

HIDROGEOMORFOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO QUEQUÉN SALADO, ARGENTINA

Mario Fabián Marini¹ y María Cintia Piccolo²

¹ Instituto Argentino de Oceanografía. (Bahía Blanca, Argentina)

² Departamento de Geografía, Universidad Nacional del Sur. (Bahía Blanca, Argentina)

RESUMEN

En este trabajo se ha elaborado la carta hidrogeomorfológica para la cuenca del río Quequén Salado, Buenos Aires, Argentina. La superficie de la misma es de 9801 km² y está localizada en una zona de llanura, donde las actividades agrícola-ganaderas tienen una importancia fundamental en la economía del país. El objetivo de este estudio es conocer las características, dinámica y procesos que dominan los distintos cursos de la cuenca hidrográfica. En la misma coexisten cuatro tipos de diseños de drenaje: anárquico, radial —centrífugo, dendrítico y paralelo— subparalelo. La cuenca experimenta frecuentes anegamientos que tienen dos tipos de orígenes: falta de pendiente en la cuenca alta y desbordes en sectores poco profundizados de los cauces.

Palabras clave: Carta hidrogeomorfológica – cuenca hidrográfica – infiltración – inundaciones.

ABSTRACT

This paper focuses on the Hydrogeomorphologic study of the Quequén Salado river basin, Buenos Aires, Argentina. The basin has an area of 9.801 km², and it is located in a plane zone, where the farming activities are very important for the country. The main objective of the present study is to define the characteristics, dynamics and processes which influence in the different courses of the hydrographic basin. Four different types of drainage systems were identified: anarchic, with topographic control, dendritic and parallel-subparallel. The basin presents two different floods origins: low slope areas (upper basin) and overflows in shallow sectors of the water courses beds.

Key words: Hydrogeomorphologic map – hydrographic basin – infiltration – floods.

1. Introducción

El estudio de los sistemas hidrográficos, en particular de las cuencas hídricas, permite el conocimiento adecuado de las características, jerarquía y dimensiones de los distintos cursos que las integran. Además de estos parámetros, los trabajos que abordan esta temática suelen referirse a la dinámica de las escorrentías, los procesos a los que están sometidos, el régimen hídrico de los mismos y su relación con el tipo de suelo que los sustenta. Sin embargo, cuando se vuelcan los resultados de estos estudios en un mapa o carta, es frecuente que se cartografíen los rasgos generales de los cursos por un lado y los procesos que los gobiernan por otro.

No obstante, existe un tipo de cartografía que consigue aunar en un solo mapa síntesis las distintas formas de escurrimiento y las condiciones que las dominan. Este documento cartográfico se denomina *carta hidrogeomorfológica*, y permite determinar las condiciones de las escorrentías en una cuenca derivadas de las combinaciones de los diferentes procesos que definen un comportamiento hidrológico. Capitanelli (1998) resalta que una carta de este tipo debe contener básicamente todo lo concerniente a los caracteres hidrológicos de los terrenos, la circulación superficial de las aguas, los tipos y formas de escorrentía, pendientes de las vertientes, tipo de cobertura vegetal y toda información complementaria que dependerá del tipo de cuenca estudiada.

La carta hidrogeomorfológica es un documento con características particulares que se encuadra perfectamente en el estudio de cuencas hidrográficas, contribuyendo a detectar problemas concretos en las mismas. La carta debe informar sobre los fenómenos geomorfológicos que afectan los diversos cursos de agua, valiéndose además de toda información complementaria obtenida de cartas temáticas o especiales. En la República Argentina existe un marcado déficit en cuanto a los estudios de este tipo. Pueden mencionarse las cartas hidrogeomorfológicas realizadas por Mikkan (1994) en el arroyo Frías (Mendoza) y la de Campos de Ferreras y Piccolo (1998) en la cuenca del río Quequén Grande (Buenos Aires).

El objetivo principal de este trabajo es elaborar la carta hidrogeomorfológica para la cuenca del río Quequén Salado con el objeto de determinar las características particulares de sus cursos, juntamente con la dinámica y procesos que los dominan. Son objetivos específicos: 1) el estudio de la forma y dimensiones de los cauces, 2) el conocimiento del régimen hidrológico de los mismos, 3) los cambios operados en la cuenca por acción antrópica, 4) determinar la capacidad de infiltración de cada tipo de suelo y su influencia en los escurrimientos. Además, en el caso concreto de la cuenca estudiada, se prestará especial atención a los factores que contribuyen a generar frecuentes inundaciones en diversos sectores del área.

2. Metodología

La realización de la carta hidrogeomorfológica requiere un exhaustivo reconocimiento de la zona de estudio. Por este motivo se realizaron diversas campañas de trabajo en distintos sectores de la cuenca, donde se llevaron a cabo distintas actividades. Las salidas al terreno incluyeron: 1) tomas fotográficas y trazado de croquis en sectores significativos, 2) muestreo de suelos y de especies vegetales naturales, 3) perfiles de barrancas y cauces, 4) identificación de modificaciones humanas sobre los cursos y 5) recolección de testimonios históricos del área.

Los límites de la cuenca se establecieron de acuerdo a la divisoria topográfica, siguiendo las curvas de mayor altura de acuerdo a la metodología propuesta por Heras (1984). La simbología empleada se corresponde en su mayor parte con la propuesta por el Sistema ITC para levantamientos geomorfológicos (Verstappen y Van Zuidam, 1991). Debido a que la

elaboración de este tipo de carta requiere un análisis más profundo de los cursos que integran la cuenca, se recurrió a una subclasificación para los distintos tipos de escorrentías. De esta manera, aquellos de tipo no permanente fueron separados en dos grupos: los arroyos que transportan agua la mayor parte del año, o bien su volumen de agua se infiltra excepcionalmente, fueron calificados como *intermitentes*. Por otra parte, se reservó la terminología *temporales* para aquellos cursos que sólo transportan agua luego de episodios de precipitaciones significativos.

Para establecer las características hidrológicas de los terrenos, es importante el conocimiento del índice de infiltración (Stallings, 1977). Para determinarlo, se utilizó un infiltrómetro, tomando como referencia los parámetros teóricos propuestos por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina) para las distintas texturas de suelo. Los índices de infiltración obtenidos fueron corroborados con dicha clasificación y a los fines prácticos resumidos en tres categorías: 1) mayores que 25 mm/ hora: altos 2) entre 12 y 25 mm/ hora: medios y 3) menores que 12 mm/ hora: bajos. Además, se realizaron análisis de textura de suelo mediante el método de Folk (1974). Los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Geología sobre muestras tomadas en diversos sectores de la cuenca a 20 y 40 cm de profundidad.

3. Características generales del área

La cuenca del río Quequén Salado se desarrolla en una zona de llanura, donde el principal accidente geomorfológico es la Sierra Pillahuincó (Figura 1). Este área se halla ubicada en el suroeste de la provincia de Buenos Aires, dentro de lo que se conoce como la *Pampa Argentina*. Desde el siglo pasado esta región ha desempeñado un rol preponderante en la economía del país merced a la gran importancia que poseen las actividades agrícola-ganaderas. Contribuye a ésto la existencia en la zona de un clima templado con una precipitación media anual que ronda los 800 mm. Sin embargo, la inestabilidad del mismo se destaca como factor condicionante, presentándose antecedentes tanto de inundaciones como de períodos con sequías. Más del 80% de la superficie se destina a labores agropecuarias, las que a menudo se ven perjudicadas por estas oscilaciones climáticas. La agricultura predomina sobre la ganadería, a excepción del sector de la cuenca alta, donde sus suelos arcillosos y gredosos hacen que allí prevalezca esta última.

El trigo es el principal cultivo en todos los distritos, siguiéndole en importancia otras plantaciones de invierno como cebada, avena y trigo candeal. Entre los cultivos de verano, se destacan el girasol, maíz, sorgo, y soja. Las pasturas ocupan aproximadamente el 10% de la superficie (*La Voz del Pueblo*, 2002). La ganadería se desenvuelve dentro de niveles óptimos, realizándose en su mayor parte en explotaciones mixtas. Se destacan principalmente los ovinos y bovinos, seguidos por equinos y porcinos, en porcentajes bajos (INDEC, 1988). El suelo es pardo y negro, perteneciente al orden de los Molisoles y en numerosos sectores de la cuenca está conformado por horizontes calcáreos a escasa profundidad, que suelen aflorar en algunos tramos de los cursos de agua. Entre las principales ciudades del área, pueden mencionarse Coronel Pringles, Laprida, Oriente e Indio Rico. En el sector de la desembocadura del río Quequén Salado se halla ubicado el balneario Marisol (Figura 1).

4. Resultados: hidrogeomorfología

La cuenca hidrográfica del Quequén Salado abarca una superficie de 9801 km², con una orientación predominantemente Norte – Sur (Marini, 2002). El curso principal se desarrolla sobre la margen oriental de la cuenca, recibiendo la mayor parte de sus afluentes del

sector occidental. La cuenca presenta cursos con nacientes tanto en zona de sierra como en áreas extremadamente planas. Esta característica da como resultado una cuenca mixta. Debido a esta manifiesta diversidad, se la ha dividido en cuatro sectores con características particulares): 1) Cuenca Alta, 2) Sierra Pillahuincó, 3) Cuenca Media y 4) Cuenca Inferior (Figura 1).

4.1. Cuenca Alta

En el ordenamiento hídrico de una cuenca hidrográfica, es habitual que predomine lo que se conoce como Sistemas Hídricos Típicos (SHT). Este término propuesto por Fertoni y Prende (1983) hace referencia a aquellos sistemas hídricos cuyas estructuras de disipación están conformadas por elementos lineales, organizados y jerarquizados. Esto implica cuencas bien definidas, cuya conducta está establecida por la jerarquización de sus componentes. La respuesta de los SHT ante las precipitaciones se manifiesta en términos de transferencia de caudales. De este modo, los excedentes de agua son drenados fuera de la cuenca en un tiempo relativamente breve.

Sin embargo existen otros sistemas hídricos cuya estructura no contiene componentes organizados y jerarquizados y que tienden hacia una manifiesta anarquía, dando como resultado escorrentías superficiales o mantiformes. Estos sistemas son considerados Sistemas Hídricos No Típicos (SHNT) por los autores señalados anteriormente. A este último tipo de sistemas hídricos pertenece la cuenca alta del río Quequén Salado Este sector abarca desde el extremo Nororiental de la cuenca hasta el límite superior de la subcuenca del arroyo Pillahuincó Chico (Figura 1). El terreno posee gradientes de pendiente que oscilan entre 3,3 y 1,25 por mil, lo que origina graves problemas de circulación del agua. Para solucionar esta situación, se han realizado canales de drenaje que en la mayoría de los casos desembocan en el río Quequén Salado, conformando una red hídrica de diseño paralelo a subparalelo (Figura 2). Algunos de ellos alcanzan más de 50 km de longitud.

La profundidad de estos drenajes es escasa (hasta 0,50 m) y el fondo de su cauce es plano. Presentan un ancho que oscila entre 2 y 6 m, pudiendo alcanzar excepcionalmente 10 m. Los canales de mayor amplitud poseen un cauce interior de 1 a 2 m de ancho con suelo sin vegetación, evidenciando una mayor actividad. Por el contrario, los límites del cauce mayor señalan el lecho inundable, generalmente colonizado por gramíneas o juncos debido a su menor actividad. Esta última situación suele trasladarse también al cauce menor durante períodos secos prolongados, quedando los canales prácticamente confundidos con los campos. Cuando esto ocurre, algunos tramos de los mismos suelen ser cultivados por los dueños de las parcelas.

Estos cursos artificiales sólo transportan agua durante las lluvias y suelen demorar algunos días en drenar totalmente los excesos hídricos. A los escasos gradientes de pendiente se suman índices de infiltración muy bajos, con valores que oscilan entre 6 y 10 mm/ hora, concordando con suelos correspondientes al suborden argialbol típicos, con drenaje imperfecto y texturas arcillosa a franco arcillosa (INTA, 1994). El resto son suelos del tipo Argiuoles tanto ácuicos como típicos, característicos de planicies altas y moderada a imperfectamente drenados. La infiltración en éste caso se la ha catalogado como media (entre 15 y 20 mm/ hora). Las características topográficas del terreno, juntamente con su drenaje imperfecto, se vinculan con la proliferación de decenas de lagunas tanto permanentes como intermitentes en toda esta zona.

El único curso de agua de relativa importancia que se presenta en esta zona es el tramo superior del río Quequén Salado, conocido como *Arroyo Quequén* (Figura 1). Sus nacientes se encuentran en un sector muy plano, por lo que no se evidencian con claridad en el terre-

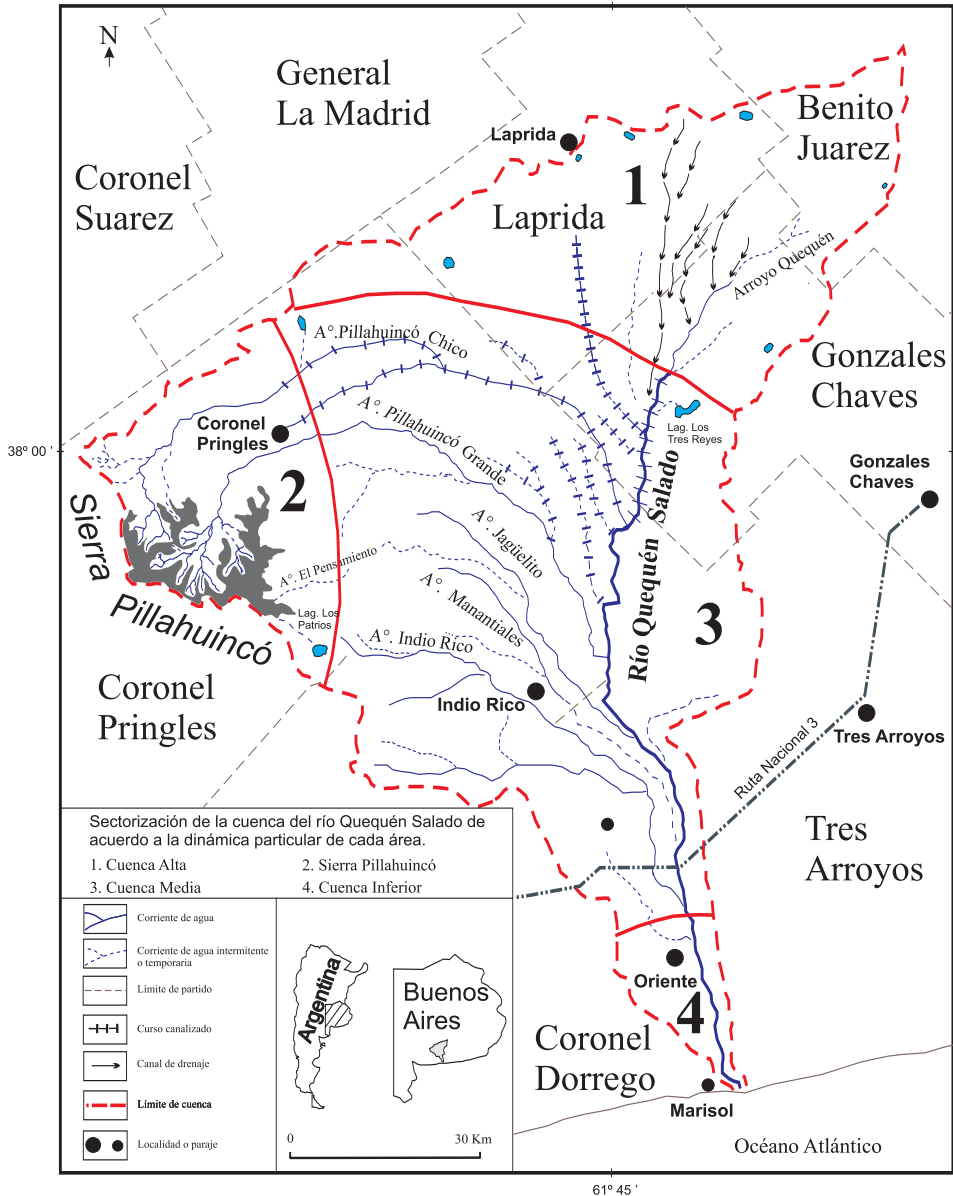


FIGURA 1. Cuenca hidrográfica del río Quequén Salado.

no. Posee un ancho medio de 4 m y un lecho muy bien marcado, con ausencia de vegetación. El suelo tiende al resquebrajamiento luego de drenar el agua de las precipitaciones. Estas características se mantienen durante 15 km desde su nacimiento. Luego el curso experimenta cambios muy marcados, a tal punto que pasa a ser una escorrentía de tipo permanente, recibiendo la denominación de río (Figuras 1 y 2). Quince kilómetros aguas debajo de este sector, comienza a desarrollar barrancas y a ensancharse paulatinamente, llegando a alcanzar 15 m. Este proceso se acentúa en algunos tramos por el intenso pisoteo del ganado vacuno en los márgenes, generando numerosas cárcavas que son erosionadas por la escorrentía superficial.

En esta zona de drenaje dificultoso, la profundidad de la capa freática es menor a 5 m y está sujeta a constantes fluctuaciones en relación directa con la alternancia de períodos lluviosos y secos. Consecuentemente, en épocas de lluvias puede llegar a aflorar en los sectores bajos, provocando anegamientos prolongados (Kruse *et al.*, 1996).

4.2. Sector de la Sierra Pillahuincó

La Sierra Pillahuincó, parte integral de las Sierras Australes Bonaerenses, constituye una típica estructura en arco con rumbo general Noroeste-Sureste, que se destaca claramente sobre el relieve de la llanura pampeana. Este sector se halla comprendido en el extremo Nordoccidental de la cuenca del río Quequén Salado, y abarca desde las nacientes de las subcuencas de los arroyos Pillahuincó Grande y Pillahuincó Chico hasta la localidad de Coronel Pringles (Figura 1). Debido a la complejidad de los procesos predominantes en este sector, se ha elaborado una carta hidrogeomorfológica específica de esta zona (Figura 3).

El avenamiento general guarda una estrecha relación con el tipo de estructura que lo controla, que en el caso de esta sierra está integrado principalmente por pliegues y diaclasamientos, sin que se adviertan fracturaciones de importancia. Harrington (1947) describe al plegamiento como armónico, con ejes de orientación constante de Noroeste a Sureste, exceptuando la franja Noroccidental donde tuercen su rumbo hacia el Norte. Los anticlinales y sinclinales se suceden sin interrupción (Figura 3), diferenciándose dos sectores: 1) los pliegues del flanco suroccidental, de poca amplitud y flancos apretados, 2) los del sector oriental, más suaves, amplios y de pendiente muy reducida (Furque, 1973). Los del primer grupo coinciden en todo su recorrido con una marcada divisoria de aguas con caídas hacia el Norte y hacia el Sur. El avenamiento hacia el Norte se manifiesta por medio de innumerables cursos menores que conforman una compleja red hidrográfica que da origen al arroyo Pillahuincó Grande. En el extremo Noroccidental de este sistema de pliegues se origina la cuenca del arroyo Pillahuincó Chico, con rumbo inicial hacia el Noroeste. En el borde suroriental se originan dos arroyos que se desarrollan mayormente fuera de este sector: el Indio Rico, cuya divisoria de aguas está dada presuntamente por una dorsal subterránea y el arroyo El Pensamiento (Figuras 1 y 3).

Los suelos correspondientes al pie de sierra están constituidos principalmente por material loésico de textura franco a franco limosa, pero de poco espesor (0,5 m). Esto limita el drenaje de los mismos, cuya capacidad de infiltración es alta a media inicialmente, pero al cabo de un tiempo se ve impedida por esta limitante. No obstante, en condiciones normales permiten el desarrollo de buenas pasturas. En los valles de los arroyos el suelo es arenoso, fino, asentado sobre un loes arenoso a limoso. Los suelos de este tipo, denominados *Chernosiom*, conforman los mejores campos de cultivo por el amplio desarrollo de su capa de humus, encontrándose en ellos valores de infiltración medios, mayores a 12 mm/hora.

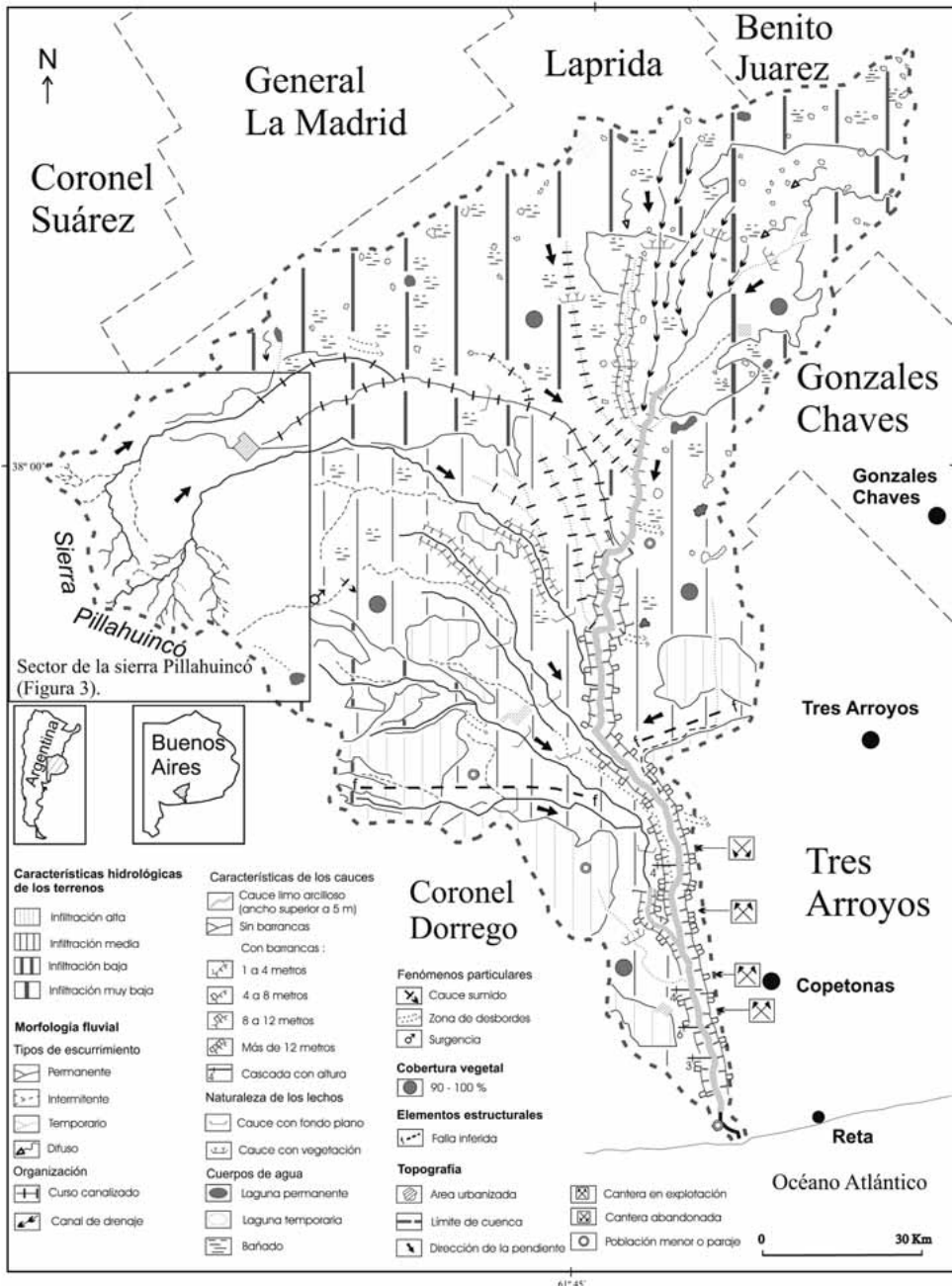


FIGURA 2. Carta hidrogeomorfológica de la cuenca del río Quequén Salado.

El arroyo Pillahuincó Grande es el curso más importante del sector y el principal afluente del río Quequén Salado, al que se une fuera de dicho área. Nace como arroyo Bracucho, donde toma rumbo Noreste, recibiendo varios cursillos disfuncionales de muy corta extensión desde ambas márgenes (Figuras 1 y 3). En los pequeños cerros adyacentes se originan numerosos afluentes, conformando una red de disposición dendrítica.

El segundo curso en importancia en esta subcuenca es el Arroyo Pillahuincó Chico. Se origina a 622 m de altura, describiendo un recorrido paralelo al arroyo Pillahuincó Grande (Figuras 1 y 3). Sus afluentes son cursos de escasa jerarquía y caudales fluctuantes. Entre ambos arroyos se ha conformado una serie de cursos temporales de escasa extensión, cuyas escorrentías suelen generalmente infiltrarse en el terreno o bien evaporarse. En cuanto a los arroyos originados en el pie de sierra, el Indio Rico posee un caudal muy pobre dentro del área estudiada, pudiéndose considerar como su nacimiento la laguna Los Patrios (Figura 1, Marini y Piccolo, 1997). El restante curso, el arroyo El Pensamiento, posee un rumbo Oeste-Este y luego de 19 km de recorrido se infiltra en el terreno, fuera de esta subcuenca.

Los numerosos arroyos que surcan este área se hallan directamente relacionados con las estructuras geológicas que controlan la red de avenamiento (Suero, 1957). De esta manera, los afluentes principales del arroyo Pillahuincó Grande siguen la orientación general de los pliegues de rumbo Noroeste-Sureste. En cambio el arroyo Pillahuincó Grande posee una orientación distinta, condicionada a un lineamiento estructural que corresponde al rumbo del principal sistema de diaclasas que afecta a esta sierra. Así, la posición de su cauce coincide con una elevación estructural de los pliegues que determinaron un intenso agrietamiento de las diaclasas. Esto acentuó la acción erosiva retrocedente hasta llegar a la configuración actual. Este proceso se evidencia por la presencia de elevadas barrancas, que en el tramo inicial del arroyo Pillahuincó Grande alcanzan los 9 m.

Todos los arroyos del sector serrano presentan barrancas de 1 a 9 m de altura. La magnitud de las mismas está relacionada con el trabajo de erosión retrocedente realizado por los cursos al buscar su perfil de equilibrio, aprovechando las zonas de debilidad generadas por intercalaciones de sedimentitas poco compactas, diaclasas y depresiones entre hundimientos de los ejes de pliegues. Este proceso erosivo continúa en la actualidad.

Sin embargo, el desarrollo vertical de las barrancas no es el mismo en los distintos cursos. Sólo en el primer tramo del arroyo Pillahuincó Chico y en las cabeceras de otros cursos menores su altura alcanza valores similares a los mencionados para el arroyo Pillahuincó Grande. No obstante, existen diferencias en el desarrollo vertical entre las barrancas de los afluentes de ambas márgenes. Así, mientras que los cursos de la margen derecha no poseen barrancas de más de 2 m (salvo en sus nacientes donde alcanzan los 5), en los tributarios de la margen izquierda éstas desarrollan entre 3 y 6 m de altura. Además, el ancho de estos últimos arroyos es mayor, conformando cauces bien encajonados. Del mismo modo, el régimen hidrológico también varía significativamente incluso entre cursos que se encuentran próximos.

Si bien los volúmenes de agua que normalmente transportan estos cursos son reducidos, la magnitud de sus cauces les permite incrementarlos significativamente durante los principales eventos de precipitación. Esto origina inconvenientes aguas abajo, ya que la altura de las barrancas que bordean los lechos disminuye considerablemente. Por este motivo, el arroyo Pillahuincó Grande ha experimentado desbordes antes de atravesar Coronel Pringles. Algo similar ocurre con el arroyo Pillahuincó Chico. Este curso anteriormente finalizaba al Norte de dicha localidad (Marini y Piccolo, 1997) y sus desbordes descendían hacia la ciudad provocando serios anegamientos. Para solucionar este problema, su curso debió prolongarse mediante un canal de drenaje.

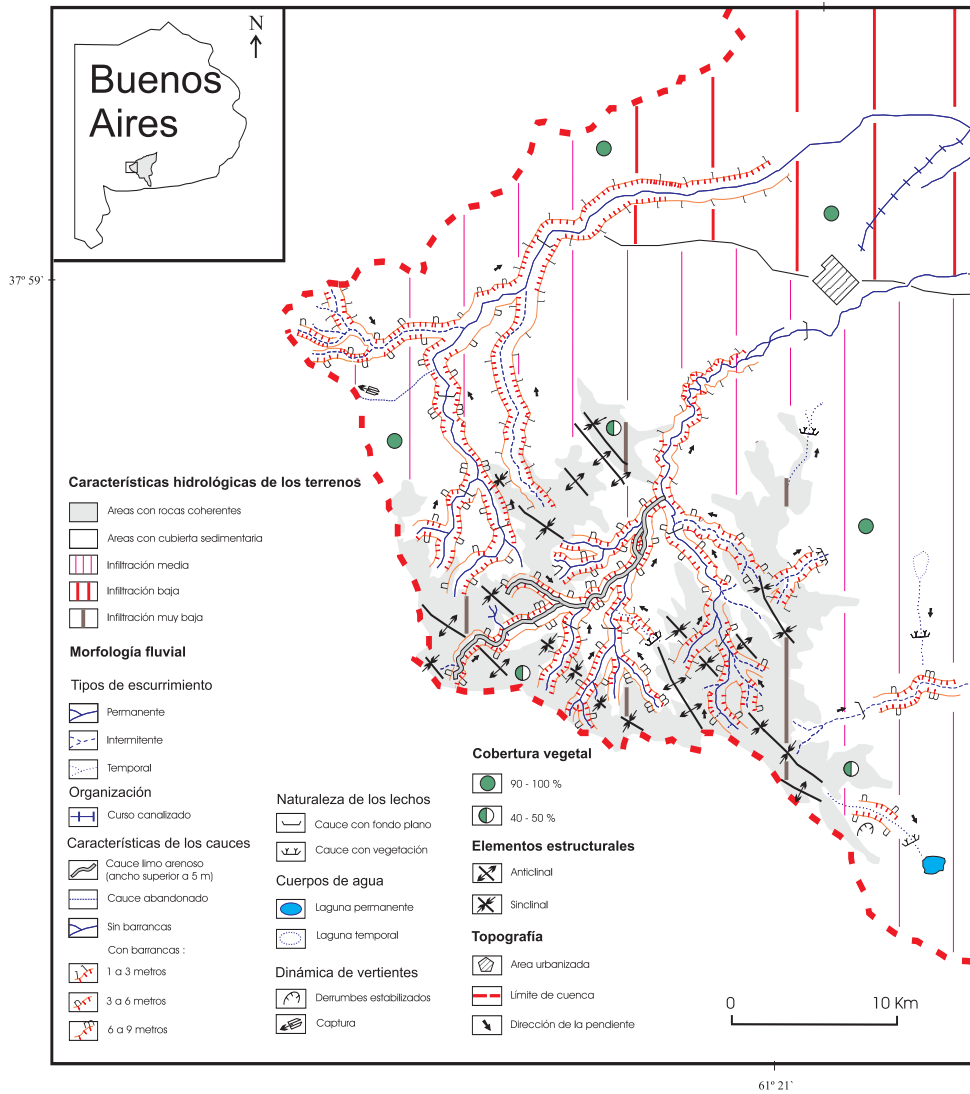


FIGURA 3. Carta hidrogeomorfológica del sector de la Sierra Pillahuincó.

4.3. Cuenca Media

Este sector comprende la mayor parte del río Quequén Salado. Incluye la subcuenca del arroyo Indio Rico y la mayor parte del recorrido de los arroyos Pillahuincó Grande y Pillahuincó Chico, desde el tramo en donde abandonan el sector serrano (Coronel Pringles) hasta sus desembocaduras en el río principal (Figuras 1 y 2). El resto de los cursos son afluentes de distintas categorías que fluyen en forma casi paralela al arroyo Pillahuincó Grande. Estos son los arroyos Jagüelito, Manantiales, los subafluentes del arroyo Indio Rico y otros arroyos menores innominados que surcan entre ellos. Asimismo, también forman parte de la cuenca media el tramo principal del arroyo El Pensamiento y un curso menor sin nombre que es prácticamente el único afluente que recibe el río principal por su margen izquierda a la altura de la Ruta 3 (Figura 1). Por último, se encuentra una serie de canales que surcan al Norte del arroyo Pillahuincó Grande y que con rumbo paralelo al mismo desembocan directamente en el curso principal.

El sustrato sedimentario de esta zona es homogéneo, y está compuesto por limos y loes de distinta antigüedad (Frenguelli, 1928). En él predominan valores de infiltración media (Figura 2), exceptuando algunos sectores del área con coeficientes más altos (25 a 30 mm/hora). Dada su homogeneidad, el avenamiento superficial es controlado principalmente por el sentido de las pendientes regionales, las que se inclinan hacia el Sureste. Si bien sus gradientes son bajos (entre 1,6 y 7 por mil) las inclinaciones son claramente superiores a las expuestas para la cuenca alta, lo que ha generado una red de avenamiento más densa e integrada. Dicha red está controlada en sus primeros tramos por las condiciones estructurales de la Sierra Pillahuincó, hecho que ocasiona que en principio los arroyos tomen un recorrido con sentido Oeste-Este. Cuando el sistema serrano deja de ejercer su dominio, la red se dirige hacia el Sureste hasta unirse al río Quequén Salado (Furque, 1973), quedando conformado un diseño del tipo radial-centrífugo.

Los cursos en que mejor está representado este diseño son los arroyos Pillahuincó Grande y Pillahuincó Chico. Este último fue paulatinamente canalizado hacia un colector originado al Noreste de Coronel Pringles (Figuras 1 y 2) y que a su vez fue uniéndose con otros canales aguas abajo hasta convertirse en un afluente del río Quequén Salado. El resto de los escurrimientos se originan en un sector de planicie más elevado localizado al Sureste de Coronel Pringles, alrededor del cual el arroyo Pillahuincó Grande comienza a describir su semicírculo bordeando este alto topográfico por el Norte. Los arroyos Indio Rico y El Pensamiento, en cambio, tienen su origen en el pie de sierra.

A la altura de Coronel Pringles (Figura 1), el arroyo Pillahuincó Grande deja de presentar las amplias barrancas del sector serrano. Paralelamente, el ancho de su cauce no llega a superar los 5 m y también decrece su profundidad (menos de 0,50 m). Luego de girar hacia el Sureste, el curso vuelve a desarrollar barrancas en el tramo cercano a su desembocadura, aunque de mucha menor magnitud que las del sector serrano (inferiores a 2 m). Esta última característica también se presenta en el arroyo Jagüelito, que ha elaborado barrancas a la misma altura de las recién descritas en el arroyo Pillahuincó Grande. No sucede lo mismo con su afluente y con el arroyo Manantiales, cuyas capacidades erosivas disminuyen desde las cabeceras hasta su desembocadura. No obstante, este último presenta barrancas de hasta 2 m en su tramo final, con un cauce muy angosto y encajonado. Las mismas guardarían relación con un drenaje antiguamente activo, ya que su magnitud no se corresponde con el tipo de escorrentía actual, de carácter temporario en dicho sector.

Con rumbo similar a los cursos mencionados drena el arroyo Indio Rico (Figura 1). A diferencia de aquellos, ha desarrollado una red hídrica de mayor densidad, presentando afluentes de distintas jerarquías. Su tributario principal, al que recibe por su margen dere-

cha, posee un sentido transversal al resto de los cauces. Esto también ocurre a la misma altura con el prácticamente único afluente que recibe el río Quequén Salado desde la margen izquierda. Según González (1995), ambos cursos están asociados a una serie de lomadas que son continuación de otras que comienzan a desarrollarse, con rumbo Oeste-Noreste y Oeste-Suroeste (fuera de la cuenca) en forma interrumpida. En virtud de lo expuesto, los cauces de estos dos cursos están controlados tectónicamente por estas elongadas lomadas (Figura 2).

En el extremo meridional de la Cuenca Media, el río Quequén Salado se encuentra canalizado 22 km desde la laguna Los Tres Reyes hasta el paraje La Sortija (Figuras 1 y 2). Dicha obra obedeció a que el gradiente de pendiente en este sector en particular alcanza valores muy bajos (0,7 por mil), originando frecuentes anegamientos areales. Este tramo recibe una serie de canales de irrigación que se han elaborado con sentido Noroeste-Sureste para drenar los frecuentes excesos de agua generados en el área. Su estructura es similar a la descrita para los desagües de la cuenca alta.

Luego de dicho paraje, el río comienza a desarrollar barrancas, cuya altura no supera los 2 m durante los primeros kilómetros del recorrido. Luego van aumentando, en líneas generales, hasta llegar a los 6 m en el sector correspondiente a la unión del arroyo Pillahuincó Grande y 8 m en la desembocadura del arroyo Jagüelito. Al mismo tiempo, también su lecho se profundiza, alcanzando los 4 m en dicho sector. A la altura de la desembocadura del arroyo Manantiales, el río Quequén Salado recibe a un estrecho aunque muy encajonado cauce que correspondería a un antiguo curso que fuera posteriormente abandonado, dejando lugar a un brazo que hasta 1984 permaneció inactivo. En dicho año, su tramo superior fue canalizado hacia el río Quequén Salado, quedando unido a éste en sus dos extremos. Esta obra se realizó para coleccionar de manera más eficaz las aguas del río y evitar sus continuos desbordes.

Seguidamente de la confluencia de este brazo, el curso principal continúa desarrollando su curso encajonado, con barrancas de más de 10 m de altura que alcanzan su máximo desarrollo luego de la Ruta Nacional 3 (Figura 1). En ese sector, que también incluye los últimos 10 km del arroyo Indio Rico, ambos cursos presentan cauces con barrancas de hasta 20 m de altura en el río Quequén Salado y 8 en el Indio Rico. González (1995) asocia la significativa magnitud de estos abarrancamientos a movimientos de bloques de alcance local. Esto último se corrobora por el hecho de que otros cursos de vertiente atlántica paralelos al río Quequén Salado no exhiben, a la misma latitud, barrancas de tales dimensiones.

4.4. Cuenca Inferior

Abarca el sector conformado por los últimos 25 km del río Quequén Salado hasta su desembocadura en el Océano Atlántico. Está caracterizada principalmente por dos condiciones: 1) la ausencia de afluentes de importancia en el curso principal y 2) la interrupción del cauce por saltos de agua de alturas significativas.

Aguas abajo del arroyo Indio Rico, se une al río Quequén Salado por su margen izquierda un cursillo transitorio de escasa envergadura, que sólo se observa durante las lluvias. Por la margen derecha, el río presenta un muy estrecho aunque barrancoso brazo (hasta 20 m de altura). Otro rasgo notable del último tramo son los numerosos desniveles que se evidencian sobre el cauce del río Quequén Salado, generando cascadas que llegan a tener 6 metros de altura (Figura 2). El borde superior de los escalones que conforman algunos de estos saltos se encuentra bajo una actividad erosiva constante, lo que genera numerosos surcos y correderas que dividen la corriente. En la desembocadura del arroyo Indio Rico, el río Quequén Salado alcanza su mayor profundidad: 15 metros. A partir de allí, ésta decrece paulatina-

mente hasta alcanzar un promedio de 2 metros en el sector de la desembocadura, donde se ha conformando un complejo y dinámico estuario.

5. Conclusiones

El análisis de los diversos factores que condicionan la escorrentía dentro de una cuenca hidrográfica permite interpretar su dinámica y comportamiento. Asimismo, los mecanismos a los que estos cursos están sujetos tienen su explicación en esta multiplicidad de componentes, que en el caso particular del área estudiada han dado como resultado una cuenca marcadamente compleja. Las óptimas condiciones edáficas de los terrenos han determinado la importancia económica del área como región agro-exportadora. Esto implica que todos los estudios que permitan conocer el comportamiento hídrico y sus consecuencias en dichas zonas deban profundizarse. En este sentido, la carta hidrogeomorfológica debe ser tenida en cuenta antes de emprender diversos tipos de actuaciones en la cuenca. De esta manera, teniendo en cuenta las problemáticas derivadas de su comportamiento hidrográfico, se proponen una serie de actividades a modo de síntesis:

- a) Se necesita la canalización de algunos tramos de los arroyos Pillahuincó Grande e Indio Rico para evitar los constantes desbordes a los que se ven expuestos. Es necesario resaltar que el colector principal de estos arroyos, el río Quequén Salado, presenta importantes barrancas en su recorrido, capaces de contener significativos volúmenes de agua. Los sectores donde estas se vean interrumpidas pueden ser rellenados, como ya se ha hecho en algunos tramos del curso.
- b) Es imprescindible que se regule la realización de canales de avenamiento llevadas a cabo por los dueños de los campos. Estas obras se efectúan sin ningún tipo de control por parte de los organismos provinciales y nacionales, facilitando la proliferación de decenas de canales clandestinos.
- c) El aforamiento de diversos arroyos de la cuenca contribuiría a un mejor conocimiento del aporte hídrico de cada curso. Sólo el río Quequén Salado y el arroyo Indio Rico poseen datos de caudales.
- d) En el sector de la cuenca alta, donde se dificulta la transferencia de los excedentes hídricos por canales de drenaje, es recomendable forestar. Esta actividad generaría condiciones favorables para la dispersión de dichos excedentes, disipándolos en sentido vertical mediante el proceso de evapotranspiración. Existen varias especies arbóreas capaces de evapotranspirar grandes volúmenes de agua, siendo recomendables para el área estudiada las de *Eucaliptus*, que ya se han introducido con éxito en la zona, aunque con otros fines.

En vista de la multivariabilidad de procesos estudiados, la carta hidrogeomorfológica se presenta como un documento muy completo, aunque de ninguna manera definitivo. La gran dinámica que ofrecen los sistemas hidrográficos requiere que este tipo de cartografía deba ser actualizado en un plazo no superior a los 5 años. Asimismo, se recomienda hacer extensivo este tipo de trabajos hacia otras cuencas hidrográficas.

Agradecimientos

Este trabajo fue parcialmente financiado por el CONICET (PIP 2158) y la Universidad Nacional del Sur. Se agradece muy especialmente al Dr. Roberto Schillizzi por su asesoramiento en tareas de campo y gabinete.

Bibliografía

- CAMPO DE FERRERAS, A. y PICCOLO, M.C. (1999): «Hidrogeomorfología de la cuenca del río Quequén Grande, Argentina», en Papeles de Geografía. Universidad de Murcia, Volumen 29, pp. 35-46.
- CAPITANELLI, R.C. (1998): «Geografía física y medio ambiente. Revalorización y enseñanza, métodos y técnicas de trabajo». ECOGEO. Mendoza, 153 pp.
- FERTONANI, M. y PRENDES, H. (1983): «Hidrología en áreas de llanura. Aspectos conceptuales, teóricos y metodológicos», en. Actas del Coloquio Hidrología de las grandes llanuras. Olavarría, Volumen I, pp. 119-156.
- FOLK, R.L. (1974): «Petrology of sedimentary rock». Hemphill Publishing Company, The University of Texas. Texas, 182. pp.
- FRENGUELLI, J. (1928): «Observaciones geológicas en la región costanera sur de la Provincia de Buenos Aires», en Anales de la Facultad de Ciencias de la Educación. Paraná, pp. 1-145.
- FURQUE, G. (1973): «Descripción geológica de la hoja 34 n, Sierra de Pillahuincó». Ministerio de Economía. Buenos Aires, 70 pp.
- GONZÁLEZ, M. (1995): «Diagnóstico ambiental de la Provincia de Buenos Aires -Tomo I». Ediciones Banco Provincia. Buenos Aires, 245 pp.
- HARRINGTON, H.J. (1947): «Explicación de las Hojas Geológicas 33 m y 34 m. Sierra de Curamalal y de la Ventana. Provincia de Buenos Aires», en Dirección de Minería y Geología, Bol. N° 61. Buenos Aires, pp. 5-53.
- HERAS, R. (1983): «Recursos hidráulicos. Síntesis, metodología y normas», en Cooperativa de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 380 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS – INDEC (1988): «Censo Nacional Agropecuario 1988, Resultados generales», en Secretaría de Política Económica del Ministerio de Economía. Buenos Aires, 101 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA)-SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. (1994): «Atlas de Suelos de la República Argentina». Proyecto PNUD. Buenos Aires, 525 pp.
- KRUSE, E., LAURENSENA, P., DELUCHI, M. y VARELA, L. (1996): «Caracterización de la red de drenaje para la evaluación hidrológica en la región interserrana, Provincia de Buenos Aires», en Actas del I Congreso Nacional de Hidrogeología. Bahía Blanca, pp. 133-144.
- LA VOZ DEL PUEBLO (2002): «La superficie sembrada en la región. Campaña 2001/2002». Diario La Voz del Pueblo. Tres Arroyos, 8 de abril.
- MARINI, M.F. y PICCOLO, M.C. (1997): «Descripción y Cambios en algunos Ríos y Arroyos de la Cuenca del Río Quequén Salado», en Actas de la 19 na. Reunión Científica - Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. San Juan, pp. 336-340.
- MARINI, M.F. (2002): «Hidrografía del río Quequén Salado. Tesis Doctoral». Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, 162 pp.
- MIKKAN, R. (1998): «Fenómenos catastróficos naturales que afectan al Gran Mendoza. Tesis Doctoral». Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, 150 pp.
- STALLINGS, J.H. (1977): «El Suelo. Su Uso y Mejoramiento». Compañía Editorial Continental S.A. México, 480 pp.
- SUERO, T. (1957): «Geología de la Sierra Pillahuincó, Sierras australes de la Provincia de Buenos Aires», en L.E.M.I.T., Serie II, N° 74. La Plata, pp. 5-31.
- VERSTAPPEN, H.T. y VAN ZUIDAM, R.C. (1991): «The ITC system of geomorphological survey». Second Edition ITC, Publication Number 10. Amsterdam, 89 pp.

