



XX CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO
GEOLOGÍA, PRESENTE Y FUTURO
Agosto de 2017 | San Miguel de Tucumán



SESIÓN TÉCNICA 11

**GEOLOGÍA DE LOS
RECURSOS HÍDRICOS**

Coordinadores

RODOLFO GARCÍA
CARLOS SCHULZ



PROCESOS HIDROLÓGICOS ASOCIADOS A LA MORFOLOGÍA EN EL SECTOR INFERIOR DEL RÍO LIMAY

Patricia LAURENCENA^{1,3}, Eduardo KRUSE^{1,2}, Marta DELUCHI^{1,3}

¹Facultad de Ciencias Naturales y Museo, CEIDE. UNLP 64 n°3, tel: 221-424-9049 – pl Lauren@fcnym.unlp.edu.ar

²CONICET. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

³CIC. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires.

RESUMEN

La cuenca inferior del río Limay, en el sector ubicado entre Neuquén y Plottier, se caracteriza por un importante desarrollo socioeconómico basado entre otras, en actividades de cultivos de frutales que se sustentan con el riego a través de canales. En esta área de clima árido se reconocen diversos rasgos geomorfológicos que se asocian a distintos procesos hidrológicos. En este trabajo se trata de reconocer la relación entre las geoformas y dichos procesos. En el sector de pedimento de flanco proximal predomina el escurrimiento superficial y en el pedimento de flanco distal se producen tanto escurrimiento superficial e infiltración, aunque en forma subordinada. La planicie aluvial inactiva se caracteriza por el predominio de infiltración y evapotranspiración, asociado directamente con las secuencias de riego. En la planicie aluvial activa se destacan los procesos de infiltración e inundación. Las variaciones de los niveles freáticos verifican la ocurrencia de los procesos hidrológicos en cada una de las geoformas.

Palabras clave: geomorfología, procesos hidrológicos, nivel freático .

ABSTRACT

Hydrological processes associated with morphology in the lower Limay river: The lower Limay river basin between the cities of Neuquén and Plottier is typified by a remarkable economic development based on fruit produces under irrigation among other activities. In this area under arid climate, diverse geomorphologic features associated to hydrological processes are identified. This work deals with the recognition of the relation between geoforms and such process. In the proximal flank pediment runoff prevails while in the distal flank pediment both runoff and subordinate infiltration exist. The inactive alluvial plain in characterized by infiltration and evapotranspiration directly linked to irrigation and flooding. The variation of phreatic levels verifies the prevalence of the mentioned hydrologic processes in each of the geoforms.

Keywords: geomorphology, Hydrological processes, phreatic level .

INTRODUCCIÓN

Las zonas llanas próximas a los cursos de agua en regiones con predominio de climas áridos, han sido la base para su desarrollo socioeconómico. En el sector inferior del río Limay se encuentran emplazadas áreas urbanas, agrícolas e industriales, constituyendo un ejemplo de este tipo de ambiente, en donde el sistema productivo presenta una fuerte dependencia de los recursos hídricos. La identificación y cuantificación de los procesos hidrológicos y de sus variables de control a diferentes escalas constituye un problema no resuelto en hidrología (Gómez Plaza et al. 1998).

El área de estudio desde un punto de vista local presenta una importante heterogeneidad en el comportamiento hidrológico, que limita la extrapolación a otras escalas (Laurencena et al. 2013). El objetivo de este trabajo es reconocer y asociar los procesos hidrológicos a las distintas geoformas de un sector de la planicie aluvial del río Limay.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA

Se ha seleccionado como área de estudio el sector próximo a la confluencia con el río Neuquén, entre Plottier

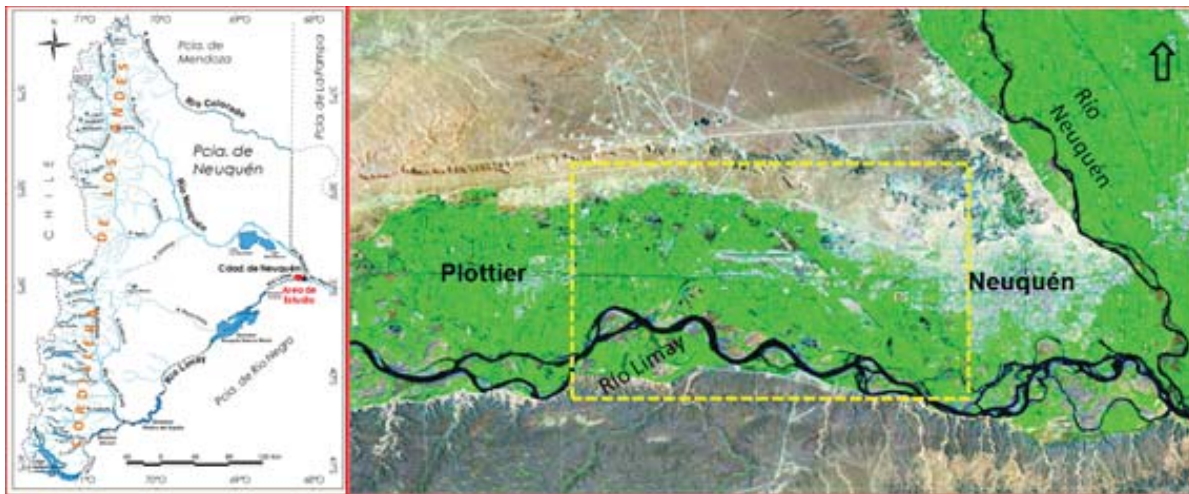


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

y Neuquén (Figura 1).

El sector presenta un fuerte desarrollo agrícola, donde los principales cultivos son frutales de pepita, asociado a una elevada concentración de actividades urbanas. Desde principios del siglo XX existe una extensa red de canales de riego, con agua derivada del río Limay, que excepto en los meses de invierno se encuentra en permanente funcionamiento.

El rasgo geomorfológico dominante es la llanura aluvial, que incluye a la acción actual y pasada del río Limay. El clima es árido y el balance hídrico en términos anuales resulta deficitario en cuanto a sus posibilidades de excesos que faciliten la recarga natural del acuífero. La precipitación media (1900 – 2015) es de 173 mm/año. Los valores medios mensuales presentan una relativa homogeneidad, siendo el verano algo más seco y los meses de mayores precipitaciones medias mayo (19,5 mm) y octubre (20,6 mm). Los menores registros se producen en enero (11,6 mm) y febrero (11mm). La temperatura media anual es 14,7°C, el mes más frío es julio con un valor medio de 6, 1° C y el más caluroso es enero con 23,3° C.

En este sector el acuífero freático se desarrolla en su mayor extensión en sedimentos aluviales cuaternarios. El espesor medio es de 10 m, abarcando gravas y arenas sueltas, que pasan transicionalmente a sedimentos más finos, arena, limo y arcilla, hacia el norte. Los límites verticales están dados por el suelo y por los sedimentos de baja permeabilidad del Grupo Neuquén (Stipanovic et al. 1968) en profundidad. Hacia el norte se desarrolla hasta el pedimento de flanco (Grupo Neuquén) y al sur con el río Limay que conforma un límite hidrológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

En base a distintos antecedentes bibliográficos, cartas

topográficas aportadas por el Instituto Geográfico Nacional a escalas 1:250000 (Hoja 3969-II), 1:100000, Hoja 3969-17, imágenes Landsat TM, Ikonos, fotografías aéreas de distintos sectores a escala 1:50000 del año 1972 y relevamientos de campo se han definido los rasgos geológicos, geomorfológicos y de uso del suelo que adquieren importancia en el movimiento del agua subterránea.

Se analizó la información aportada por la estación climatológica Neuquén Aero operada por el Servicio Meteorológico Nacional y situada específicamente en el área de estudio. Se utilizaron datos mensuales de precipitación y temperatura desde 1900 a 2015 y datos de precipitación diaria desde 1959 hasta 2015. Para la caracterización de la cuenca del Río Limay se utilizó la Base de Datos Hidrológica Integrada de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, se analizaron datos hidrométricos diarios de la Estación Balsa Las Perlas (2003-2005).

La base fundamental para el reconocimiento de las variaciones de los niveles freáticos fueron los datos derivados de una red de monitoreo constituida por 33 freáticos. Se relevó la información de datos mensuales correspondiente al período abril - 2003 a diciembre - 2005 (Figura 2).

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Se reconocieron las siguientes unidades geomorfológicas: planicie estructural por arrasamiento, superficies pedimentadas, planicie aluvial inactiva y planicie aluvial activa o actual (Laurencena 2016).

Las **planicies estructurales** por arrasamiento (González Díaz y Ferrer 1986), están representados por la exposición de un estrato duro. Es una meseta con escasa pendiente hacia el E, acompañando a los estratos del

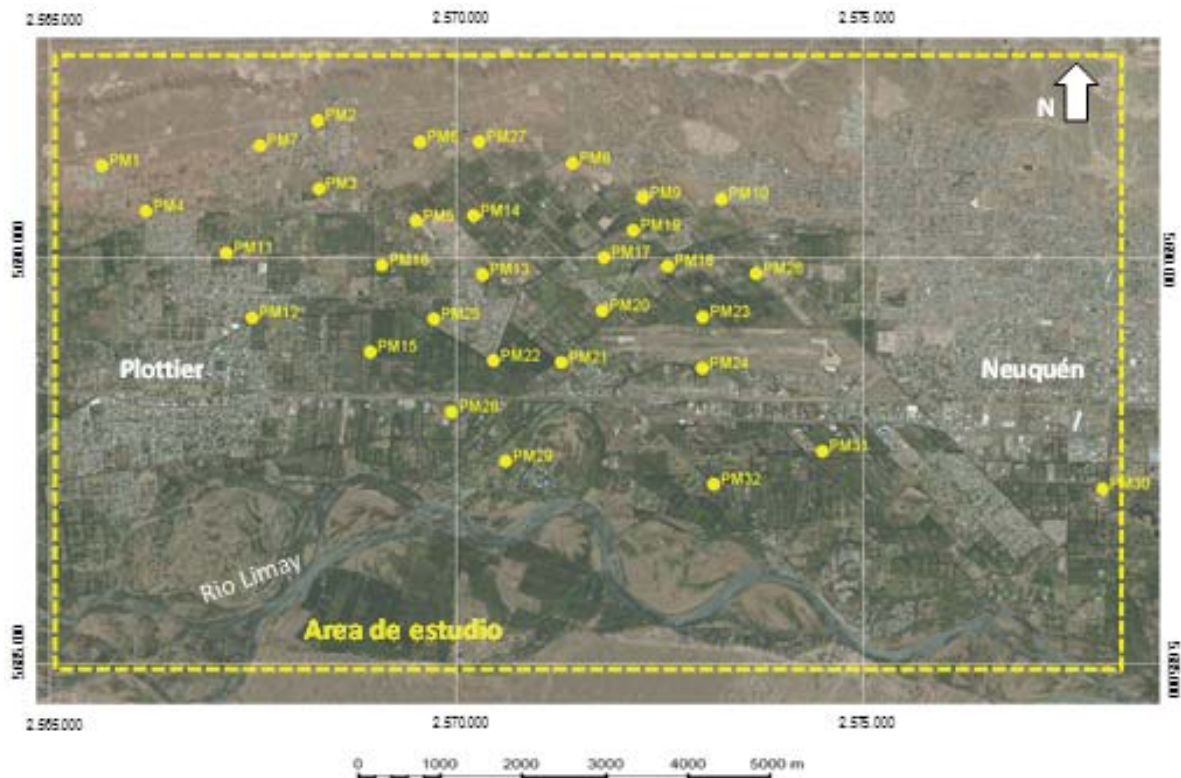


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Grupo Neuquén, que se encuentra en posición subhorizontal. En este sector, en los flancos se pueden observar las sedimentitas correspondientes a la Formación Bajo de la Carpa y hacia el E la Formación Anacleto, (Ramos 1981).

Los **pedimentos de flanco** representan a planicies de erosión local, controladas por las variaciones de niveles de base del curso del río Limay. Se desarrollan al pie de la planicie estructural por arrasamiento, con escurrimiento en dirección al colector fluvial local. Esta unidad constituye una morfología resultante de la erosión fluvial desarrollada sobre las sedimentitas del Grupo Neuquén. Es común observar sobre la superficie del pedimento de flanco una delgada cubierta de material aluvial-coluvial, producto de la erosión retrocedente. Se reconocen un pedimento de flanco proximal (barra) y distal (pie de barra). Este último está compuesto principalmente por arena limo-arcillosa rojiza, y suele contener escasos sedimentos de mayor tamaño aportados por fenómenos de remoción en masa.

La **planicie aluvial inactiva** se refiere a diversos niveles correspondientes a antiguas planicies aluviales, que en este sector presentan una escasa diferencia de altura entre los niveles antiguos y actuales. Se trata de sedimentos de origen fluvial asociados al valle inactivo del río Limay, compuestos por gravas y arenas no cementadas. El origen de estos depósitos, que comprende episo-

dios de acción fluvial antiguos y modernos, está relacionado a los cambios climáticos del Pleistoceno.

La **planicie aluvial activa o planicie de inundación actual** es una geoforma compuesta por material aluvial, proveniente de la acción de transporte del río Limay. En las adyacencias del cauce actual, se preservan diseños de canales abandonados meandriiformes y sinuosos.

En un esquema geomorfológico y en un perfil N-S se observan las diferentes pendientes topográficas y la heterogeneidad del medio, con sedimentos de baja selección en los sectores próximos a las mayores alturas (pedimento de flanco) pasando al desarrollo de depósitos de arenas y gravas mejor seleccionadas en las planicies aluviales (Figura 3).

Las diferentes unidades geomorfológicas descritas, asociadas a las características sedimentológicas propias, conforman en el sector del pedimento de flanco distal una unidad hidrológica somera de baja permeabilidad. Estas características cambian transicionalmente hacia el sector de la planicie aluvial inactiva y activa, donde conforma un acuífero de alta permeabilidad.

PROCESOS HIDROLÓGICOS

Los rasgos geomorfológicos sugieren distintos comportamientos hidrológicos, lo cual es comprobado por las variaciones en los niveles freáticos.

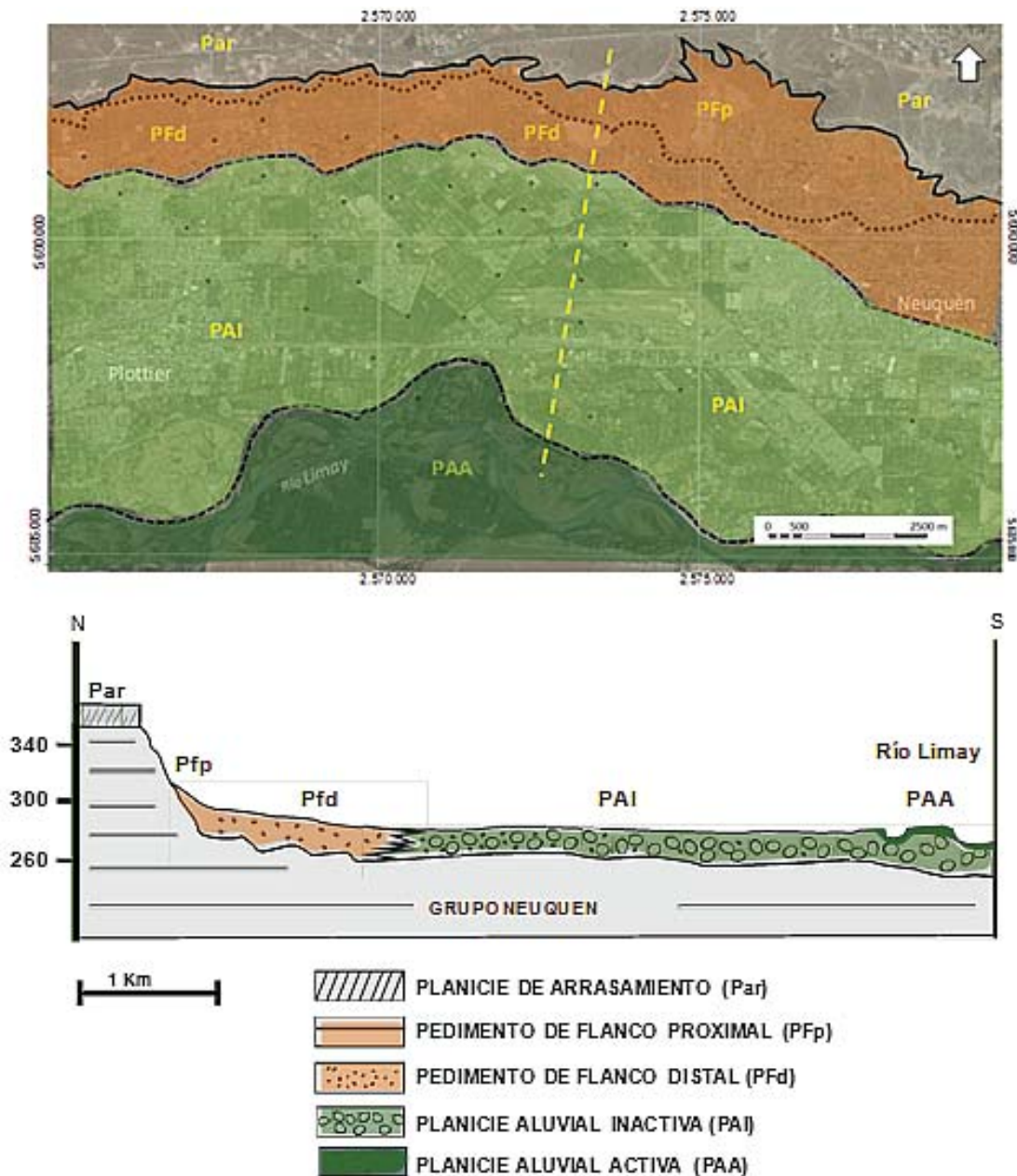


Figura 3. Mapa y perfil geomorfológico.

-Esguerrimiento superficial:

Este proceso está asociado a los **sectores de pedimentos de flanco proximal** (barda). La fuerte pendiente desarrollada en trayectos cortos condiciona que el proceso dominante sea el esguerrimiento superficial. Se reconoce un relieve en gradería o escalera, cuyas pendientes alcanzan valores entre 16 y 30%, se encuentran afectadas por erosión retrocedente generada por los abundantes cañadones poco desarrollados que drenan aguas pluviales encauzadas en torrentes de barro.

-Esguerrimiento superficial e infiltración:

Se relacionan al **sector de pedimento de flanco distal** (pie de barda), que abarca una franja de unos 800 metros de ancho. Desde el punto de vista hidrogeológico constituye una unidad de baja permeabilidad con profundidades de los niveles freáticos comprendidos entre 6 y más de 13 m. Se reconocen escasas fluctuaciones de los mismos, del orden de 25 a 30 cm (Figura 4). Estas características indican que, si bien existe una importante disminución de la pendiente topográfica, existe un predominio del esguerrimiento superficial, aunque bajo determi-

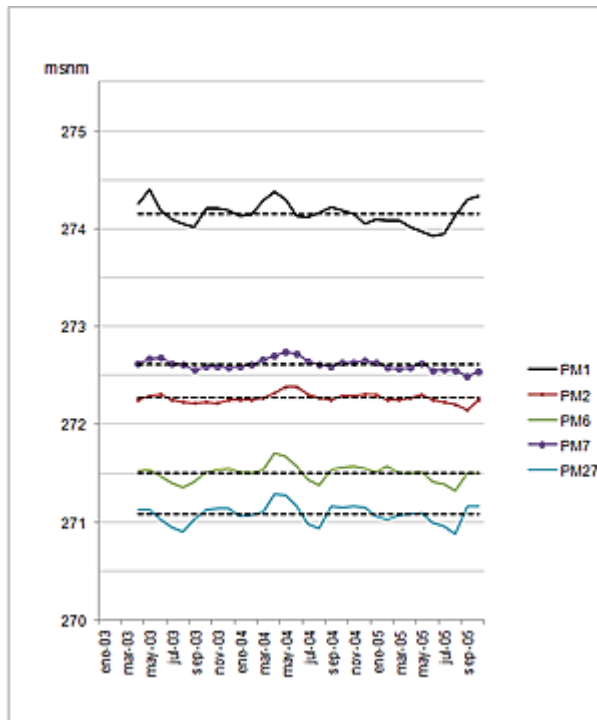


Figura 4. Freatímetros situados en el área de Pedimento de Flanco Distal.

nadas condiciones se manifiesta el proceso de infiltración de escasa magnitud.

-Infiltración y evapotranspiración:

Estos procesos caracterizan la **planicie aluvial inactiva**. Los niveles freáticos muestran profundidades entre 1,5 y 3 m y las variaciones anuales oscilan entre 0,60 y 1m. En este sector se observa la respuesta del acuífero a los momentos específicos de la dinámica que presenta el riego a lo largo del año. Se reconoce un período en el cual, como consecuencia de la aplicación de riego por inundación, los niveles freáticos alcanzan su mayor altura (septiembre-octubre). Posteriormente un período de máxima demanda de la evapotranspiración y crecimiento vegetativo de los cultivos con niveles algo menores (noviembre - enero). Luego, asociado a la época de cosecha en que disminuye la frecuencia de riego, se observa un nuevo aumento leve de los niveles (enero- abril). Finalmente se reconoce una época donde está ausente la práctica del riego con los niveles más bajos (mayo a agosto) (Figura 5). Las respuestas de los niveles freáticos verifican las condiciones de infiltración, favorecidas por la buena selección de los sedimentos y la alta permeabilidad (100 m/día). La evapotranspiración es también significativa debido al consumo de agua por parte de los frutales de pepita y al escaso espesor de la zona no saturada.

La recarga principal de este sistema acuífero es alóctona indirecta ya que se produce fundamentalmente a través de todos los canales de riego provenientes de los caudales del río Limay. Esto se refleja en un ascenso de los niveles freáticos a partir del comienzo del ciclo de riego. El aporte directo producido por las precipitaciones locales no es importante, sin embargo, eventos extraordinarios de lluvias intensas generan excesos que se infiltran hacia el nivel freático.

-Inundación – almacenamiento de banco:

La **Planicie aluvial activa** es el resultado de la deposición de materiales movilizados por el río y también constituye un ámbito de su expansión en los episodios de crecidas. Los niveles del pozo próximos al río (PM29) se encuentran aproximadamente a 2 m de profundidad y muestran variaciones cercanas a 1,5 m.

Se analizaron las alturas hidrométricas de Balsa Las Perlas, con un paso diario, haciendo coincidir con el día del registro de la altura hidráulica en el pozo. Las variaciones en el pozo y el río son semejantes, las mayores alturas se producen en los meses de mayo junio, julio y agosto, coincidiendo con las mayores alturas del río que se producen entre abril y septiembre. (Figura 6)

Los procesos que ocurren fundamentalmente en esta zona muestran la interacción entre el río (agua superficial) y su entorno próximo, incluyendo eventos de inundación y almacenamiento de banco.

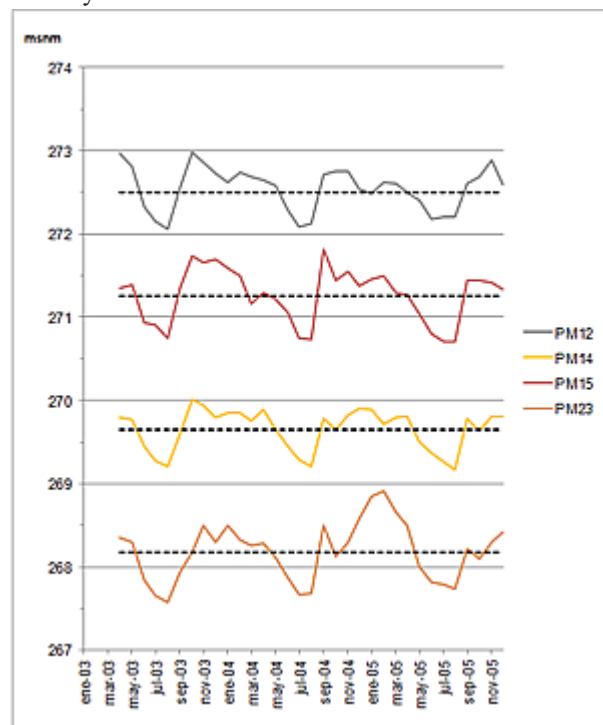


Figura 5. Freatímetros situados en el área de Planicie Aluvial Inactiva.

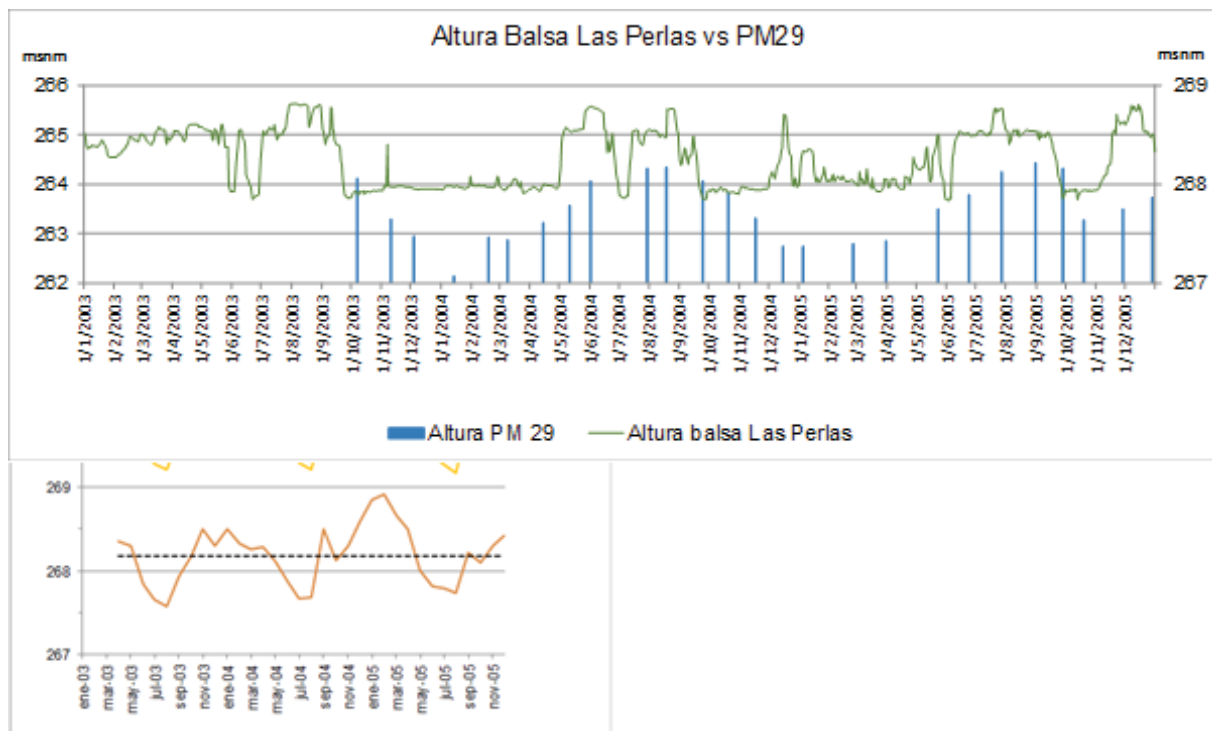


Figura 6. Freatímetro situado en el área de Planicie Aluvial Activa.

CONCLUSIONES

Los procesos hidrológicos se encuentran vinculados a las características geomorfológicas, los cuales son verificados por las variaciones de los niveles freáticos.

En el sector de pedimento de flanco proximal, las altas pendientes favorecen el escurrimiento superficial de tipo esporádico relacionado con eventos de lluvias de cierta intensidad. En el sector de pedimento de flanco distal continua el escurrimiento superficial asociado a procesos de infiltración subordinados, ya que se encuentran condicionados por la presencia de sedimentos finos. En este sector los niveles freáticos muestran escasas variaciones a lo largo del período analizado.

En la planicie aluvial inactiva, el relieve llano y la presencia de sedimentos gruesos, favorecen el predominio de la infiltración y evapotranspiración. La respuesta de los niveles freáticos se encuentra asociada con la dinámica del riego.

Desde el punto de vista hidrológico la planicie aluvial activa se puede considerar como una forma sometida a una periódica inundación del río, en el análisis de las variaciones de los niveles freáticos pudo observarse una dependencia con las fluctuaciones del nivel río. Esta morfología constituye el ámbito hiporreico de la corriente de agua. Actualmente se encuentra modificada intensamente por la actividad humana, que con el desarrollo

del uso del suelo (chacras, canteras, actividad petrolera) ha afectado las formas naturales del paisaje.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Gómez Plaza, Antonio Castillo, Víctor M. y Albadalejo Juan. 1998. "Estudio de procesos hidrológicos a diferentes escalas (marco teórico y propuesta metodológica)". NORBA, Revista de Geografía. X: 81-93. Universidad de Extremadura. España.
- González Díaz, E, y J. A. Ferrer. 1986. Relevamiento y Priorización de Áreas con Posibilidad de Riego. Expte. 181. Estudio Regional de Suelos. Geomorfología de la Provincia del Neuquén. Consejo Federal de Inversiones. 111 páginas. Buenos Aires
- Laurencena P., Kruse E. y M. Deluchi. 2013. Dinámica freática de la llanura aluvial en los alrededores de la ciudad de Neuquén, Argentina. Agua subterránea Recurso estratégico. Tomo I Pp.66-71. ISBN 978-987-1985-03-6. Edulp. La Plata.
- Laurencena P. 2016. El agua subterránea en el ámbito de la llanura inferior del río Limay. Tesis Doctoral, Director Dr. Eduardo Kruse. Pág.196. Inédito.
- Ramos V.A. 1981 Descripción Geológica de la Hoja 33c, Los Chihuidos norte. Provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional. Boletín 182: 1-103. Buenos Aires
- Stipanovic P., Baulies O. y Martínez C. 1968. Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nord-patagónico y regiones adyacentes. Revista Asociación Geológica Argentina, 23(2): 367-388, Buenos Aires.