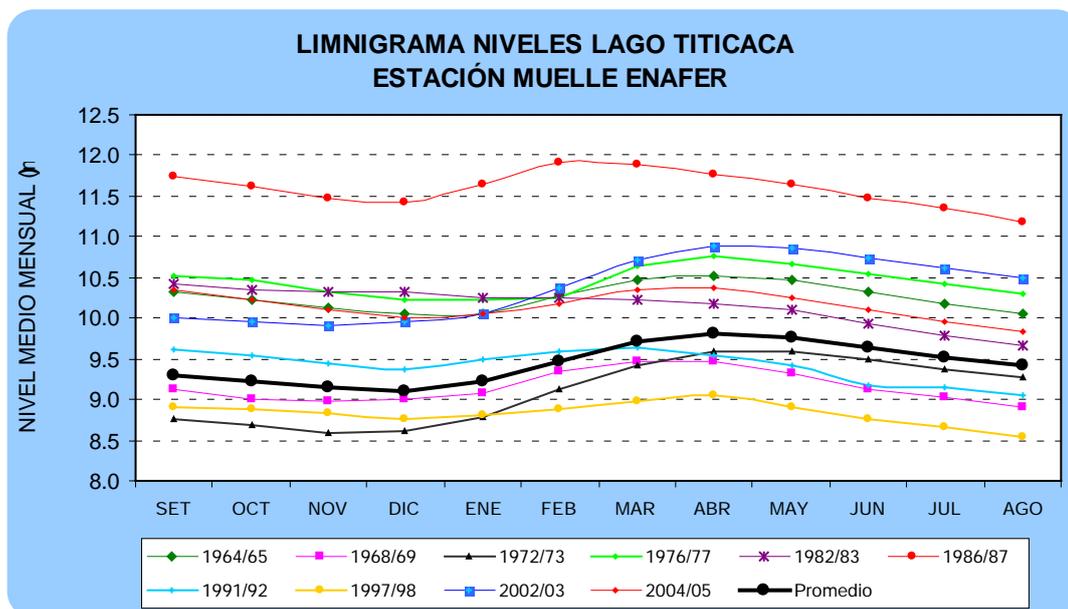


Fig. 11. Limnigrama Niveles lago Titicaca – Estación Muelle ENAFER

Tabla 3. Caracterización del año hidrológico durante el Fenómeno El Niño. Q: Caudal. Incremento (Diferencia entre el nivel máximo y el nivel mínimo en forma anual).

Niño	Anomalía de Q anual	Año Característico	Incremento del nivel del lago cms
1964/65	- 12,0	Seco	+ 48,9
1968/69	- 31,0	Seco	+ 52,7
1972/73	+ 39,0	Húmedo	+ 109,3
1976/77	- 6,0	Normal	+ 60,3
1982/83	- 65,0	Seco	- 82,0
1986/87	- 21,0	Seco	+ 54,0
1991/92	- 30,0	Seco	+ 31,3
1997/98	- 42,0	Seco	+ 57,0
2002/03	+ 27,0	Húmedo	+ 104,0
2004/05	- 35,0	Seco	+ 41,0

CONCLUSIONES

En el estudio se ha utilizado información histórica de caudales y niveles a paso mensual de los ríos Ramis, Huancane, Coata e Ilave, así como de niveles mensuales del lago Titicaca, del período 1960 al 2005. Durante el período evaluado 1960 – 2005, se ha determinado la ocurrencia de diez eventos

El Niño, los cuales son analizados con información de niveles y caudales en forma puntual (estación).

Ante la ocurrencia de un evento El Niño, los caudales medios anuales de los ríos evaluados tienen un comportamiento predominante deficitario, aunque depende de la intensidad del evento El Niño.

El test de Mann – Kendall, indica que a nivel anual no existe una tendencia lineal

significativa al 95% 99%, con lo que se puede concluir que no existe una dependencia o una relación entre fenómeno el niño y la respuesta de los caudales.

Los niveles del lago Titicaca, no guardan una relación directa ante la ocurrencia de un evento El Niño, ya que estos dependen de otros factores (evaporación, lluvias sobre el espejo de agua, aportes de los ríos en años anteriores y otros) y, desde hace algunos años se encuentran influenciados por el sistema regulado del río Desaguadero.

Agradecimientos: Al Dr. Thomas Condom, por el tiempo dedicado en revisar el presente artículo.

BIBLIOGRAFIA

Eguiguren D., Víctor (1891). Las Lluvias de Piura – Bol. Sec. Geográfica de Lima, Tomo IV.

Lavado, W, (2008), Impacto hidrológico del ENOS en la Hidrología del Perú, SENAMHI 2008.

Louis, M, Bertaux, J Y, Mourguiart P (1995) Perturbaciones del régimen de las lluvias y condiciones de tipo el niño en América del sur tropical desde hace 7 000 años.

Maldonado R y Calle S (2000). Comportamiento de las precipitaciones en el sector del Lago Titicaca (Bolivia) durante “El fenómeno El Niño”,

Mann, H.B. (1945). “Non-parametric test against trend”. *Econometrica*, 13: 245-249.

OSTROM, (1992) Simposio Internacional Paleo ENSO, Lima – Perú.

Quinn, W,H, Neal V.T. y S.E. Antunez de Mayolo (1987), El Niño Occurrences Over The Past Four and Half Centuries, *Journal of Geophysical Research*, 92 (c13).

Senamhi (1999) Revista Fenómeno “El Niño 1997/98”, pag. 84.

Thompson Lonnie (1989), 1500 años de variabilidad climática registrada en testigos de hielo procedentes de los nevados del sur del Perú, OHIO State University, USA.