

CONSIDERACIONES PREVIAS SOBRE LA EVOLUCIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN LAS AGUAS DEL RÍO ANDARAX

FRANCISCO SÁNCHEZ MARTOS

Dpto. de Geodinámica. Universidad de Almería.

PEDRO AGUILERA AGUILERA

JOSÉ LUIS MARTÍNEZ VIDAL

Dpto. de Química Analítica. Universidad de Almería.

INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Andarax con unos 2.100 km² de superficie constituye la segunda cuenca de la provincia de Almería en cuanto a extensión. Sus afluentes importantes corresponden al río Nacimiento y las ramblas de Gérgal y Tabernas. Los ríos Nacimiento y Andarax reciben aguas de las Sierras de Gádor, Nevada, Baza y Filábres con altitudes que alcanzan los 2500 metros, presentan grandes fluctuaciones de caudal a lo largo del año, quedando prácticamente sin agua durante el verano. Las ramblas de Gérgal y Tabernas drenan áreas más deprimidas entre Sierra de los Filábres y Sierra Alhamilla.

Esta disposición condiciona la naturaleza de la circulación superficial, nula en la rambla de Gérgal y mínima en la rambla de Tabernas, con elevados contenidos salinos.

Ha de considerarse la importancia que tiene el agua superficial del río Andarax, dado que una parte importante de la alimentación de los acuíferos del Bajo y Medio Andarax depende de esta circulación superficial, estimada en unos 15 - 19 Hm³/año (Carrasco y Martín, 1988). En este trabajo se analiza la evolución espacial y temporal de algunos parámetros físico-químicos de las aguas superficiales del río Andarax. El estudio de la conductividad, caudal y materiales geológicos permite interpretar las fluctuaciones de la salinidad de las aguas durante el ciclo anual Enero 1992 - Enero 1993 y aportando datos para interpretar la relación aguas superficiales-aguas subterráneas.

RASGOS GEOLÓGICOS.

Los materiales aflorantes a lo largo de la cuenca del río Andarax poseen una amplia diversidad litológica, dada su situación, en el contacto entre materiales prerogénicos (Sierra Nevada y Sierra de Gádor) y postorogénicos (depresiones).

En las estribaciones de Sierra Nevada aparecen mayoritariamente materiales correspondientes a las unidades nevado filábrides, básicamente micasquistos, gneises y cuarcitas junto a mármoles en el entorno de Beires. En Sierra de Gádor aparecen unidades alpujárrides. Su litología corresponde esquemáticamente a una serie basal de filitas que aflora mayoritariamente en los bordes de la sierra seguida de una serie carbonatada (calizas y dolomías con algunas intercalaciones calcoesquistosas) y argilitas. En conjunto alcanzan una potencia estimada de unos 1000 metros (Voermans et al, 1983a, 1983b) (fig. 1).

A lo largo del valle del río Andarax afloran materiales postorogénicos de carácter detrítico, con una amplia variedad de facies y distribución muy compleja, dada la intensa actividad tectónica del área. Estos materiales miocenos corresponden con margas y calizas arrecifales, calcarenitas y margas arenosas que afloran en el borde de la Sierra de Gádor. Junto a estos materiales aparece una formación margosa con intercalaciones arenosas y algu-

nos niveles de yeso microcristalino que aflora mayoritariamente en la parte central del valle, con una potencia de 500-600 (Voermans et al, 1983b), Esta formación hacia el borde de Sierra de Gádor y en su parte meridional posee un carácter mas arenoso. En posición discordante sobre estos materiales miocenos se dispone una formación regresiva de carácter detrítico compuesta por grandes niveles de conglomerados y arenas que aflora mayoritariamente entre el río Nacimiento y la rambla de Tabernas, situándose en contacto directo con los materiales aluviales depositados por el propio río.

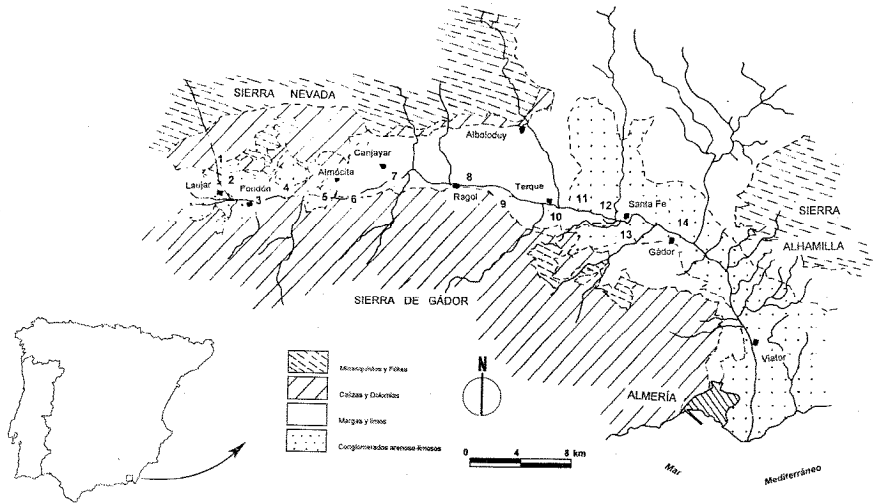


FIGURA 1.

Esquema geológico de la cuenca del río Andarax, indicando la red de drenaje y los puntos de muestreo.

La morfología de la cuenca está ligada a esta distribución de materiales. Las unidades preorogénicas constituyen las elevaciones más significativas del área (Sierra Nevada, Gádor y Alhamilla), mientras que los depósitos postorogénicos se extienden a lo largo de las depresiones. Con esta diversi-

dad de materiales el río Andarax presenta una variada morfología longitudinal (fig.2). En el sector de cabecera, Laujar-Fondón, el cauce apenas se encaja sobre el glacis cuaternario; aguas abajo por el contrario se dispone muy encajado, con predominio de la erosión lineal sobre la erosión lateral. Incluso el sector comprendido entre Fondón y el Cerro del Capitán el cauce discurre sobre materiales carbonatados excavando un estrecho valle fluvial. Aguas abajo aparecen un gran número de afluentes, de más entidad en el margen izquierdo (río Nacimiento y ramblas de Gérgal y Tabernas) que en el derecho (rambla de Huechar, Barranco del Agua, del Cuchillo ..). Al sur de la confluencia con la rambla de Tabernas el río toma una dirección casi norte sur y una morfología diferente en ambos márgenes. En la vertiente de Sierra Alhamilla se desarrolla un importante glacis, localmente cementado, con ramblas que lo atraviesan y actúan como canales de desagües temporales, de gran influencia morfológica. En la vertiente de Sierra de Gádor, con más desnivel, los conos de deyección han sido totalmente erosionados y afloran los materiales margosos. (Saenz Lorite, 1977)

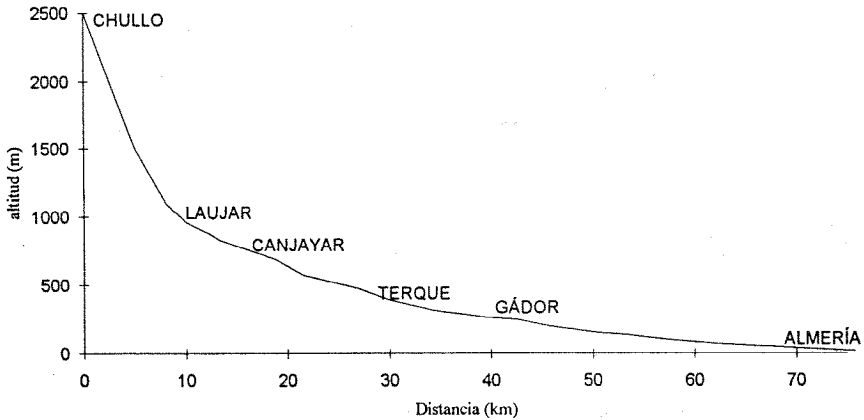


FIGURA 2.
Sección longitudinal del río Andarax.

DINAMICA HIDROLÓGICA

Las precipitaciones se concentran en la cuenca del río Andarax entre Octubre y Noviembre, con el máximo en invierno (Capel, 1992), época en la que se produce el 35 - 40 % de las precipitaciones anuales. Su irregularidad constituye una característica muy singular, como queda manifiesto si se consideran los días de lluvia al año, que oscilan entre 61.5 en Laujar y 38.4 en Alhama; y las precipitaciones máximas en 24 horas, alcanzándose valores de 250 mm en Laujar y 138 mm en Almería. (Saenz Lorite, 1977)

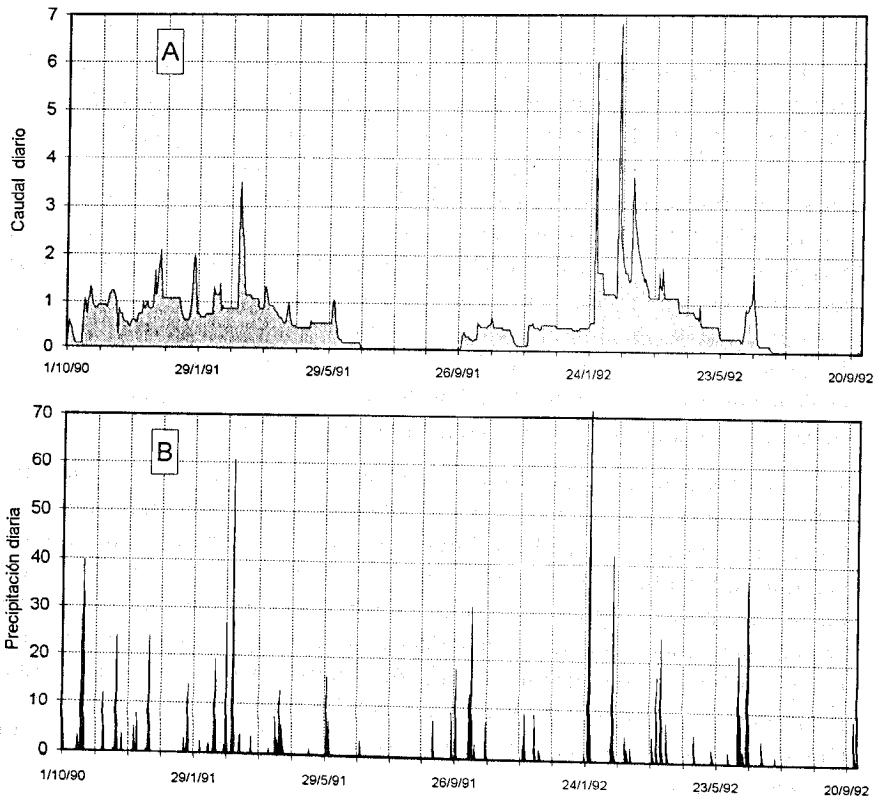


FIGURA 3.

A. Hidrograma de la estación de aforos de Canjáyar durante el periodo 1/10/92 - 30/9/92. Caudal en m^3/sg . Datos Confederación Hidrográfica del Sur.

B. Precipitaciones diarias (mm) de la estación pluviométrica de Laujar-Monterrey. Datos Instituto Metereológico Nacional.

Esta irregularidad dificulta el análisis de la relación precipitaciones/caudales, si bien hemos considerado los datos de la estación pluviométrica de Laujar (Monterrey), dado que su situación en cabecera es representativa de las condiciones climatológicas en este área, que corresponde mayoritariamente al área de alimentación del río. También la correlación entre los valores de la precipitación anual de las diferentes estaciones del área y el volumen anual de aguas superficiales drenado en la estación de aforos de Canjáyar es más elevado para la estación de Laujar (Monterrey), con un coeficiente de 0.69. En la figura 3 se ha representado la relación entre precipitaciones y caudales diarios para el periodo Octubre 1990 y Septiembre 1992.

Los hidrogramas para los dos años son muy diferentes aún cuando las precipitaciones son cercanas a la media, 452 mm y 525 mm respectivamente. En el año 1990/1991 las lluvias se reparten con cierta homogeneidad, lo que permite al río mantener un caudal de base relativamente constante. Los caudales máximos aparecen en Marzo, ligados a las precipitaciones más intensas. En 1991/1992 las precipitaciones son más irregulares y se concentran mayoritariamente en cinco periodos, Octubre, Febrero, Abril y Junio. Las cuatro primeras precipitaciones otoñales, son intensas pero no producen picos significativos en el hidrograma, y permiten mantener un caudal de base diario de 0.5 m³/sg. A finales de Enero se producen intensas precipitaciones, se alcanzan 155 mm durante tres días, lo que permite incrementos elevados de caudal, cercanos a 6 m³/sg aunque durante pocos días.

Los dos siguientes máximos que muestran el hidrograma, finales de Febrero y mitad de Marzo, no corresponden con grandes precipitaciones en Laujar. El carácter puntual de las lluvias en el área explicaría esta discordancia, que se manifiesta en sentido contrario en Abril, donde tras 34 mm de precipitación en los primeros 9 días, aparece un pequeño incremento de caudal, que durante este mes se mantiene constante, ligeramente superior a 1 m³/sg. En Junio se produce una alteración significativa de los caudales, que permitió muestrear el río en toda su longitud. Esta alteración coincide perfectamente con las precipitaciones medidas en Laujar, donde se alcanzaron 130 mm en diez días.

Al estudiar el régimen hídrico del río Andarax ha de considerarse la dinámica de las precipitaciones y la disposición de los materiales geológicos. Esta disposición condiciona la mineralización de las aguas puesto que regula la descarga subterránea hacia el propio río. Este es el caso del sector Fondón-Cerro del Capitán, donde el cauce del río transcurre sobre materiales

carbonatados. En este sector el punto de descarga más significativo lo constituye el manantial de Godoy (IGME-IRYDA, 1977), también la disposición de materiales aluviales, asociados a depósitos impermeables permiten que exista un caudal continuo. Dos son los casos en que ocurre esto: el río Nacimiento, en el contacto entre materiales aluviales y micasquitos nevado filábrides y Puente de los Imposibles, en el río Andarax dónde las margas miocenas actúan como base impermeable, de los depósitos detríticos aluviales.

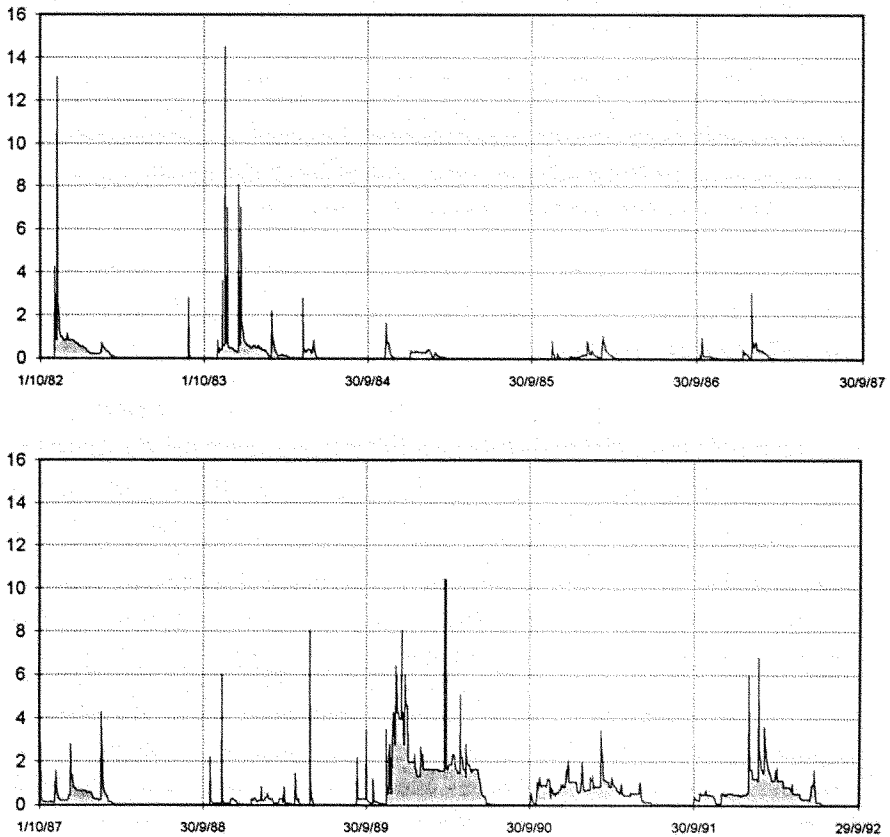


FIGURA 4.

Hidrograma de la estación de aforos de Canjáyar durante el periodo 1/10/82 - 30/9/92. Caudal en m^3/s . Datos Confederación Hidrográfica del Sur.

La estación de aforos de Canjáyar posee datos discontinuos durante un amplio espacio de tiempo, aunque en este trabajo se han considerado los últimos diez años, puesto que presentan unas condiciones muy singulares. Así, mientras que las aportaciones medias se estiman en 15-19 Hm³/año (Carrasco et. al, 1984), durante el periodo 1982-1992 oscilan en un amplio rango, con valores mínimos de 2.6 Hm³/año en 1984/85 y máximos de 43.3 Hm³/año en 1989/90, irregularidades que se muestran en la figura 4. Este último año es especialmente significativo por cuanto mantiene un caudal superior a 1.5 m³/sg entre Noviembre de 1989 y Junio de 1990. El año siguiente tiene un comportamiento similar, aunque los caudales punta y el caudal base son algo más bajos.

Los máximos mensuales se producen en otoño y primavera, relacionados con los máximos pluviométricos, que con carácter tormentoso producen elevados caudales en corto espacio de tiempo. Los caudales máximos absolutos se alcanzan en Noviembre de 1983, 14.5 m³/sg, y Octubre de 1982, 10.4 m³/sg, reflejo del nulo poder regulador de las ramblas.

MUESTREO DE AGUAS

La red de muestreo se distribuye a lo largo del cauce del río Andarax, en un total de 14 puntos, aunque los puntos muestreados en cada periodo dependen del caudal del río. En conjunto se tienen datos del periodo Abril 1991 - Enero 1993 lo que permite analizar la evolución espacial y temporal de la salinidad de las aguas, expresándola en términos de conductividad y su relación con la dinámica de caudales. Así mismo, se han efectuado análisis químicos de los iones mayoritarios (cloruro, sulfato, bicarbonato, nitrato, calcio, magnesio, sodio, potasio) en Septiembre de 1992, que representa una situación de estiaje, lo que sólo permitió analizar el sector de cabecera (puntos números 1, 3, 4, 5, y 7), aguas arriba de Canjáyar y punto nº 12, que mantiene un caudal superficial la mayor parte del año. Este caudal durante el estiaje está ligado a una descarga subterránea, situada 1 Km aguas arriba del puente de los Imposibles, en el mismo cauce del río. Junto a estos iones se ha analizado el contenido en nitrato y fosfato, iones relacionados con procesos de contaminación agrícola y contaminación de origen urbano ligados a vertidos de aguas residuales (González et al., 1992). Estos muestreos específicos

se han efectuado en Noviembre y Diciembre de 1992, momentos en que ha sido posible tomar muestras en la totalidad de la red.

METODOS ANALÍTICOS

Las mediciones de conductividad, temperatura y pH se han efectuado en el campo, mediante un conductímetro/termómetro W.T.W. modelo LF-191 con célula LT-1T y un pHmetro W.T.W. modelo pH 95 / SET-1.

Las determinaciones de los iones cloruro, nitrato y sulfato, se han realizado con un cromatógrafo iónico DIONEX, modelo DX-100, equipado con precolumna AG9, columna iónica AS9, columna supresora AMMS-II y detector de conductividad. Las medidas se registraron en un integrador CHROMJET.

Los iones carbonato y bicarbonato se determinaron con un titroprocesador METHROM, modelo 686, equipado con electrodos de vidrio FA-109-T y calomelanos EA-404.

Los iones sodio, potasio, calcio y magnesio se analizaron mediante un espectrómetro de emisión atómica (plasma), LEEMAN LABS., modelo PS-1000.

El ion fosfato se determinó espectrofotométricamente siguiendo el método de Murphy & Riley modificado por U.S.E.P.A.

CONDUCTIVIDAD DE LAS AGUAS

EVOLUCION ESPACIAL

La conductividad de las aguas experimenta un incremento continuado desde valores muy bajos (100-200 micromhos/cm) en cabecera, aguas arriba de Laujar hasta valores más altos, 1500-2200 micromhos/cm que se alcanzan en los últimos puntos con circulación superficial. En la figura 5 puede

observarse que la conductividad varía poco, en general, en los diferentes muestreos tomados entre Abril 1991 y Enero 1993, excepto en el punto n° 12, en el que este parámetro oscila dentro de un rango notable. El gradiente longitudinal no se mantiene constante, ya que en los puntos n° 5 y n° 6 la conductividad experimenta un descenso en relación a su entorno, tanto aguas arriba como aguas abajo (fig. 5).

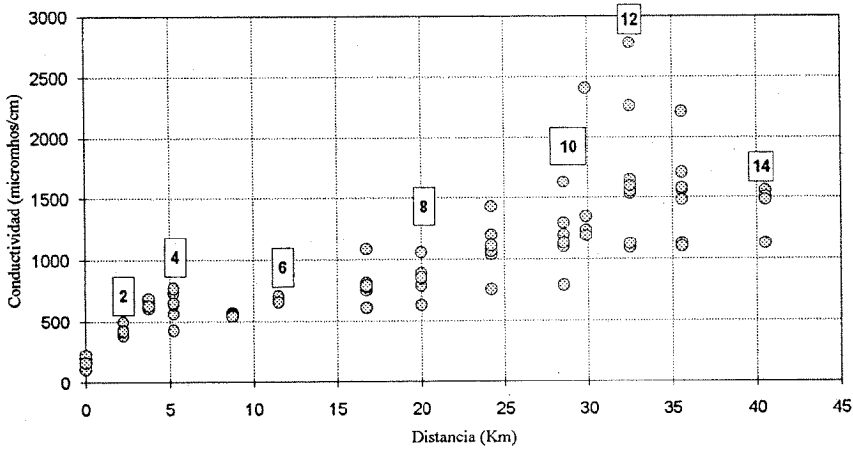


FIGURA 5.

Evolucion de la conductividad de las aguas superficiales a lo largo del periodo estudiado.

En términos generales, se distinguen varios sectores en función de la evolución espacial de este parámetro. El primero corresponde a la depresión Laujar-Fondón donde experimenta un rápido incremento desde 100-200 micromhos/cm hasta 650-750 micromhos/cm, en unos 5 km de río, con un rango de oscilación temporal más amplia en el punto n° 4 (final de la depresión). El segundo tramo comprende el sector entre los puntos n° 4 y n° 8 (Puente de Benecid y Rágol) con valores comprendidos entre 500 y 1000 micromhos/cm, mostrando una inflexión especialmente significativa en los puntos n° 5 y n° 6, con valores bastante más bajos que los de su entorno más inmediato y una estrecha oscilación temporal. El tercer tramo, entre los puntos n° 8 y n° 12, muestra un incremento desde 500-1000 micromhos/cm hasta 1000-2700 micromhos/cm. En este área el río Andarax se separa de los

materiales carbonatados de la Sierra de Gádor y circula mayoritariamente sobre materiales margosos miocenos. El cuarto tramo corresponde a los puntos situados aguas abajo del Puente de los Imposibles (nº 13 y nº 14), donde la conductividad experimenta un descenso en sus valores, oscilando en el intervalo 1000-1750 micromhos/cm. Esta reducción en el contenido salino en los últimos puntos es lógica si se considera que el agua superficial llega a los puntos más bajos en los épocas de máximo caudal, lo que supone un agua con menor salinidad.

EVOLUCIÓN TEMPORAL.

Los valores más bajos de conductividad, en todos los puntos de muestreo se han alcanzado en Abril de 1991, siempre inferiores a 1000 micromhos/cm, excepto en Santa Fe (nº 13). Han de considerarse las características de este muestreo, que se efectuó tras una crecida en Marzo (fig. 3) y el carácter del año hidrológico 1989/90 donde el caudal de la estación de aforos de Canjáyar superó los 40 Hm³/año (fig. 4). En Mayo de 1991 se mantiene una situación semejante a la anterior pero con valores de conductividad algo más elevados en los puntos nº 11 y nº 12. La importancia del drenaje subterráneo en el puente de los Imposibles justifica este incremento de la salinidad aguas abajo. En Enero de 1992 la situación es semejante, puesto que el caudal en Canjáyar es continuo desde Octubre de 1991, lo que incrementa el caudal superficial y reduce la salinidad de las aguas de los puntos nº 12, nº 13 y nº 14. En Marzo de 1992, sólo se dispone de tres medidas en estos tres puntos finales, con valores semejantes a Abril de 1991. Este muestreo se efectuó tras tres avenidas (fig. 3), lo que implica un descenso en la salinidad de las aguas.

En Julio de 1992 existe una situación ciertamente atípica, el río se encuentra en un momento de estiaje, y se produce una rápida y corta avenida que mantiene un caudal continuo que permite el muestreo a lo largo de todos los puntos, incluso en el punto nº 13 (Santa Fe). Desde la cabecera hasta Canjáyar los valores de conductividad son semejantes al resto de los muestreos. Sin embargo aguas abajo se experimenta un elevado incremento, especialmente significativo al sur de la confluencia del río Nacimiento, donde se alcanza el máximo (2410 micromhos/cm), con un descenso posterior en

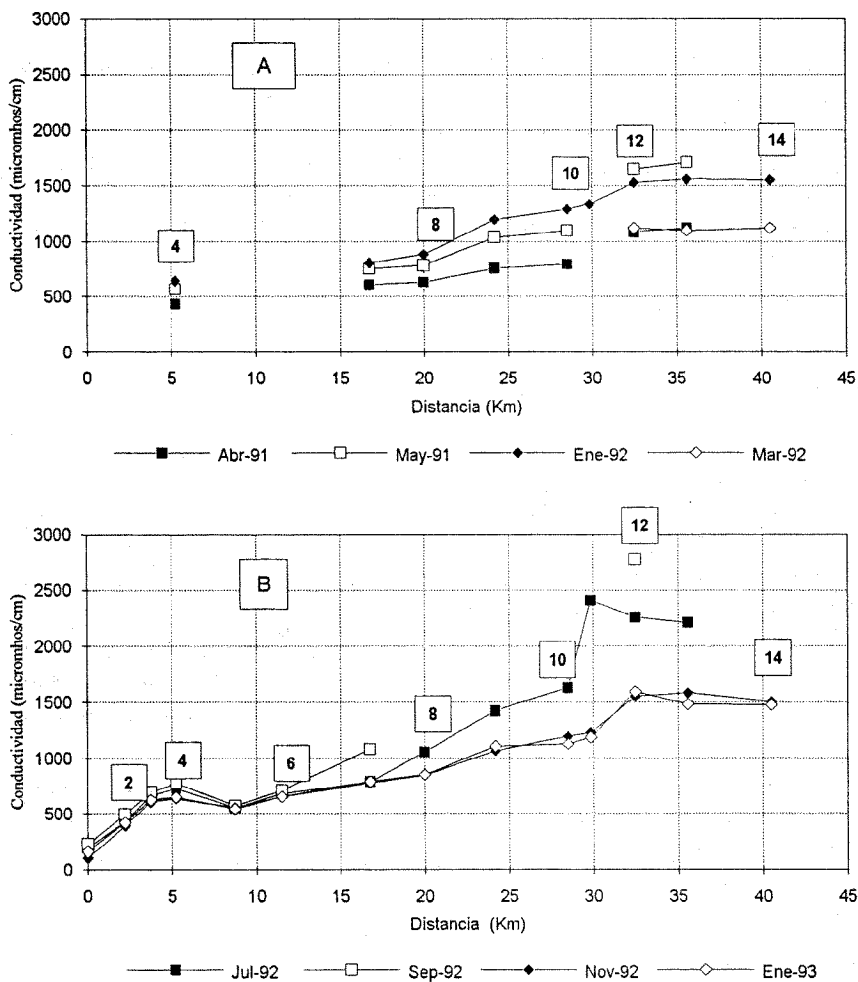


FIGURA 6.

Evolution de la conductividad de las aguas superficiales a lo largo del periodo estudiado, indicando los diferentes muestreos efectuados.

los puntos nº 12, nº 13 y nº 14 (fig. 6). La descarga del río Nacimiento produce un rápido incremento de la conductividad que se diluye rápidamente aguas abajo. Los dos muestreos efectuados en Noviembre de 1992 y Enero de 1993 mantienen una evolución semejante, tanto en lo relativo a la extensión de las aguas superficiales como en los valores de conductividad. Representan el inicio de la circulación superficial tras un periodo de estiaje, pero

de un modo homogéneo, sin grandes avenidas. En Septiembre de 1992 por el contrario, los datos corresponden a un estiaje prolongado, reflejado por la escasa extensión de las aguas superficiales, el último punto que se puede muestrear es el nº 7. Ha de señalarse que en el Puente de los Imposibles (punto nº 12) aparece un caudal superficial, ligado en su totalidad a la descarga subterránea que se produce en esta zona. Son aguas con elevada conductividad, 2780 micromhos/cm,

QUIMISMO DE LA AGUAS

El quimismo de las aguas se ha estudiado en un periodo de estiaje (Septiembre 1992). Por lo que sólo han podido muestrearse seis puntos, situados en cabecera, aguas arriba de Canjáyar, lo que permite analizar los procesos más significativos en este sector: procesos ligados a la reducción del contenido salino en el área de Almócita (puntos nº 5 y nº 6) y al incremento en la depresión de Laujar-Fondón (puntos nº 3 y nº 4). También se estudian los contenidos en nitrato y fosfato en tres muestreos efectuados lo largo de la totalidad del río, con el fin de identificar posibles situaciones de contaminación urbana y/o agrícola.

En la tabla I se representan las concentraciones de los elementos analizados durante el muestreo de Septiembre de 1992, junto a los valores correspondientes al punto nº 12, Puente de los Imposibles, en tres muestreos efectuados, durante el periodo 1991-1992.

La concentración de los iones analizados experimenta un incremento desde el punto nº 1 al nº 6, si bien el punto nº 5 muestra un descenso significativo en todos los parámetros, semejante al ya comentado para la conductividad.

Esta evolución longitudinal se refleja claramente en el diagrama triangular (fig. 7), especialmente en el sector romboidal. Evolución desde el campo de las aguas con facies bicarbonatadas-cálcicas (puntos nº 1, nº 3, nº 4 y nº 5) hasta sulfatadas magnésicas (punto nº 7). En este último grupo de aguas se incluyen las correspondientes al punto nº 12, que tiene una amplia dispersión de valores, tanto más cercanas al extremo sulfatado, cuanto más significativa sea la proporción del drenaje subterráneo, situación que se produce especialmente en el estiaje, cuando disminuyen drásticamente los aportes superficiales aguas arriba.

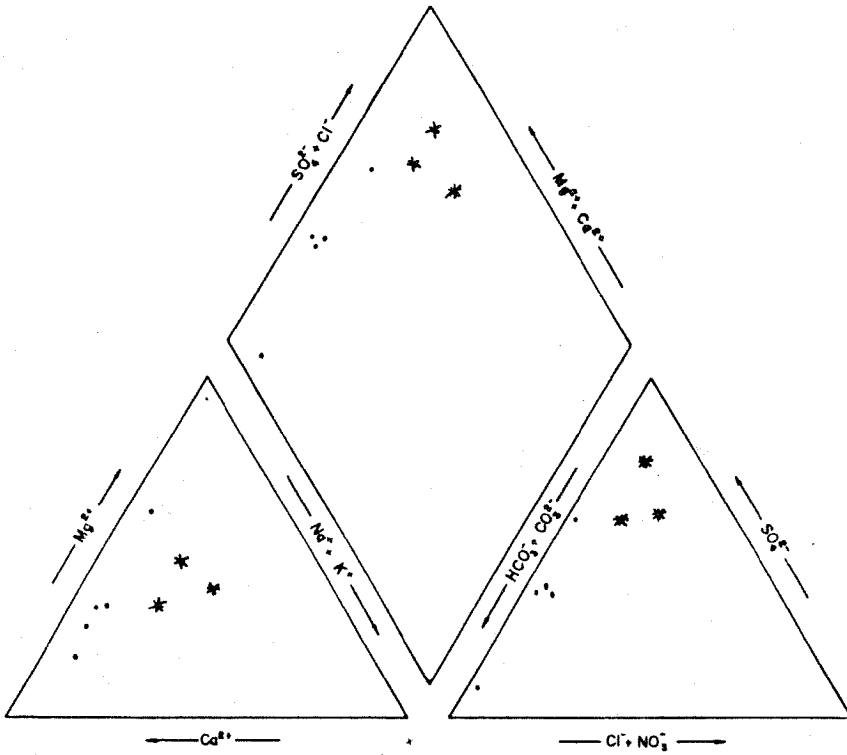


FIGURA 7.

Diagrama de Piper representando los diferentes puntos muestreado en Septiembre de 1992 (·) y el punto n° 12 (*).

La representación de estos datos en el diagrama logarítmico de Schoeller-Berkaloff (fig. 8), de acuerdo con los valores absolutos de las concentraciones, permite el estudio del modelo de enriquecimiento salino. Se destaca claramente el comportamiento diferente del punto n° 5, con concentraciones inferiores al punto n° 4, situado aguas arriba. Estos descensos son proporcionalmente más significativos en los iones cloruro y sodio, reduciendo las concentraciones a la mitad entre el punto n° 4, en el extremo oriental de la depresión de Laujar, y el punto n° 5. En términos relativos este descenso implica un incremento de los iones bicarbonato y calcio, ligero descenso de los iones sulfato y magnesio junto a una significativa reducción de cloruro y sodio entre los puntos n° 4 y n° 5. Tendencia opuesta al incremento general

del contenido salino que experimentan los cinco puntos analizados en la dirección longitudinal del río.

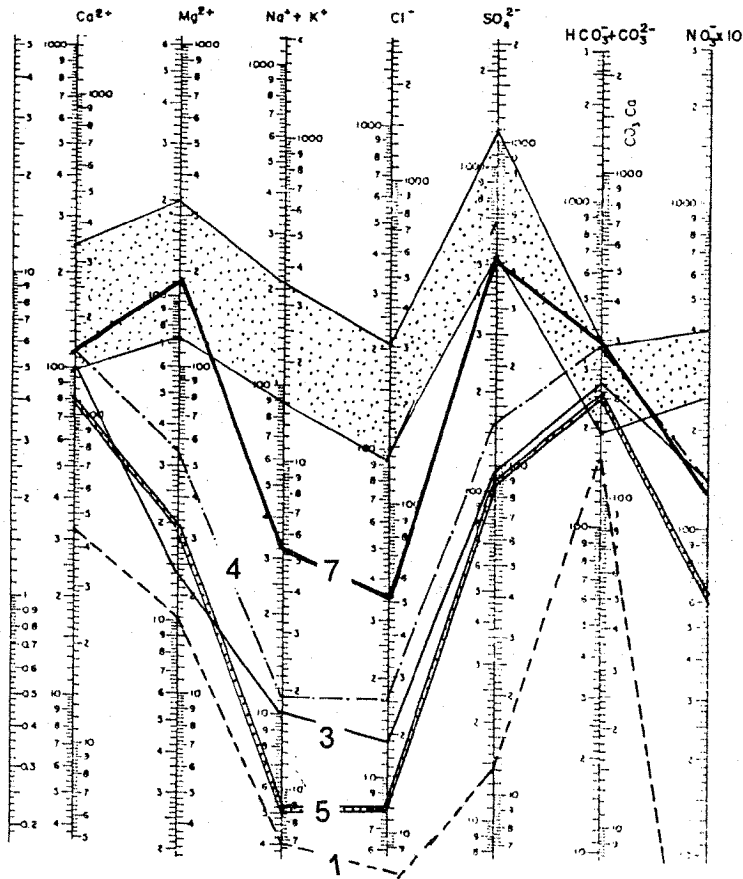


FIGURA 8.

Diagrama de Schoeller Berkloff de los puntos muestreados en Septiembre de 1992. Se señala con una trama el rango de variación de las aguas en el punto n° 12.

Los valores hallados en el punto n° 12 en diferentes épocas de muestreo son bastante más elevados que en el n° 7. Especialmente en los iones relacionados con sales más solubles, cloruros y sulfatos, distribuyéndose en una amplia banda. Los bicarbonatos mantienen valores semejantes e incluso más bajos que en el n° 7. Estos valores más bajos aparecen cuando el dato ha sido tomado en primavera, en la época de aguas altas.

Se han estudiado una serie de parámetros, (iones nitrato y fosfato), relacionados con procesos de contaminación agrícola, por solubilización de fertilizantes o contaminación de origen urbano ligados a vertidos de aguas residuales (Gonzalez et al., 1992). Con este objetivo la red se ha densificado, considerando un total de 14 puntos distribuidos a lo largo del río, entre Laujar y Gádor. Los muestreos se han efectuado en Septiembre y Noviembre de 1992 momentos en que se ha muestreado la totalidad del cauce.

El ion nitrato no presenta valores elevados, las concentraciones oscilan entre valores próximos al límite de determinación del método analítico en Laujar (punto nº1) y máximos de 21 mg/l en Santa Fe (punto nº 13). La evolución espacial de estas concentraciones es bastante irregular (fig. 9), y guarda cierta semejanza a las comentadas anteriormente para la conductividad. Se alcanza un máximo relativo en el punto nº 4, que corresponde al final de la depresión Laujar-Fondón, con 13 mg/l. Aguas abajo continúa un amplio tramo de unos 5 km, entre los puntos números 5 y 11, con valores que oscilan entre 8 y 12 mg/l. En el sector final cambia esta tendencia desde el punto nº 11, con un rápido incremento, entre 13 y 20 mg/l. La localización de

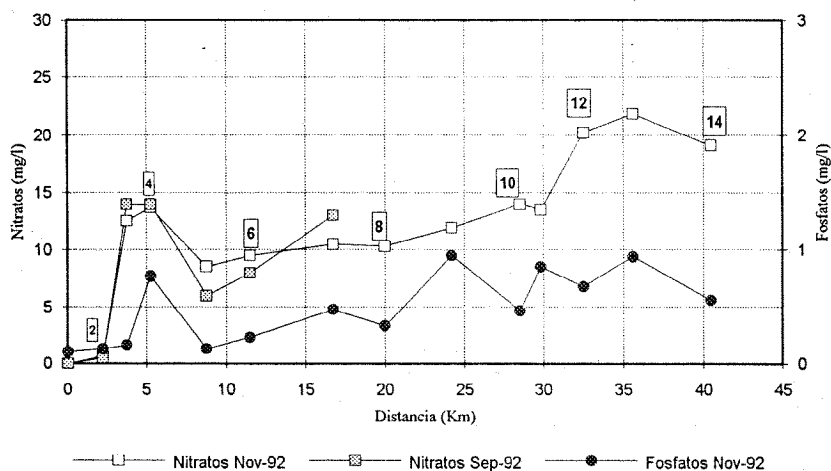


FIGURA 9.

Evolución de las concentraciones en ion nitrato y fosfato en los dos muestreos efectuados.

las actividades agrícolas tiene un gran peso a la hora de interpretar esta distribución longitudinal. Así en los sectores de máximos contenidos, la actividad agrícola es más intensa y se desarrolla en las inmediaciones del cauce, especialmente aguas abajo de Bentarique (punto nº 10), donde el valle se estrecha y los cultivos de naranjos ocupan un estrecha franja junto al río.

Fecha Punto	Sep-92 1	Sep-92 3	Sep-92 4	Sep-92 5	Sep-92 7	May-91 12	May-92 12	Sep-92 12
Temp.	14.5	18.4	17.7	16.9	17.2	16.7	16.2	17.5
Cond.	225	690	775	570	1080	1709	1520	2780
pH	7.8	7.5	7.4	7.5	7.7	8.2	7.6	7.0
Cloruro	2	13	17	8	35	124	96	204
Sulfato	14	131	159	109	447	537	561	1240
Bicarb.	165	262	345	257	355	196	321	368
Nitrato	0	14	14	6	13	25	18	40
Sodio	4	9	11	5	32	144	91	219
Magnesio	10	14	35	20	119	78	74	194
Calcio	32	98	111	84	117	99	163	246
Potasio	4	1	1	1	3	6	6	16

TABLA I.

Resultado analíticos de los puntos muestreados. Temperatura: °C, Conductividad: micromhos/cm, Concentraciones iónicas: mg/l

Las concentraciones de nitrato en los dos muestreos mantienen una homogeneidad, si bien se detectan algunas diferencias significativas ligadas a la situación de estiaje prolongado que representa el muestreo de Septiembre de 1992. Por un lado en los sectores con cultivos, se experimenta un ligero aumento de la concentración de nitrato, área de Laujar-Fondón (puntos nº 3 y nº 4) y Canjáyar (punto nº7). Una evolución en sentido contrario se produce en los puntos nº 5 y nº 6, que experimentan un ligero descenso en el muestreo de Septiembre. La descarga subterránea que se produce en este sector, en relación con los materiales carbonatados de Sierra de Gádor, presenta reducidos contenidos en nitrato lo que justifica este descenso. Este efecto es mas visible dada la situación de estiaje del muestreo. Las concentraciones encontradas en fosfato son bajas, inferiores a 0.94 mg/l, valor que se alcanza en el punto nº 13. Su distribución a lo largo del cauce muestra una tendencia irregular, con algunos máximos ligados a la situación de los nucleos urbanos.

CONSIDERACIONES FINALES.

Se contribuye a la caracterización hidroquímica preliminar del río Andarax, lo que permite efectuar algunas consideraciones sobre la relación aguas subterráneas/aguas superficiales, relaciones que modifican la calidad de las aguas y los caudales del río Andarax. Por un lado el punto nº 5 experimenta una homogeneización del quimismo de las aguas, reflejada por la constancia en los valores de conductividad a lo largo del periodo estudiado, independientemente de la época de muestreo, que indica un comportamiento diferente en relación al modelo de enriquecimiento salino a lo largo del río Andarax, relacionado con la descarga subterránea de los materiales carbonatados que atraviesa el río en el sector Fondón-Almócita. El punto nº 12 presenta un rango de salinidad más heterogéneo con incrementos salinos en época de estiaje (se duplica la conductividad en Septiembre de 1992) época en la que todo el caudal que circula por el río es de origen subterráneo. Este aumento de la conductividad supone incrementos en las concentraciones de ion cloruro y sulfato, mientras que el ion bicarbonato permanece constante. Los materiales por los que circula el río, al sur de Canjáyar corresponden mayoritariamente con materiales margosos miocenos, con algunas intercalaciones yesíferas, lo que sin duda condiciona este incremento en los iones de origen evaporítico.

AGRADECIMIENTOS.

Es necesario mencionar a la Confederación Hidrográfica del Sur que amablemente ha suministrado los datos de caudales de la estación de aforos de Canjáyar, igual que al Centro Meteorológico Zonal de Málaga que facilitó los datos pluviométricos utilizados.

BIBLIOGRAFÍA

CAPEL MOLINA, J.J. (1992) Climatología de Almería. Instituto de Estudios Almerienses.

- CARRASCO A. y MARTÍN, G. (1988). Hidrogeología de los acuíferos del valle del Andarax (Almería). TIAC' 88, II:37-67. Almuñecar. Granada.
- GONZALEZ, A.; USERO, J.; GRACIA, I.; MANARILLO, I.; TERNERO, M. (1991). Estudio hidroquímico y taxonómico de las cuencas media y baja del río Guadalete. III Simposio sobre el Agua en Andalucía. Vol II: 345-356. Córdoba
- IGME-IRYDA (1977). Estudio hidrogeológico del la cuenca Sur-Almería. Informe Técnico nº VI. Cuenca del Andarax. PNIAS. Madrid.
- SAENZ LORITE, M. (1977). El Valle del Andarax y Campo de Níjar. Tesis Doctoral, Univ de Granada.
- VOERMANS, F.; BAENA, J. (1983 a) Memoria y hoja geológica de Almería (1043). 1:50.000. IGME. Madrid. 53 pp
- VOERMANS, F.; BAENA, J. (1983 a) Memoria y hoja geológica de Alhama de Almería (1044). 1:50.000. IGME. Madrid. 40 pp