

DIAGNOSIS GEOHIDROLOGICA APLICADA EN EL VALLE INFERIOR DEL RIO CHUBUT

Hernández, M. A., Ruiz de Galarreta, V. A. y Fidalgo, F.

Facultad de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de la Plata

RESUMEN

Se sintetizan las características diagnósticas del ciclo hidrológico en el área, basadas en la definición del medio físico (geomorfología-geología superficial) y la identificación de la hidrodinámica subterránea. Reconócese un sistema geohidrológico único en régimen no permanente (natural y artificial), con un subsistema freático regional y otro, semiconfinado, más restringido. La recarga es predominantemente alóctona, comportándose el río históricamente como influente, carácter acentuado luego del control aguas arriba por medio de un dique. Este hecho, junto con la geometría del riego, el clima árido y la escasa pendiente, inciden en los suelos de aptitud agrícola por la relativamente alta posición de los niveles freáticos. La descarga es fundamentalmente consuntiva, materializándose también hacia una antigua área albufera y hacia el mar.

Palabras clave: Geohidrología, geomorfología aplicada, sistema geohidrológico, drenaje.

GEOHYDROLOGICAL DIAGNOSIS APPLIED TO THE LOWER VALLEY OF CHUBUT RIVER

ABSTRACT

Diagnostic characteristics of the local hydrologic cycle are sintetized, based in the physic media definition (geomorphology and surface geology) and groundwater dynamic identification. An only geohydrological system was recognized, in natural and antropic non-steady flow. Included a regional phreatic sub-system and other one, semiconfined, more restricted. The recharge is external, through Chubut River. It's hystorically influent, but this modality is more marked after the dam's emplacement upstream. This, together with the irrigation system, climatic characteristics and a very low slope, influences on the farming soils, by the relatively high position of the water table. The main discharge is by consumptive mechanisms and also to an old "albufera" area and to the Ocean.

Key works: Geohydrology, applied geomorphology, geohydrological system drainage.

INTRODUCCION

Esta contribución corresponde al Programa "Formulación de un Plan Integral de Manejo Hídrico para el Valle Inferior del Río Chubut" (Convenio CFI-Pcia. del Chubut), conducido por el Lic. José A. Kersfeld. Su intención es aportar una diagnosis básica para el diseño de un sistema de drenaje, que posibilite el mejoramiento de los suelos productivos del valle.

Se expone aquí una síntesis de la geomorfología y geología superficial como apoyo al estudio geohidrológico fundamental. En el primer caso, se trata de un reconocimiento expeditivo a escala 1: 100.000 a fin de distinguir unidades litogeomórficas mayores, en función del material y presupuesto disponibles; se reconocieron también unidades litoestratigráficas correspondientes al sustrato geológico, esencialmente sus caracteres más destacados. Esta tarea estuvo a cargo de uno de los autores (F.F.).

En este marco y el de la geología de subsuelo, se desarrolló una acción hídrica, modificada por factores antrópicos (riego, construcción de un dique aguas arriba, urbanización), que se ha procurado identificar y diagnosticar a una escala de mayor detalle, dada la índole de la especialidad. La responsabilidad en este caso recayó en otro de los autores (MAH) con la colaboración del restante (VARG).

Tanto el medio físico como el desarrollo de la fase terrestre del ciclo hidrológico, poseen gran influencia en la problemática de los suelos del VIRCH.

MATERIALES Y METODOS

La tarea inicial consistió en la recopilación y análisis de antecedentes y confección de la cartografía de base. Para la elaboración geomórfica-geológica superficial, se utilizaron fotogramas a escala 1: 60.000, complementados únicamente cuando el análisis lo requirió en fotomosaicos 1: 20.000, las unidades fotomapeadas fueron verificadas en el campo, reconociéndose las arealmente y a través de cortes geológicos, que incluyeron perfiles de la secuencia terciaria. También fue realizado un vuelo a media altura para una visualización de conjunto.

Para la calificación de los materiales se recurrió a la toma y descripción de muestras de afloramientos, de las procedentes de perforación o reperforación de estaciones freáticas y a la información aportada por el equipo de edafología (Laya, 1981).

El reconocimiento geológico de subsuelo incluyó la interpretación de perfiles de perforación anteriores y de algunas realizadas al efecto y para la ejecución de ensayos hidráulicos, lamentablemente en cantidades insuficientes.

En el aspecto hidrológico, el balance local fue aproximada a partir de datos hidrometeorológicos de la estación SMN Trelew, para definir las variables precipitación y evapotranspiración potencial; de información fluviométrica cedida por Agua y Energía (caudales erogados por el Dique Ameghino, módulos de entrega por los canales de riego principales, aforos del río Chubut dentro del valle) y de los métodos que se describen para la hidrología subterránea.

Se partió de un censo básico (junio 1981) con relevamiento hidrométrico, muestreo hidroquímico, acotamiento topográfico y a partir de allí, operación de 260 estaciones de registro freático-piezométrico (red monitorea), parte de las cuales existían y fueron perforadas y otras habilitadas especialmente; se contó también con información procedente del relevamiento de suelos. Con estos elementos fue trazada una red equipotencial básica (Figura 2) y sucesivas estacionales, con frecuencia bimensual, durante un ciclo completo.

Pudo seguirse así la evolución hidrométrica por más de un año y confeccionar cartas de isovariación estacional (entre dos momentos extremos) y máxima (entre máximos de cada punto). El cotejo de la red básica con otras reconstruidas en función de datos antecedentes (Bandura, 1953; Reichart, 1962), permitió interpretar el comportamiento geohidrológico aún antes de la construcción del dique, en especial referente al rol del río Chubut.

El resultado de los análisis químicos permitió contar con un valioso auxiliar para la interpretación hidrocinámica, a partir de mapas de isoconas y isorelaciones iónicas, agrupamiento de familias típicas según el método de Schöeller y seguimiento de los cambios acaecidos durante la operación de registro y muestreo periódico.

Los parámetros geohidrológicos (coeficientes de permeabilidad, transmisividad, almacenamiento, filtración vertical, etc.) se obtuvieron mediante ensayos diversos: para la unidad semiconfinada (a describir) y ciertas localizaciones de la capa reática se emplearon los de bombeo de Theis, Hantush-Jacob, Papadópoulos-Cooper, Porchet y de recuperación de Theis; en casos de capa freática de caudal exíguo, debió recurrirse al de recarga de Gilg-Gavard (carga variable).

Unidad litogeomórfica es un depósito y una forma de variadas dimensiones, que se distingue esencialmente por sus características superficiales, en relación con la escala en que se trabaja y para los fines principales que se aplique.

Las unidades mapeadas en este caso son de máximo interés regional en relación directa con problemas hidrológicos mayores: A albardones; CL cordones litorales; DSL depresiones sublitorales; RSADA remanentes superficiales de antiguo diseño de drenaje anastomosado; ZMDCP zona con migración del cauce principal; ZSMDCP zona sin migración del cauce principal. Existen otras unidades como los pedimentos de flanco, las terrazas fluviales, los conos aluviales, los medanos, que resultan de distribución limitada y aunque tengan determinada influencia, ésta es solo local y prácticamente puntual para la escala utilizada.

Un conjunto de características y coincidencias en determinadas propiedades hidrológicas elaboradas en su trabajo, encuentra el equipo hidrogeológico (MAH y VARG) en relación con las unidades litogeomórficas diferenciadas que se destacan en las conclusiones del presente trabajo.

Finalmente, cabe en esta introducción una caracterización general del área. Ubicado sobre la latitud 43°, entre meridianos 65° y 66° W, el valle es terminal del río Chubut, alóctono, con zona generadora cordillerana y régimen pluvio-nival. Soporta un clima extremadamente árido y desde algo más de un siglo posee cultura de riego. En 1963 fue construido 80 km de dique aguas arriba el Dique F. Ameghino, y en la actualidad, el va-

lle exhibe una degradación notable en su capacidad agrícola y excesos hídricos. Las obras de drenaje son de orden primario e insuficientes para evacuarlos, razón por la cual se puso en práctica el Programa que contiene a este estudio.

RESULTADOS

Las rocas y depósitos reconocidos en el valle fueron divididos en dos grandes grupos:

- 1) Roca de base o sustrato sin expresión geomórfica definida.
- 2) Depósitos continentales y marinos con cierta expresión geomórfica.

1) Las unidades litoestratigráficas del primer grupo y sus características se resumen en la Tabla 1:

2) En el segundo grupo se distinguen:

- a) Los elementos geomórficos mayores ubicados por encima de la "Planicie de inundación" actual esencialmente "Mesetas", "Terrazas fluviales" y "Pedimentos de flanco".
- b) Los elementos geomórficos emplazados en la "planicie de inundación", tomando este término en sentido amplio y referido al piso del valle comprendido entre las bardas N. y S., constituidas de rocas del sustrato.

2.a. En el primer caso se ubica la totalidad de los niveles con los muy conocidos "Rodados Patagónicos", de los cuales se consideran:

Mesetas

Forman las divisorias más elevadas, con máximo desarrollo en sentido W-E, integradas por una carpeta de grava arenosa de no más de 2-3 m de espesor, cuya cementación se produce de la superficie al interior del depósito, formando una capa más o menos continua de 50 a 60 cm paralela a la superficie, aunque en forma columnar pueda prolongarse hacia abajo. Son los depósitos de máxima carbonatación y es común hallar clastos de aproximadamente 1-2 cm que sobrenadan en una matrix limoarenosa carbonatada.

Terrazas fluviales

Antiguas planicies de inundación del protochubut, si a este nombre se lo usa en sentido de ser el río predecesor del actual. En este caso, y dadas las características de los depósitos que integran los remanentes de Terrazas fluviales, es claro que el protochubut tenía condiciones dinámicas diferentes a las actuales. Como puede verse en la llamada "Terraza intermedia" o en los remanentes más reducidos pero de similar origen señalados en la Figura 1, están integrados fundamentalmente por gravas arenosas donde puede variar algo de diámetro de los clastos, ubicados en los términos guija, guijarro y guijón; en general, suelen presentar menor carbonatación en la medida que estas acumulaciones constituyan unidades geológicas más jóvenes.

Además, cuando es posible observar repetidos cortes, la imbricación de los clastos así como su distribución superficial, indican claramente por un lado, la dirección prevalente en que corría el protochubut, y en segundo término, que el diseño individual del drenaje era principalmente anastomosado en contrapo-

TABLA 1: Características de las unidades litoestratigráficas.

Unidad	Tipo litológico	Espesor	Relaciones	Edad
Fm. Longo Trapial	Porfiritas, riolitas riodacitas, tobas, ignimbritas	> 30 a 40 m		Jurásico
Grupo Sarmiento	Tobas, cineritas, arcillitas, areniscas, etc.	> 30 a 40 m	Discordancia de erosión en base y techo	Eoceno Oligoceno
Patagoniense-entrerriense	Areniscas, tobas, limolitas, arcillitas, etc.	> 40 a 50 m	Discordancia de erosión en la base; techo en transición a Rionegrense	Oligoceno Mioceno Plioceno Inferior
Rionegrense	areniscas	< 10 m	Base transicional; techo en discordancia de erosión	Plioceno en general

sición con el actual, esencialmente meandroso. Se trata de un conjunto de Terrazas que, en un trabajo más detallado, pueden aportar una más detallada historia geológico-geomorfológica del área. Los espesores observados no sobrepasan los 10 m aunque en algunos casos pueda superárselos.

Pedimentos de flanco

Formas que se desarrollan entre la meseta y/o las Terrazas fluviales o la Planicie de inundación del río, principalmente por procesos de remoción en masa.

Se trata de superficies de erosión y transporte desarrolladas sobre la roca de base o sustrato, con una carpeta de sedimentos sobrepuesta integrada por una grava arenosa, a veces con algo de cemento calcáreo superficialmente. Marcan diferentes niveles de base suministrados por el curso principal, pudiéndose observar excelentes ejemplos en distintos lugares de la zona, uno de los cuales es el tramo de R.N. N° 3, cuando esta se eleva desde la margen S. del valle hacia la Meseta.

2.b. Planicie de inundación

Bajo esta denominación se involucra toda la zona de influencia factible de riego, comprendida entre ambas bardas, donde las pendientes son en general menores a $1 \cdot 10^{-2}$ y $2 \cdot 10^{-2}$ cuyas tierras resultan de alguna forma dominables físicamente para el regadío, aunque localmente sea necesario realizar obras de cierta importancia.

Está definitivamente delimitada en la Figura 1. Es un área de geomorfología compleja ya que se suman a la acción fluvial pasada y presente, los rasgos debidos a acción eólica, remoción en masa, etc., acaecidos en distintos momentos de la historia geológica de la zona.

Desde la costa hacia el interior, es decir aguas arriba del valle, pueden distinguirse como formas la **zona de playa** y los **cordones litorales (CL)** actuales y antiguos. Al W de estos se ubica una serie de antiguas depresiones costeras, principalmente lagunas, que se formaron con un nivel del mar más occidental que el actual (**depresiones supralitorales-DSL**). En algunas de ellas quizás fuese más apropiado por sus características, hablar de albuferas, cuyas posiciones más accidentales se ubican al menos en las inmediaciones de Trelew. Los otros rasgos superficiales que se ven en la parte más importante de la Planicie de inundación hasta la zona de Boca Toma, se vinculan con los **cauces abandonados**, los **conos aluviales** que descienden ocasionalmente de las bardas y los remanentes de diseño de drenaje individual que puede hablar de parte de la historia del río y su dinámica.

Sumado a lo ya expresado, se encuentran las **acumulaciones de origen eólico** que caracterizan gran parte, sino a la totalidad, de la Planicie de inundación.

Cauces abandonados

Corresponden a distintos momentos de la historia geomórfica. Pertenecen claramente a un diseño individual meandroso. Generalmente presentan formas de media luna o similares, típicas del estrangulamiento de meandros. Se observan netamente desde la longitud de Trelew hacia el E., así como de la de Dolavon hacia el W., especialmente al N. del cauce actual en este último caso. Entre Trelew y Gaiman se ven unos pocos restos de cauces abandonados que, en general, son extremadamente rectos así como en parte de los reconocidos desde el meridiano de Dolavon hacia el W., en particular la mayoría de los ubicados al S. del cauce actual. Aunque de más compleja interpretación, estos cauces abandonados pronunciadamente rectos pueden en parte deberse a momentos o tramos en que el diseño individual era anastomosado o en transición hacia el.

Conos individuales

Rasgos muy típicos, constituyen el producto de acción fluvial y lavado en manto que acaece en las cuencas que se extienden y desarrollan desde la meseta aledaña hacia la Planicie de inundación. Un ejemplo típico lo constituye el ubicado inmediatamente al NE de Dolavon.

Diseño individual de drenaje

De los reconocimientos realizados, surge que la Planicie de inundación puede dividirse en dos comarcas bien diferenciadas en relación con el diseño individual de drenaje que gobernó la evolución geomórfica del VIRCH:

- a) Un primer sector que se desarrolla hasta Dolavon o algo más al E., donde la distribución de grava en superficie o muy cerca de ella manifiesta con claridad un antiguo **diseño individual de drenaje anastomosado (RSADA)**, aunque en parte se le hayan sobrepuesto sedimentos finos, sobre los cuales se elaboró un diseño meandroso.
- b) Desde Dolavon hacia el E. y coincidiendo prácticamente con la desaparición de grava en superficie, se observa un diseño meandroso, que se desenvuelve hasta prácticamente la desembocadura del Chubut, sobre sedimentos de textura principalmente samítica y pelítica.

Acumulaciones eólicas:

Puede verse en el valle, y particularmente en la Planicie de inundación, la presencia de sedimentos eólicos, desde el vértice occidental hasta la costa. Es po-

sible realizar algunas diferenciaciones a veces sutiles, otras claramente detectables, pero en general muestran también que por momentos, la acción eólica fue sumamente importante.

En la región oriental, en particular en las áreas donde se hallan las remanentes de lagunas costeras y cordones litorales, los sedimentos eólicos han estado relacionados con el material provenientes de las playas actual y antigua, con prevalencia textural de arena mediana a gruesa en gran parte de las acumulaciones. Pueden formar verdaderos médanos (zona vecina a la costa en inmediaciones de la desembocadura) o constituir mantos delgados como los observables en relación con los cordones litorales y aún en vecindades de las depresiones que correspondieron a lagunas costeras. Hacia el W., los sedimentos eólicos son en general finos, preferentemente limos y arcillas. Comúnmente constituyen acumulaciones matiformes, en general discontinuas desde Dolavon hacia el W. y continuas desde esa localidad hacia el E., pasando de formas de manto hasta lomadas, aunque informes. Estas acumulaciones finas resultan a veces difícil de diferenciar de otras de origen fluvial como las que conforman **albardones** * que, cuando están en evolución, son fácilmente distinguibles pero cuando se encuentran en relación con cauces abandonados, el problema es más complicado.

También se han reconocido suelos enterrados o paleosuelos separando dos depósitos de origen eólico y/o fluvial, lo que en ciertos casos podría revelar con trabajos detallados, la existencias de oscilaciones climáticas producidas en tiempos holocenos. El equipo de Edafología también detectó la presencia de posibles suelos sepultados o enterrados.

En lo referente al aspecto hidrológico, la extrema aridez del clima impone un déficit hídrico elevado, del orden de los 545 mm (precipitación 179 mm; evapotranspiración potencial 724 mm **). Parte de este último insumo es satisfecha por el aporte alóctono del río, de carácter predominantemente influente (Figura 2) y el riego estaciona -septiembre a marzo- cuyos canales de distinto orden son de igual carácter.

El aluvio cuaternario configura un sistema geohidrológico único, dentro del cual es posible diferenciar dos sub-sistemas: uno freático de índole regional y otro semiconfinado, yacente en los dos tercios orientales aún cuando reconoce cierta discontinuidad. El sistema está caracterizado por una probada anisotropía que, al considerar todo el valle puede ser considerada como heterogénea pero que exhibe una apreciable homogeneidad dentro de los límites de las grandes unidades lito-geomórficas mapeadas.

El único testimonio de comportamiento hidrolito-

lógico **acuífugo** está representado por los restringidos afloramientos de la Fm. Lonco Trapial en el extremo W, sin considerar su posible permeabilidad secundaria. Elementos de tipo **acuicludo** a **acuitardo** prevalecen en la Planicie de inundación donde domina el diseño individual meandroso, con mayor potencia hacia el E. Los de tipo **acuífero** corresponden a los depósitos ubicados en la unidad lito-geomórfica RSADA y su extensión en profundidad sobre el piso del valle (donde alojan al miembro semiconfinado); a los sedimentos que conforman la unidad litogeomórfica DSL; a los depósitos de albardón y, cuando su magnitud es relativamente apreciable, a las acumulaciones eólicas y relicto de cauces abandonados. También los cordones litorales ofrecen este comportamiento.

La recarga del sistema es principalmente alóctona: directa hacia la capa freática e indirecta hacia el sub-sistema semiconfinado. La principal ocurre a partir del río, en toda época, y mediante la dispersión por riego, fundamentalmente en primavera-verano. El elemento de transición en el primer caso lo constituye el albardón que flanquea al cauce actual, el cual presenta también efectos de almacenaje de banco o ribera; en el segundo caso, es más notoria en la unidad RSADA aunque los efectos influentes de los canales de riego son más perdurables en el tiempo por fuera de ella, son sedimentos más finos y menos permeables. El retardo observado es de dos a tres meses luego de interrumpido el riego.

La descarga principal es de tipo consuntivo (evapotranspiración-evaporación). Arealmente, se reconocen áreas principales de descarga regional, como es el caso de la unidad DSL donde es manifiesta la convergencia de filetes de flujo (Figura 2) y el océano, en este caso dificultada en parte por la presencia de los cordones litorales. Otros sectores son más reducidos, de carácter sub-regional a local. Existen aquellos donde el nivel freático o la franja capilar son muy someros hasta aflorantes. Ello es especialmente notado en épocas de riego o pelo de agua del río persistentemente alto, y esta situación coincide con zonas de pendiente exigua incidiendo también la dirección de la misma. En algunos casos (Club Hípico Gaiman) se da además por la poco feliz convergencia del río, canales de riego principal y secundario y canal de drenaje, que ocasionan un verdadero endicamiento con revenimiento de los niveles. También sectores ribereños adosados al albardón sufren anegamiento en épocas de máxima fluviales.

En estos sectores es donde la descarga consecutiva adquiriría su mayor intensidad, los perfiles de suelos son de marcado hidromorfismo (Laya, op cit) y la salinidad-sodicidad de suelos y aguas resultan elevadas.

* Esta forma no está diferenciada en la Figura 1 por razones de escala.

** Los valores son módulos treintenaes.

El carácter influente del río fue reconstruido aún para épocas anteriores a la construcción del dique, utilizando datos aportados por Bandura (op. cit.) y Reichart (op. cit.), para momentos de riego y no riego de los años 1953 y 1962. De tal forma parece invalidarse un viejo concepto de que el río actuaba como dren principal natural en situaciones de estiaje. Lo que sí pudo estimarse mediante el cotejo de las redes históricas con la básica y las estacionales de riego actual, es que la entrega de agua al subsuelo era bastante menor que en la actualidad con el río regulado.

La historia freática aportada por Agua y Energía y la generada durante este estudio, muestran variaciones dispares en cuanto a las oscilaciones estacionales y máximas absolutas. En ambos casos, el signo de la variación no fue el mismo, vinculándose ello por un lado con la geometría de la distribución del riego y por otro con las características hidrológicas de las unidades lito-geomórficas, como puede verse en el Tabla 2. Una situación excepcional aparece desde hace más de seis meses (1982), donde caudales poco habituales del río son erogados por necesidad operativa del dique, tendiendo a homogeneizarse las variaciones.

Los gradientes hídricos son relativamente más uniformes tanto en la zona de recarga coincidente con la unidad RSADA como en la de descarga ubicada en la DSL. En el primer caso, por la relativa uniformidad de la transmisividad, numéricamente alta; en el segundo, por la permanente descarga del sistema. Los extremos medios van de $1,5 \cdot 10^{-3}$ a $2,5 \cdot 10^{-4}$.

Los niveles piezométricos son hidráulicamente positivos (respecto a los freáticos) en la proximidad de las zonas de descarga principales, y neutros a negativos en el resto del área. Su variación temporal es de mayor amplitud que los de la capa freática. Esto estaría indicando que, pese a reconocerse un régimen claramente no-permanente en el sistema, la variabilidad sería mayor en el sub-sistema semiconfinado, aunque ello pueda resultar paradójico.

La delimitación espacial del sub-sistema semiconfinado no pudo hacerse nada más que en una primera aproximación, al no poder tratarse la hidrogeología de subsuelo con el mismo detalle que el resto. Esto ocurre al no contarse hasta el momento con sondeos de exploración ensayo en la cantidad requerida. Sin embargo, algunas evidencias logradas son el aumento de potencia del techo acuitado de W. E. y la ausencia de semiconfinamiento en ciertos sectores, como son algunos de albardón y, fundamentalmente la zona de depresiones supralitorales donde no fue hallado en ningún caso; también estaría ausente en los bordes de ambas bardas y, lógicamente, en el sector superior del valle. Los valores de coeficiente de filtración vertical son realmente elevados, pero es necesario aclarar que los pocos ensayos practicados lo fueron en la zona

central, donde la calidad hidrológica y los espesores atravesados no son representativos de la unidad en su conjunto.

Los coeficientes de transmisividad del miembro semiconfinado van de 300 a 800 $m^2/día$. Para la capa freática se obtuvieron valores de permeabilidad máximos en depósitos ubicados en la unidad lito-geomórfica RSADA (mayores a 100 $m/día$), siguiendo en orden decreciente los de albardón (5 a 20 m/d), de la unidad DSL (3 a 15 m/d) y los mínimos en las denominadas ZSMDCP ($5 \cdot 10^{-2}$ m/d) y ZMDCP ($5 \cdot 10^{-3}$), donde la condición hidrológica es en general acuitada a acuíclada (depósitos pelíticos).

La información hidroquímica y su elaboración fue utilizada fundamentalmente como apoyo al reconocimiento hidrodinámico. Las zonas de descarga exhiben máximos de salinidad, mínimos de la relación iónica CO_3H^-/CL^- y un tipo predominantemente clorurado-sódico. Existe en general un cambio en tal sentido desde las zonas de recarga (en especial los albardones y la unidad RSADA en su mayor parte), aunque en esta última se localiza un sector de agua salinas, coincidiendo con suelos fuertemente sódicos y gradientes hídricos sumamente bajos. En la Tabla 2 se ofrece una síntesis generalizada de las características hidro-químicas.

Ya se ha mencionado el rol de los canales de riego. Los de drenaje y desagüe ofrecen una relación opuesta, ya que resultan efluentes como es su finalidad, durante todo el año. Al tratarse de colectores sin ramificar, el efecto es muy local y limitado a una estrecha faja a ambos flancos. Microredes de flujo elaboradas con escala de detalle y gran densidad de información (Hernández y Ruiz de Galarreta, 1981) han mostrado algunas excepciones, una de las cuales se localiza en el Club Hípico Gaiman, ya comentada.

A la luz del mecanismo geohidrológico apretadamente sintetizado, surgirían indicios que las soluciones al drenaje de los excesos no serían únicas, ya que problemas complejos como el que se ofrece en el valle difícilmente admitan soluciones standardizadas. El equipo que especialmente trata el tema, en base a estos estudios, así lo entiende al plantear la operación de áreas piloto, seleccionadas utilizando los mapas de suelos (Laya op. cit.) y los atinentes al tema geohidrológico.

La descripción de los resultados obtenidos, muestra una estrecha relación del desarrollo del ciclo hidrológico con las características del medio físico (geomorfías, litología, suelos), en beneficio del espacio, se ha elaborado un gráfico sintético (Tabla 2) donde se paralelizan las características diagnósticas del medio, excepto lo referente a suelos expuesto en su trabajo por Laya y Amioti, con las principales hidrogeológicas, hidrodinámicas e hidroquímicas.

La vinculación en horizontal permite una defini-

TABLA 2: Características hidrogeológicas de las unidades litogeomórficas.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Unidad litogeomórfica	Características	Litología	Hidrología	Permeabilidad (m/día)	Zona geohidroológica	Subsistema hidráulico	Gradiente hidrico	Δ Freáticas estacionales	Δ Freáticas máximas	Efectos hidrodinámicos	Salinidad (g/l)	rCO_3H/CT
R.S.A.D.A.	Diseño anastomosado antiguo típico	Grava limoarenosa a limosa c/ acumulaciones superficiales limo-arcillosas	Acuífero	Alta 100	Recarga Descarga zona sur	Frático	Uniforme 1.5.10-3	Máximas (+)	Máximas (+)	Pred. recarga infiltración rápida	Baja 1	> 1
Z.M.D.C.P.	Cambios de posición en la planicie e inundación	Limos, arenas y arcillas	Acuitardo	Muy baja 5.10-3	Conducción descarga	Frático + semiconf.	Variable 5.10-3 a 2.10-4	Medias (+ > -)	Medias a mínimas (+) (-)	Aneamiento gran descarga consunt. máximo semiconf.	Medias a alta 3 a 35	1.10-2 a 5.10-1
Z.S.M.D.C.P.	Cauces bien definidos en parte encajados	Limos, arenas y arcillas	Acuífero pobre a acuitardo	Baja 5.10-2	Conducción	Frático + semiconf.	Variable 4.10-3 a 2.10-4	Medias (+) (-)	Medias (+)	Predominio conducción semiconfin.	Medias a alta 2 a 20	$\approx 5.10^{-1}$
C.L.	Acumulaciones en forma de hornadas, originadas en la playa externa	Grava arenosa y arena, abundantes restos moluscos	Acuífero	Alta -	Recarga (eventual meteorica)	Frático ?	-	-	-	Infiltración rápida	Medias 5	-
D.S.L.	Relieve negativo; en relación con lagunas costeras	Esencialmente arenas y limos	Acuífero	Alta 3 a 15	Descarga	Frático	Uniforme 2.5.10-4	Mínimas ≈ 0	Mínimas ≈ 0	Almacenaje superficial gran descarga consunt.	Muy alta 15 a 75	1.10-2 a 5.10-3
A.	Lomada individual en márgenes del cauce especialmente en meandros	Limos, arcillas arenas	Acuífero	Alta 5 a 20	Recarga conducción	Frático	Variable -	Máximas (+)	Máximas (+) (-)	Trasmisión río-acuífero almacenaje de ribera	Baja 1	> 1

* La unidad "A." columna 1 no se representa en la Figura 1 por razones de escala.

* Las columnas 4 y 6 se refieren a predominio relativo.

* Las columnas 9 y 10 están referidas al ciclo VII/81 - VI/82.

ción relativamente aproximada de cada entidad, de forma que la comparación de las sucesivas líneas no dejan lugar a dudas acerca de que unidad se trata y cuales son las particularidades geohidrológicas reconocibles. Una disciplina que no ha podido concurrir al mismo adecuadamente es la hidrogeología de subsuelo y tampoco los cordones litorales han tenido información de la misma densidad que las demás.

Finalmente, una acotación necesaria acerca de los límites del sistema. El inferior lo constituye el sustrato o roca de base (fondo del valle) y el superior obviamente el contacto superficie topográfica-atmósfera. Los laterales N y S son los bordes de la Planicie de Inundación y, si bien se trata de un límite positivo (permeable), los flujos son escasamente significativos como lo demuestran los perfiles de equilibrio trazados y los indicios hidroquímicos. El límite W es fundamental, ya que por él ingresa el principal aporte (escurrimiento fluvial) y en escasa magnitud afluencia subterránea.

CONCLUSIONES

- El sistema reconocido, integrado por un contexto físico y un otro dinámico (el agua) se enmarca en la diferenciación preliminar de grandes unidades ligomorfológicas, vinculadas con el desarrollo del ciclo hidrológico en la zona.
- En base a la operación de estaciones de registro periódico, y sucesivas redes equipotenciales y mapas hidroquímicos, se ha diagnosticado la existencia de

un sistema geohidrológico único, diferenciable en dos sub-sistemas (uno freático regional y otro semiconfinado más restringido), sometidos ambos a un régimen no-permanente (natural y artificial).

- La recarga del sistema es fundamental alóctona (directa hacia la freática e indirecta hacia el sub-sistema semiconfinado), tal como surge de la cartografía analítica. El río se comporta y ha comportado antes de la implantación de un dique regulador, como influente.
- Este hecho sumado a la influencia del riego estacional, hacen que el régimen subterráneo incida en el desarrollo de los suelos de interés agrícola, como se desprende del cotejo con las elaboraciones de Laya (1981).
- La descarga principal es de tipo consuntivo, localizable arealmente en su mayor expresión en las depresiones sub-litorales y en localizaciones de pendiente muy exigua, a lo que se suma la geometría del riego, lo cual redundará en la mayor altura relativa de los niveles freáticos.
- Coincidiendo con esto, existen máximos de salinidad y sodicidad, amén de la que se produce en ambientes de acción paleomarina (depresiones sub-litorales).

"Sería necesario que en trabajos multidisciplinarios, se empleasen en escala lo más compatible posibles, de modo que las hipótesis emergentes puedan ser valoradas con identidad resolutoria. La base aquí sintetizada se aproxima solo a una convergencia, que con detalles afinados pudo ser más efectiva.

BIBLIOGRAFIA

- Bandura, I., 1953. "Características hidrogeológicas de las depresiones en el Valle Inferior del Río Chubut". Agua y Energía Eléctrica. Archivo técnico. Buenos Aires.
- Camacho H. y J. Fernández, 1956. "La transgresión patagónica en la costa atlántica entre Comodoro Rivadavia y el cuerpo Inferior del Río Chubut". Rev. Asoc. Geol. Arg., XI, 1. Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1949-50. "Descripción geológica de la Patagonia". T. I y II. Dirección General YPF, Buenos Aires.
- Fidalgo, F., 1981. "Geología superficial y geomorfología del VIRCH" en Hernández, M. A. "Informe de Avance Hidrogeológico". Convenio VIRCH (ined) CFI. Buenos Aires.
- Fidalgo, F. y J. C. Riggi, 1970. "Consideraciones geomórficas y sedimentológicas sobre los Rodados Patagónicos". Rev. Asoc. Geol. Arg., XXV, pp 430-444. Buenos Aires.
- Franchi, R. M.; J. F. Haller; R. Lapido; F. N. Page y H. Pesce. "Geología de la región nororiental de la provincia de Chubut, República Argentina II Congreso Iberoamericano de Geología Económica. T IV, pp 125-140. Buenos Aires.
- Hernández M. A., 1982. "Estudio Geohidrológico". Form. de un Plan Integral de Manejo Hídrico para el VIRCH. Convenio VIRCH (CFI-PCh) Buenos Aires.
- Hernández, M. A. y V. A. Ruiz de Galarreta, 1981. "Estudio de la hidrodinámica freática en relación con los aportes de canales". Convenio VIRCH. Inf. Int. Oper. Hidrogeol. (inedito) Buenos Aires.
- Laya, H., 1981. "Relevamiento semidetallado de suelos". Form. de un Plan Int. de Man. Hídrico para el VIRCH. Convenio VIRCH (CFI-Pcia. Chubut) Vol. 1, 2. Buenos Aires.
- Reichert, M. y J. C. Dragonette, 1962. "El sector agropecuario" en Ferrer "Programa de desarrollo del Valle Inferior del Río Chubut. Pcia. del Chubut". CFI, Anexo N° 1, Buenos Aires.