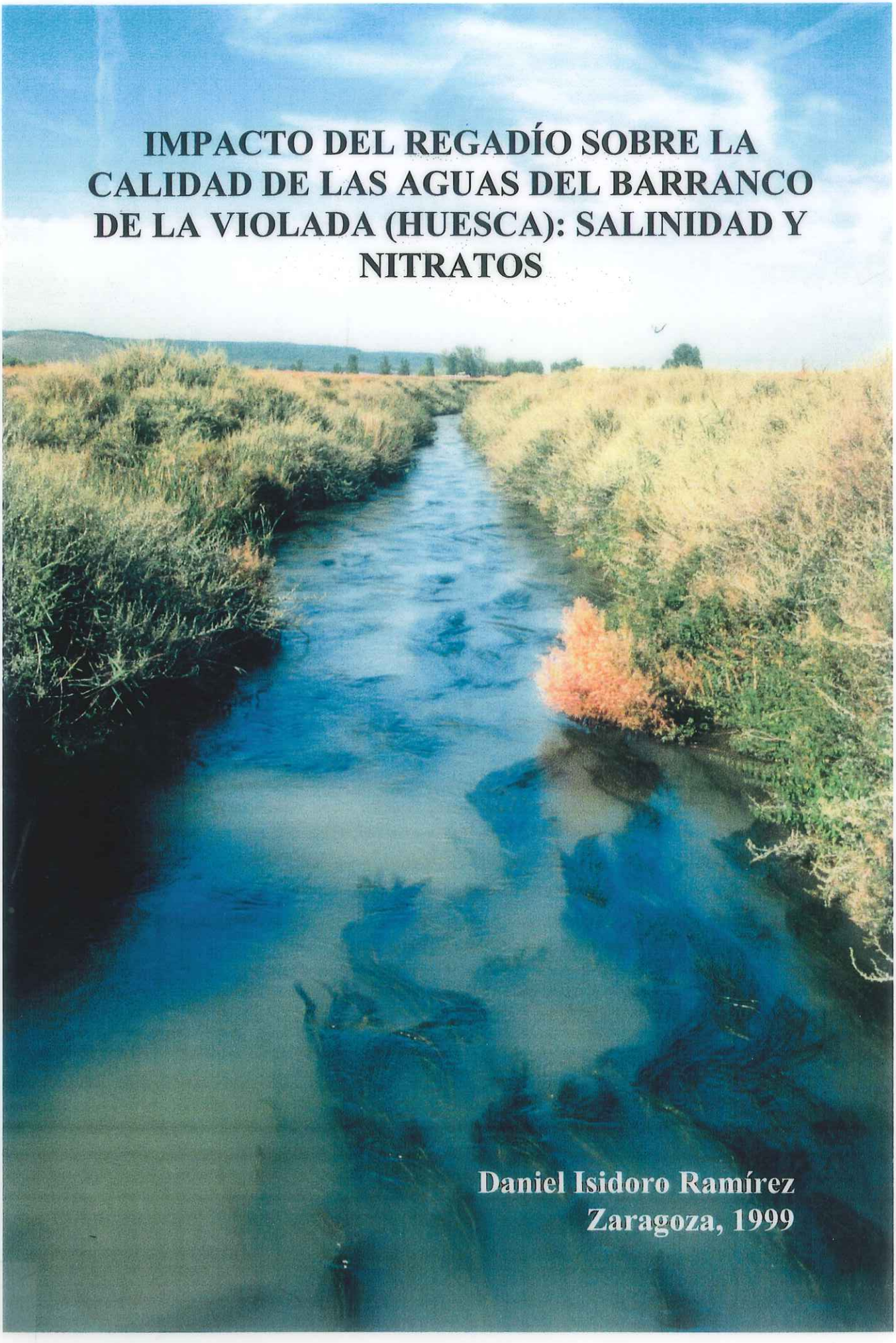
IMPACTO DEL REGADÍO SOBRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL BARRANCO DE LA VIOLADA (HUESCA): SALINIDAD Y NITRATOS



Daniel Isidoro Ramírez

Zaragoza, 1999

3-275.155D

X-3-275.155D n=1100

10346

UNIVERSITAT DE LLEIDA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA

Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl



IMPACTO DEL REGADÍO SOBRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL BARRANCO DE LA VIOLADA (HUESCA): SALINIDAD Y NITRATOS

Daniel Isidoro Ramírez

Zaragoza, Septiembre 1999

DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN
BIBLIOTECA
Servicio Investigación Agraria
ZARAGOZA

IMPACTO DEL REGADÍO SOBRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL BARRANCO DE LA VIOLADA (HUESCA): SALINIDAD Y NITRATOS

memoria presentada por
DANIEL ISIDORO RAMÍREZ
en satisfacción de los requisitos necesarios
para optar al grado de Doctor.

Directores: **Dra. DOLORES QUÍLEZ SÁEZ DE VITERI**
Dr. RAMON ARAGÜÉS LAFARGA

Tutor: **Dr. ILDEFONSO PLA SENTIS**

ZARAGOZA, SEPTIEMBRE 1999

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis y otros trabajos relacionados con ella no hubieran podido llevarse a cabo sin la colaboración de los estudiantes en prácticas Stéphanie Mousset y Fabien Trifol del École des Établières-ISEME de Fontenay-le-Comte y Nuria Sierra y Eva Mª Lacosta de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, ni sin la ayuda en el manejo de los datos y en la elaboración de los planos de Rosa Gómez. Mis amigas Imma Farré y Anna Tedeschi también han colaborado en la edición de la tesis y la elaboración de los planos. A todos ellos,

A todo el personal de la Unidad de Suelos y Riegos del S.I.A.-D.G.A. por su magnífica disposición y colaboración en todo cuanto ha sido necesario. Especialmente a Miguel Ángel Franco por resolver todos los problemas administrativos surgidos, Miguel Izquierdo y Jesús Gaudó, por la instalación del tomamuestras y reglas de medida, Antonio Martínez-Cob por su colaboración en la elaboración de los datos meteorológicos, Enrique Playán por su lectura y comentarios del manuscrito de la tesis, Octavio Artieda por sus comentarios y Auxi Casterad por su ayuda en el manejo de las estaciones de trabajo,

A la Comunidad de Regantes de Almudévar por su interés y participación activa en los trabajos de la tesis, especialmente a Felipe Ruiz y Antonio Barrio por su colaboración y ayuda, a Antonio Laporta y los acequieros de la comunidad por su ayuda en los aforos y a los agricultores de Almudévar y Javier Sarasa y José María Puyuelo de la Cooperativa Virgen de La Corona de Almudévar por su colaboración en la realización de las encuestas,

A José Manuel Cruz y el personal de las oficinas de Huesca y Tardienta de la Confederación Hidrográfica del Ebro, a Teo Jiménez de la Comunidad General de Regantes del Alto Aragón, a Manuel Asso de la Comunidad de Regantes de Gurrea de Gállego y Manolo Duerto de la Comunidad de Regantes de Tardienta, a Jorge Oliva y Luis Quintas del Centro de Estudios Hidrográficos de Madrid, que nos ha facilitado toda la información que les demandamos, aunque no se haya llegado a utilizar para esta tesis y han prestado desinteresadamente su colaboración. A Julián Martínez Beltrán del IRYDA, por los datos aportados y su interés y apoyo en el desarrollo de este trabajo,

Al Departamento de Geoinformática, Geohidrología y Modelización de la Universidad Friedrich Schiller de Jena y a su director el Dr. Wolfgang-Albert Flügel por haberme permitido compartir sus medios y aprender de su trabajo durante mi estancia en Jena,

A mis directores de tesis, Lola Quílez y Ramón Aragüés, por la orientación y apoyo que me han brindado durante la realización de este trabajo y el pesado trabajo de revisión y corrección que para ellos ha supuesto,

A mi tutor de tesis, Ildefonso Pla Sentis, por su interés y ayuda en el desarrollo de la tesis,

A mis compañeros, becarios y amigos, que me han ayudado en los aforos de las acequias de Almudévar o con su aportación personal: Imma Farré, Nery Zapata, Arturo Daudén, Emilio Ascaso, Jesús Nogués, Pilar Millán, Antonio Yuste, María José Berenguer, Mayte Aguinaco y Mar Cebrián,

A todos los amigos que el azar me ha permitido conocer durante mi estancia en Zaragoza y que han hecho que ésta mereciera la pena mucho más allá del ámbito profesional (Manuel, José Luis, Pepe, Imma, Mar, Ramoncho, Serafín, Mithat, Nery, Enrique, Vicente, Skender, Pilar, Jihane, Anna y tantos más),

A todos ellos mi más sincero agradecimiento y reconocimiento

Esta tesis se ha desarrollado gracias a una beca del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y a la financiación del Proyecto INIA SC95-031 *Lixiviación de nitrato en diferentes cultivos agrícolas de regadío* y los trabajos se han llevado a cabo en el Servicio de Investigación Agroalimentaria de la Diputación General de Aragón.

ABSTRACT

Irrigated agriculture contributes through drainage to the increase in salt and nitrate concentration in surface and subsurface water courses. The main objective of this work has been to determine the salt and nitrate mass in drainage water from the irrigated area *Polígono de La Violada* (Monegros I, Huesca). The *Polígono de La Violada* has a total surface area of 5282 ha, and 3863 ha are irrigated. Main inputs and outputs of water and nitrogen and salt concentration of drainage water have been measured or estimated during the 1995 and 1996 hydrological years.

Measured salt mass in drainage water from the study area was 68786 Mg for hydrological year 1995 and 59428 Mg for hydrological year 1996. Output salt mass during the irrigation season (April to September) was 50736 Mg and 35444 Mg during years 1995 and 1996, what represents unitary salt loads of 17,8 Mg/ha for 1995 and 15,4 Mg/ha for 1996. The dominant ions in drainage water were sulfate, calcium and magnesium due to the high gypsum content of soils in the study area.

Irrigation volume applied in the area was 37,8 hm^3 during 1995 and 37,0 hm^3 during 1996 (34,6 and 35,8 were applied during the period from April to September). Crop evapotranspiration was estimated as 29,7 hm^3 1995 and 35,2 hm^3 in 1996. Drainage and evapotraspiration are especially important during the irrigation season, 28,0 hm^3 in 1995 and 20,0 hm^3 in 1996 of drainage water and 21,5 hm^3 in 1995 and 27,0 hm^3 in 1996 of evapotranspiration volume correspond to the period from April to September. Difference between water inputs and outputs in year 1995 were attributed to other sources of water or errors in the estimation of the different variables included in the water balance. The system global efficiency was estimated in 47% in year 1995 and 46% in year 1996.

Measured nitrate nitrogen exported by drainage was 249 Mg $N\text{-}NO_3^-$ in the hydrological year 1995 and 266 Mg $N\text{-}NO_3^-$ in the hydrological year 1996. Most of this amount is lost during the irrigation season when drainage flows are high, 212 Mg $N\text{-}NO_3^-$ in 1995 and 161 Mg $N\text{-}NO_3^-$ in 1996 were lost in the period April to September. The nitrogen applied as fertilizer was 945 Mg in 1995 and 1161 Mg in 1996. Thus, the amount of nitrogen lost by drainage (excluding direct *N* inputs to the drainage system) represents 24% of the amount applied as fertilizer in 1995 and 22% in 1996. Unitary loads of nitrogen in drainage over the cultivated irrigation surface were 66 Kg N/ha and 70 Kg N/ha for the hydrological years 1995 and 1996 respectively.

During irrigation season the highest concentrations of nitrate in drainage were measured following nitrogen fertilizers applications to maize, indicating the importance of maize fertilization in the area and the relatively low efficiency of irrigation.

RESUM

L'agricultura de regadiu contribueix a través del drenatge a la salinització i a la contaminació per nitrats de les aigües superficials. L'objectiu d'aquesta tesi ha estat determinar les aportacions de sals i nitrat de l'aigua de drenatge del Polígon de La Violada (Monegros I, Huesca). Les entrades i sortides d'aigua i de nitrogen al polígon i la concentració salina de l'aigua de drenatge s'han estimat durant els anys hidrològics 1995 i 1996. El Polígon de La Violada té una superfície total de 5282 ha, de les quals 3863 ha es troben en regadiu.

La massa de sals exportada per les aigües de drenatge del polígon de La Violada, va ser de 68786 Mg l'any hidrològic 1995 i de 59428 Mg l'any 1996. La massa exportada durant la campanya de reg (d'abril a setembre) fou de a 50736 Mg el 1995 i 35444 Mg el 1996, i van suposar unes aportacions unitàries de 17,8 Mg/ha el 1995 i de 15,4 Mg/ha el 1996. Els ions dominants a l'aigua de drenatge van ser sulfat, calci i magnesi, degut a la presència de guix al polígon de reg.

El volum de reg va ser de 37,8 hm^3 el 1995 i 37,0 hm^3 el 1996 (34,6 el 1995 i 35,8 hm^3 el 1996 durant les campanyes de reg). El volum de drenatge va ser de 43,1 hm^3 el 1995 i de 33,3 hm^3 el 1996 i el volum d'aigua evapotranspirada de 29,7 hm^3 el 1995 i de 35,2 hm^3 el 1996. La major part del drenatge (28,0 hm^3 el 1995 i 20,0 hm^3 el 1996) i de la evapotranspiració (21,5 hm^3 el 1995 i 27,0 hm^3 el 1996) es va produir durant la campanya de reg. El 1995 es presenta una diferència entre las entrades i sortides calculades què es va atribuir a la possible existència d'altres fonts d'aigua o a errors en el càlcul dels termes del balanç. L'eficiència global d'aplicació del reg s'ha estimat en un 47% el 1995 i en un 46% el 1996.

El nitrogen nítric exportat per la xarxa de drenatge va ser de 249 Mg $N\text{-}NO_3^-$ el 1995 i 266 Mg $N\text{-}NO_3^-$ el 1996 (212 Mg el 1995 i 161 Mg el 1996 durant les campanyes de reg), suposant el 24% del nitrogen aportat per fertilització el 1995 (945 Mg N) i el 22% de l'aportat el 1996 (1162 Mg N). El nitrogen exportat per hectàrea de regadiu va resultar de 66 Kg N/ha el 1995 i de 70 Kg N/ha el 1996. Durant la campanya de reg les majors concentracions de nitrat a la xarxa de desaigües es presenten després de les aplicacions de fertilitzant al panís indicant una baixa eficiència d'aplicació del reg.

DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN
BIBLIOTECA
Servicio Investigación Agraria
ZARAGOZA

RESUMEN

La agricultura de regadío contribuye a través del drenaje a la salinización y a la contaminación por nitratos de las aguas superficiales. El objetivo de esta tesis ha sido determinar los aportes de sales y nitrato del agua de drenaje del Polígono de La Violada (Monegros I, Huesca). Las entradas y salidas de agua y de nitrógeno al polígono y la concentración salina del agua de drenaje se han estimado durante los años hidrológicos 1995 y 1996. El Polígono de La Violada tiene una superficie total de 5282 ha, de las cuales 3863 ha se encuentran en regadío.

La masa de sales exportada por las aguas de drenaje del polígono de La Violada, fue de 68786 Mg en el año hidrológico 1995 y de 59428 Mg en el 1996. La masa exportada durante la campaña de riego (de abril a septiembre) ascendió a 50736 Mg en 1995 y a 35444 Mg en 1996, lo que supuso unos aportes unitarios de 17,8 Mg/ha en 1995 y de 15,4 Mg/ha en 1996. Los iones dominantes en el agua de drenaje fueron sulfato, calcio y magnesio, debido a la presencia de yeso en el polígono de riego

El volumen de riego fue de 37,8 hm^3 en 1995 y 37,0 hm^3 en 1996 (34,6 en 1995 y 35,8 hm^3 en 1996 durante las campañas de riego). El volumen de drenaje fue de 43,1 hm^3 en 1995 y de 33,3 hm^3 en 1996 y el volumen de agua evapotranspirada de 29,7 hm^3 en 1995 y de 35,2 hm^3 en 1996. La mayor parte del drenaje (28,0 hm^3 en 1995 y 20,0 hm^3 en 1996) y de la evapotranspiración (21,5 hm^3 en 1995 y 27,0 hm^3 en 1996) se produjeron durante la campaña de riego. En 1995 se presenta una diferencia entre las entradas y salidas calculadas que se atribuyó a la posible existencia de otras fuentes de agua o a errores en el cálculo de los términos del balance. La eficiencia global de aplicación del riego se ha estimado en un 47% en 1995 y en un 46% en 1996.

El nitrógeno nítrico exportado por la red de drenaje fue de 249 Mg $N\text{-}NO_3^-$ en 1995 y 266 Mg $N\text{-}NO_3^-$ en 1996 (212 Mg en 1995 y 161 Mg en 1996 durante las campañas de riego), lo que supuso (descontando el *N* que se incorpora directamente a los cauces) el 24% del nitrógeno aportado por fertilización en 1995 (945 Mg N) y el 22% del aportado en 1996 (1161 Mg N). El nitrógeno exportado por hectárea cultivada de regadío resultó de 66 Kg N/ha en 1995 y de 70 Kg N/ha en 1996. Durante la campaña de riegos las mayores concentraciones de nitrato en la red de desagües se presentan después de las aplicaciones de fertilizante al maíz indicando una baja eficiencia de aplicación del riego.

ÍNDICE

DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN BIBLIOTECA Servicio Investigación Agraria - ZARAGOZA -

1 INTRODUCCIÓN 1

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO 15

2.1. Clima 18

2.1.1. Análisis de las precipitaciones 18

2.1.2. Análisis de las temperaturas 19

2.1.3. Otros elementos del clima 21

2.1.4. Caracterización del clima Clasificaciones climáticas 22

2.1.4.1. Clasificación climática de Köppen 23

2.1.4.2. Clasificación climática de Thornthwaite 24

2.1.4.3. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO 25

2.1.4.4. Clasificación agroclimática de Papadakis 26

2.1.5. El clima de los años de estudio 28

2.2. Red de riego 29

2.3. Red de drenaje 32

2.4. Suelos 35

2.5. Prácticas de cultivo 42

2.5.1. Maíz 42

2.5.2. Alfalfa 44

2.5.3. Trigo y cebada en regadío y secano 44

2.5.4. Girasol 46

2.5.5. Arroz 46

2.5.6. Otros cultivos 47

3 MATERIAL Y MÉTODOS 49

3.1. Puntos de muestreo 51

3.1.1. Toma de muestras en el Barranco de La Violada (punto D-14) 51

3.1.2. Muestreo de otros puntos del Polígono de La Violada 52

3.2. Descomposición del hidrograma del punto D-14 55

3.3. Componentes del balance hídrico 56
3.3.1. Volumen de agua de riego aplicada 58
3.3.2. Volumen de la precipitación 61
3.3.3. Aportes directos del Canal de Monegros a los azarbes 61
3.3.4. Aportes de las escorrentías exteriores al polígono 63
3.3.5. Aportes de los vertidos urbanos e industriales 64
3.3.6. Agua exportada a través de la red de drenaje 64
3.3.7. Evapotranspiración de los cultivos 65
3.3.8. Percolación profunda 70
3.4. Componentes del balance de nitrógeno 71
3.4.1. Nitrógeno aportado por el agua de riego 72
3.4.2. Nitrógeno aportado por el agua de lluvia 73
3.4.3. Nitrógeno aportado por los vertidos del Canal de Monegros 74
3.4.4. Nitrógeno aportado por las escorrentías exteriores al polígono 74
3.4.5. Nitrógeno aportado por los vertidos urbanos e industriales 75
3.4.6. Nitrógeno aportado por la fertilización de los cultivos 75
3.4.7. Nitrógeno aportado por fijación simbiótica 82
3.4.8. Volatilización y desnitrificación 83
3.4.9. Masa de nitrógeno exportada a través de la red de drenaje 83
3.4.10. Nitrógeno extraído por los cultivos 85
3.5. Masa de sales exportada por la red de drenaje 86

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 89
4.1. Calidad de las aguas de drenaje del Polígono de La Violada 91
4.1.1. Calidad de las aguas de los desagües secundarios 91
4.1.1.1. Clasificación de los desagües secundarios del polígono 98
4.1.1.2. Evolución temporal de la salinidad y concentración de nitrato de los desagües 104
4.1.2. El agua del barranco de La Violada en D-14 108
4.1.2.1. Variación diaria de la calidad durante la campaña de riego 109

4.1.2.2. Efecto de la hora de muestreo sobre la determinación de la masa de sales y nitrato exportada a través del Barranco de La Violada ... 117
4.1.2.3. Calendario de muestreo ... 128
4.1.3. Masa de sales exportada por el barranco de La Violada ... 136
4.1.3.1. Comparación entre las masas de sales exportadas en los años 80 (1981-84) y 90 (1994-96) ... 139
4.1.3.2. Composición iónica del agua del Barranco de La Violada ... 147
4.2. Descomposición del hidrograma de D-14 ... 161
4.2.1 Separación de eventos individuales de la estación de no riego de 1995-96 ... 162
4.2.2. Separación de caudales en la estación de no riego de 1994-95 ... 179
4.3. Componentes del balance de agua ... 185
4.3.1. Volumen de agua de riego aplicada ... 185
4.3.2. Volumen de precipitación ... 187
4.3.3. Aportes directos del Canal de Monegros a los azarbes ... 188
4.3.4. Aportes de las escorrentías exteriores al polígono ... 189
4.3.5. Aportes de los vertidos urbanos e industriales ... 190
4.3.6. Agua exportada a través de la red de drenaje ... 191
4.3.7. Volumen de agua evapotranspirada ... 194
4.3.8. Balance de agua ... 198
4.3.9. Consideraciones sobre la eficiencia de riego ... 201
4.3.10. Relaciones entre el agua de riego y de drenaje durante la campaña de riego ... 204
4.4 Fertilización nitrogenada de los cultivos en el polígono ... 211
4.4.1. Dosis de nitrógeno aplicada a cada cultivo ... 211
4.4.1.1. Fertilización del maíz ... 211
4.4.1.2. Fertilización de la alfalfa ... 218
4.4.1.3. Fertilización del trigo ... 220
4.4.1.4. Fertilización de la cebada ... 222
4.4.1.5. Fertilización del girasol ... 224

4.4.1.6. Fertilización de las hortalizas 225
4.4.1.7. Fertilización de los frutales 226
4.4.1.8. Fertilización del arroz 227
4.4.2. Síntesis de la fertilización de los cultivos 228
4.5. Balance de nitrógeno 231
4.5.1. Nitrógeno aportado por el agua de riego 231
4.5.2. Nitrógeno aportado por el agua de lluvia 231
4.5.3. Nitrógeno aportado por los vertidos del Canal de Monegros 233
4.5.4. Nitrógeno aportado por las escorrentías exteriores al polígono 234
4.5.5. Nitrógeno aportado por los vertidos urbanos e industriales 235
4.5.6. Nitrógeno aportado por la fertilización de los cultivos 236
4.5.7. Nitrógeno aportado por fijación simbiótica 239
4.5.8. Nitrógeno exportado a través de la red de drenaje 240
4.5.9. Nitrógeno extraído por las cosechas 242
4.5.10. Balance anual de nitrógeno en el polígono de riego 244

5. CONCLUSIONES 249

6. BIBLIOGRAFÍA 257

ANEJOS

ANEJO 1 271
ANEJO 2 287
ANEJO 3 295
ANEJO 4 325
ANEJO 5 351
ANEJO 6 359
ANEJO 7 385
ANEJO 8 389

PLANOS

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN BIBLIOTECA Servicio Investigación Agrario ZARAGOZA

1. INTRODUCCIÓN

El primer objetivo de la agricultura es satisfacer las necesidades de alimento y fibras útiles para el género humano. Con el aumento de la población mundial estas necesidades se han incrementado considerablemente, por lo que la producción agrícola deberá incrementarse en torno a un 50% durante los próximos 40 años para hacer frente a esas nuevas necesidades (Umali, 1993).

Este incremento puede conseguirse aumentando la superficie cultivada o aumentando la productividad por unidad de superficie cultivada o ambas cosas. Sin embargo, la mayor parte de la superficie cultivable de nuestro planeta está siendo ya explotada, por lo que se considera que la única vía posible para incrementar la productividad agrícola es que la superficie de regadío aumente a escala mundial a una tasa anual en torno al 2-3% (FAO, 1988). La mayor productividad del regadío es evidente si se tiene en cuenta que el regadío, que sólo supone el 15% de la superficie cultivada en el Mundo, produce el 36% de los alimentos. En España las cifras son todavía más elocuentes, ya que el regadío supone el 14% de la superficie cultivada y proporciona el 50% de la producción agraria total (Instituto de la Ingeniería de España, 1991). Un valor añadido del regadío es que proporciona estabilidad y flexibilidad a las producciones de los cultivos, asegurando la estabilidad de los ingresos de los agricultores y de los múltiples sectores ligados a los mismos. Por todo ello, los beneficios socioeconómicos ligados a la agricultura de regadío son incuestionables.

Sin embargo, la intensificación inherente a la agricultura de regadío tiene efectos potencialmente negativos sobre la cantidad y la calidad de los recursos agua y suelo, hasta el punto de que el manejo inadecuado del riego puede hacer insostenibles dichos sistemas agrarios. De hecho, la sostenibilidad de la agricultura de regadío se está cuestionando debido a la creciente aparición de (i) efectos negativos internos, tales como la degradación física, química y biológica de los suelos, y (ii) efectos negativos externos tales como la salinización de las aguas superficiales y subterráneas, sin olvidar la toxicidad de los agroquímicos, y las pérdidas de diversidad biológica y de recursos fitogenéticos. En los siguientes apartados se revisan algunos de estos aspectos negativos.

Salinización de suelos y aguas

La puesta en riego de numerosas zonas en medios áridos y semiáridos con drenaje limitado ha dado lugar a problemas de elevación de la capa freática, salinización y sodificación del suelo y pérdida de su capacidad de infiltración. Asimismo, el riego supone un uso consuntivo del recurso agua, ya que el agua efectivamente consumida por los cultivos pasa a la atmósfera en estado de vapor y deja de ser un recurso utilizable. Además el riego reduce la calidad del agua, ya que sus aguas de retorno subsuperficial arrastran en mayor o menor medida sales y agroquímicos.

La salinización de las zonas regables es un problema tan antiguo como el riego y hay evidencias de que la salinización inducida por la elevación de la capa freática (debida a la aplicación de un riego excesivo ligado a la ausencia de un drenaje eficiente) ya jugó un importante papel en el declive de la civilización sumeria unos 2000 años antes de Cristo (Jacobsen y Adams, 1958). En nuestro siglo, la elevación de la capa freática debida a la puesta en funcionamiento de grandes proyectos de regadío, unida frecuentemente a la construcción de canales de distribución sin revestir, ha llegado a afectar a millones de hectáreas en Pakistán y Egipto (Oosterbaan, 1989). Según Rhoades (1992) el 25% de las tierras cultivadas en regadío en todo el mundo están afectadas por problemas de salinidad.

Un sistema de riego con un drenaje que garantice la evacuación del exceso de agua y el lavado de las sales no tiene por que padecer problemas de salinización (Rhoades *et al.*, 1992). Sí ha de incrementarse, en cambio, el contenido salino de los cursos de agua que reciben las aguas de drenaje del regadío (y de los que frecuentemente se toma el agua de riego). Además los productos químicos propios de la agricultura intensiva que arrastra el agua de drenaje se incorporarán a los cauces receptores, dando lugar a problemas de contaminación por plaguicidas o sus residuos.

La aplicación de riego provoca la aparición de escorrentía superficial y de drenaje. La escorrentía superficial es responsable del transporte de sólidos en suspensión y de los productos que llevan adsorbidos. Así, la mayor parte de las salidas de fósforo y del carbono y nitrógeno orgánicos en las aguas procedentes del riego son transportadas por las aguas de escorrentía mientras las aguas de drenaje, por el contrario, lavan los compuestos más solubles, como las sales y el nitrato (Jordan *et al.*, 1997). Al incorporarse a los cauces receptores, la

escorrentía y el drenaje aportan los sólidos en suspensión o disueltos que proceden de los regadíos.

La salinización de los ríos que reciben las aguas de drenaje de riego se debe al efecto de concentración del agua de drenaje respecto de la de riego (efecto concentración), porque ambas llevan la misma cantidad de sales (si existe un drenaje eficiente para el control de la salinidad) pero el volumen de drenaje es mucho menor (el volumen de riego descontada la evapotranspiración de los cultivos) y al efecto de la meteorización de los minerales del suelo y lavado de los iones desplazados (efecto aporte) (El-Ashry *et al.*, 1985). Si en el suelo o subsuelo existen minerales más o menos solubles, el efecto aporte es mucho mayor, al producirse la disolución de las sales.

La concentración salina de los cauces que reciben las aguas de drenaje de zonas regables depende de la salinidad de las aguas de drenaje (efecto aporte), de qué fracción del caudal total constituyen las mismas y de si reciben aportes subterráneos de distinta salinidad. El efecto aporte depende en gran medida de la presencia de yeso o de sales en el suelo o subsuelo. El porcentaje del caudal que procede del drenaje depende del volumen de agua detraído para riego, la eficiencia del riego y del volumen de aguas de cola, o aguas que van directamente de la red de acequias al cauce de los ríos por el manejo del sistema de riego

Kaddah y Rhoades (1976) utilizaron el concepto de *balance de sales* (relación entre el total de sales disueltas aportadas a la zona regable y el total de sales disueltas exportadas por el mismo) para cuantificar la emisión de sales del Imperial Valley de California (zona regable de 178000 ha). Llegaron a la conclusión de que el 35% del agua de salida del sistema es agua de drenaje, el 10% aguas de cola de riego y el 55% es agua subterránea.

Puesto que la emisión de sales de las zonas regables se lleva a cabo sobre todo a través del agua de drenaje, la reducción del volumen de drenaje es la estrategia más eficiente para reducir los aportes salinos. Por ello se debe alcanzar la mayor eficiencia de riego compatible con las necesidades de lavado de los cultivos.

Aunque en la generalidad de los ríos la concentración de sólidos en suspensión es mayor que la de sólidos disueltos (salinidad), en los ríos de Europa predominan los solutos sobre los sólidos en suspensión (Walling y Webb, 1983). Los aportes de sólidos disueltos en las cuencas del Mundo se encuentran entre 5 y 100 $Mg \cdot km^{-2}$ $año^{-1}$. Estos valores dependen de

la geología de las cuencas, del clima y de la utilización del suelo. Puesto que los sólidos disueltos llegan a los cauces principalmente a través del agua subsuperficial o el caudal base, cualquier modificación del ciclo hidrológico que implique una mayor o menor contribución de la componente profunda del caudal supone una variación de la salinidad de los ríos.

El incremento de la salinidad de los ríos debido al desarrollo del regadío en sus cuencas de recepción ha sido estudiado en numerosas cuencas de todo el mundo. Moolman *et al.* (1983) y Flügel (1989) describen los mecanismos del lavado de sales por el riego en la cuenca del río Brëe (Sudáfrica) así como la contribución de un flujo subterráneo más salino. Pigram (1986) documenta la aparición de elevaciones de la capa freática (*waterlogging*) y zonas salinizadas en la cuenca del Murray-Darling (Australia) como consecuencia del riego. Y Stepanov y Chembarishov (1978) cifran el incremento de la salinidad de los ríos de Asia Central entre 200 y 600 mg/L entre 1938 y 1972 como consecuencia del riego y llegan a encontrar una relación lineal entre el incremento en la masa de sales transportada por los ríos y el incremento de la superficie regada en su cuenca.

Las sales lavadas de una zona regable pueden acabar provocando la salinización de tierras regadas con las aguas de drenaje de la primera. Gómez-Ferrer *et al.* (1983) estudiaron el caso del río South Platte de Colorado y comprobaron como de los 1700 Mg de sales que se lavaban diariamente de los riegos de los primeros 100 km del río, 380 Mg/día precipitaban en los riegos de los siguientes 100 km.

Las consecuencias del aumento de la salinidad de los ríos no sólo se dan en el campo de la agricultura. La mineralización de las aguas reduce sus posibilidades de uso industrial y urbano, al aumentar su agresividad y su poder incrustante (Custodio y Llamas, 1983). El aumento de la dureza fuerza un mayor consumo de jabones y desincrustantes y el aumento de la salinidad convierte al agua en más corrosiva y en ocasiones el contenido de iones como cloruro o sulfato puede superar los límites recomendables o admisibles para consumo humano.

Para evitar la degradación de la calidad del agua de los cauces receptores, especialmente en cuanto a su utilización para riego de cultivos poco tolerantes a la salinidad, Rhoades (1989) llega a proponer que no se evacuen las aguas de drenaje de riego a los cursos naturales de agua sino a través de colectores distintos y que se utilicen alternativamente para

riego de cultivos más tolerantes a la salinidad o en periodos del cultivo menos sensibles a la salinidad.

Aunque en esta tesis sólo se analiza la contaminación debida al regadío, debe señalarse que la agricultura de secano también puede producir alteraciones en la salinidad de las aguas superficiales. La sustitución de la vegetación natural por cultivos que utilizan una menor cantidad de agua y tienen una profundidad de raíces menor da lugar a elevaciones de la capa freática, con la consiguiente salinización de los suelos (Schofield, 1989). Si se produce en zonas de recarga bajo las cuales hay materiales salinos a los que no alcanzaba el agua infiltrada en el régimen hidrológico natural, el incremento de la percolación puede alcanzar esos materiales y movilizar sus sales provocando la aparición de salinidad en las zonas de descarga (*seepage*). Bettenay *et al.* (1964) describen los procesos de salinización de los suelos y los acuíferos del Valle de Belka (Australia) a raíz del inicio de su explotación agrícola.

Cuando la roturación de nuevas tierras implica que el suelo queda al descubierto durante alguna parte del año en terrenos con pendiente, se produce también un aumento de la escorrentía y de la erosión hídrica. Rallison (1982) y Angéliaume *et al.* (1994) señalan la necesidad de estudiar conjuntamente los problemas de erosión y la calidad de las aguas superficiales, así como el efecto de las prácticas de conservación en tierras de cultivo.

Contaminación por nitratos

La presencia de nitrato en las aguas superficiales puede tener efectos negativos sobre la salud, en el caso de consumo humano, y sobre la calidad del agua, al favorecer su eutrofización. Los problemas de salud que puede causar el ion nitrato en el agua de boca son la metahemoglobinemia en niños pequeños y el cáncer de estómago en personas con una acidez estomacal baja (Keeney y Follet, 1991). Los límites fijados para la concentración máxima admisible de nitrato en las aguas potables son de 10 mg $N\text{-}NO_3/L$ (o 44,3 mg NO_3/L) en EE.UU. (U.S. Environmental Protection Agency, 1989) y de 50 mg NO_3/L en Europa (CEC, 1975). Las concentraciones demasiado altas de nitrato en aguas de consumo son más frecuentes en las de origen subterráneo.

Además, el nitrógeno es un nutriente esencial para las poblaciones de algas de las aguas de los ríos y embalses, aunque el elemento que normalmente limita su desarrollo es el fósforo (Verdugo, 1995). La existencia de niveles altos de nitrógeno en los cursos fluviales,

aportado por la actividad agrícola y en particular por el regadío, favorece en cualquier caso la eutrofización de los embalses receptores, por cuanto supone una fuente adicional de un nutriente esencial.

La contribución de la agricultura al incremento de los niveles de nitrato en las aguas subterráneas y superficiales es un tema que ha adquirido interés con la preocupación creciente por la calidad ambiental. La pérdida de nitrógeno aplicado como fertilizante en forma de nitrato en las aguas de drenaje implica además un mal aprovechamiento de un recurso caro, el fertilizante nitrogenado. Lucey y Goolsby (1993) estimaron que el nitrógeno transportado por el río Racoon, con una cuenca de 8900 km^2 dedicada principalmente al cultivo del maíz supuso en promedio un 25% del nitrógeno aportado como fertilizante durante 16 años.

La influencia de la agricultura sobre la concentración de nitrato de las aguas subterráneas está bien establecida. Bauder *et al.* (1993) encontraron que la concentración media de nitrato de las aguas subterráneas de los condados de Montana estaba directamente relacionada con el porcentaje de superficie de cultivo en secano en el condado y con el porcentaje de superficie de terreno altamente permeable. Burkart y Kolpin (1993) en un estudio a gran escala en el *NE* de los EE.UU. encontraron que el porcentaje de superficie dedicado al cultivo de maíz y soja así como el porcentaje de regadío y el uso de fertilizantes influían en la concentración de NO_3^- de las aguas subterráneas. También Boyer y Pasquarell (1995) encontraron una estrecha relación entre la concentración de NO_3^- en cuatro fuentes kársticas y la fracción de superficie agrícola en cada una de sus cuencas de alimentación.

El uso de la tierra también influye en el contenido de nitratos, y de otros contaminantes disueltos de origen agrícola, de las aguas superficiales. Boyd (1997) encontró que el contenido de nitrato y ortofosfato disuelto en las aguas de los ríos de la Cuenca Central de Nebraska aumentaba y tenía mayor variabilidad con el incremento del porcentaje de superficie agrícola de las cuencas vertientes.

El nitrato se incorpora a las aguas superficiales fundamentalmente con las aguas de drenaje, ya sea a través de drenes enterrados o en forma de caudal base. Drury *et al.* (1996) encontraron que el nitrógeno exportado de una parcela agrícola con el agua superficial era el 8% del exportado por la red de drenaje y Owens *et al.* (1994) encontraron que el 75% de las pérdidas de nitrógeno de una explotación forrajera se produjeron a través de la red de drenaje. La aportación de nitrato con la componente profunda del caudal viene confirmada por las

mayores concentraciones de nitrato en condiciones de caudal base y especialmente de caudales base elevados después de tormentas (Pionke *et al.*, 1996; Lucey y Goolsby, 1993).

La concentración de nitrato en las aguas de drenaje de parcelas o cuencas agrícolas está relacionada con las fechas de aplicación de los fertilizantes y con las precipitaciones de la estación sin cultivo. En áreas de cultivos de verano el nitrógeno remanente en el suelo después de la estación de cultivo o procedente de la mineralización del nitrógeno orgánico del suelo y que es lavado por las precipitaciones de invierno da lugar a concentraciones altas de nitrógeno en el agua de drenaje y es la causa de que las mayores exportaciones de nitrógeno de las cuencas agrícolas se produzcan frecuentemente en invierno (Drury *et al.*,1996; Hergert, 1986; Giardini *et al.*, 1989).

Puesto que la cantidad de nitrógeno lavado depende del volumen de percolación y de la cantidad de nitrógeno disponible para el lavado, la reducción de las exportaciones de nitrato en sistemas de regadío se logrará disminuyendo la percolación, es decir, aumentando la eficiencia y la uniformidad del riego y reduciendo la cantidad de nitrógeno lixiviable presente en el suelo. Hergert (1986) sintetiza estos requerimientos en planificar la aplicación del riego y el fertilizante nitrogenado según las necesidades del cultivo a lo largo de la campaña.

Ramos (1996) resume las prácticas agrarias que contribuyen a reducir las pérdidas de nitrato por lixiviación. Además de las ya citadas menciona limitar la cantidad total de nitrógeno a aplicar (máximo 300 kg/ha en cultivos hortícolas), considerar en el cálculo de la fertilización los aportes debidos a la mineralización de los residuos de las cosechas y de la materia orgánica del suelo, tener en cuenta el nitrógeno aportado con el agua de riego y no dejar el suelo descubierto durante la estación de lluvias, ya sea adelantando la siembra otoñal o sembrando cultivos que asimilen el nitrógeno y eviten su lavado (*cover crops*).

Díez (1995) señala el interés del desarrollo de fertilizantes de liberación controlada (*SLR, slow release fertilizers*) que puedan aplicarse a cultivos extensivos de manera competitiva y aseguren un aporte de nitrógeno sincronizado con las necesidades de los cultivos.

La preocupación por el aporte de nitrógeno procedente de la agricultura a las aguas superficiales y subterráneas ha dado lugar al desarrollo de normas y recomendaciones de prácticas agrícolas tendentes a reducir esos aportes. En Europa, una directiva comunitaria

(CEC, 1991) impone a los estados miembros la obligación de identificar las aguas afectadas por contaminación por nitratos de origen agrícola, designar zonas vulnerables, poner en marcha programas para reducir los aportes de nitrato a las aguas e informar periódicamente sobre la situación de la contaminación por nitratos. Para reducir los aportes de nitrato, la directiva propone la elaboración de "*códigos de buenas prácticas agrarias*" (*BMP, best management practices*). El Real Decreto 261/1996 (Real Decreto 261/1996, 1996) que incorpora esa directiva a nuestro ordenamiento deja en manos de las Comunidades Autónomas la elaboración de dichos códigos, siguiendo unas líneas generales en las que no se limita la cantidad de nitrógeno que se puede aplicar, sino sólamente la cantidad de nitrógeno aplicado con el estiércol (máximo de 170 kg/ha, que podrán ser 210 kg/ha en los primeros años).

Contribución del regadío a la salinidad y contaminación por nitrato de las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro

En la Cuenca del Ebro el regadío tiene una gran importancia, tanto por el volumen de agua que consume como por la superficie que ocupa. Según el Instituto de la Ingeniería de España (1991) el consumo de agua para riego ascendía en 1989 en la Cuenca del Ebro a 6683 hm^3/año, el 92% de las demandas consuntivas totales. Y la superficie en regadío en la Cuenca era en esa fecha de 707672 ha, el 28% de la superficie cultivada y el 8% de la superficie total.

Por otro lado, Alberto *et al.* (1986) señalan la existencia de 310000 ha de suelos afectados por sales en la Cuenca del Ebro, la mayor parte de las cuales se encuentran en la parte central más árida de la cuenca que es, precisamente, donde más posibilidades tiene el desarrollo del regadío. La salinidad en la Cuenca del Ebro tiene un origen fundamentalmente geológico. La formación de las Catalánides en el Paleógeno bloqueó la salida al mar de la cuenca, que durante el Oligoceno y Mioceno tuvo carácter endorreico. En ese tiempo la red fluvial fue depositando los sedimentos más gruesos al pie de los relieves y los más finos y solubles al centro. El clima árido provocó la acumulación de depósitos salinos. El mantenimiento de las condiciones de aridez en la Depresión del Ebro durante el Cuaternario ha impedido el lavado de esas sales. De hecho, casi la totalidad de los suelos salinos y sódicos de la cuenca están comprendidos dentro de la isoyeta de 500 mm.

Alberto *et al.* (1986) estimaron la masa de sales transportada en los años hidrológicos 1974, 1975 y 1977 en 6,7 millones de Mg. Más recientemente, Navas y Machín (1995) estimaron la masa de sales transportada anualmente por el río Ebro en una cantidad similar (6,95 millones de Mg). El 43% de esa salinidad se debe al yeso. En el tramo central del río Ebro la concentración de algunos iones alcanza niveles estacionales que dejan el agua del río fuera de los niveles aceptables para consumo humano.

Alberto y Aragüés (1986) encontraron que la concentración salina del tramo medio y bajo del río Ebro y en la desembocadura del Cinca (Cinca en Fraga) se incrementaba del orden de 10 mg/L al año (entre 1961 y 1975). Quílez (1998) estudió el periodo de 1961 a 1990 y encontró tendencias similares de aumento de la salinidad, siendo máximo el aumento de la concentración del Cinca en Fraga (13,0 $mg \cdot L^{-1} \cdot año^{-1}$). En el periodo estudiado, la salinidad del agua se incrementó en un 50% en el tramo medio y bajo del Ebro y un 115% en el Cinca en Fraga. Entre otras consideraciones, el Cinca recibe la mayor parte de las aguas de drenaje de los sistemas de riego de Monegros I y del Canal de Aragón y Cataluña.

La contribución de los regadíos a la salinidad del Ebro es importante por el desarrollo del regadío y por la presencia de yeso y sales en los suelos de la cuenca. Basso (1989) determinó las exportaciones de sales de algunas de las grandes zonas regables de la margen izquierda del Ebro, obteniendo los valores de 10,6 Mg/ha en la zona de Bardenas I, 5,1 Mg/ha en Monegros I y 2,3 Mg/ha en los riegos del Cinca, que suponen el 2,6% de la masa de sales total transportada por el Ebro, teniendo en cuenta únicamente las fuentes controladas de sales, por lo que las cifras reales pueden ser aún mayores.

Los riegos en la parte central árida de la Cuenca del Ebro lavarán necesariamente las sales solubles presentes en los suelos y contribuirán a la salinización de los ríos que reciban sus aguas de drenaje y en particular del mismo Ebro. La determinación de estos aportes salinos y de la influencia de la eficiencia de riego sobre los mismos mediante trabajos en el campo y de modelización (Quílez, 1998) es fundamental para la planificación de los riegos actuales y futuros en la cuenca.

También es importante conocer la contribución de la superficie en regadío a la contaminación por nitratos de las aguas de la cuenca. En trabajos realizados en zonas regables de la Cuenca del Ebro, Bellot *et al.* (1989) encontraron un exceso de nitrógeno aportado en el Polígono de La Violada sobre las salidas y una exportación neta de 65,8 kg N/ha y Basso

(1994) encontró que la masa de nitrato exportada por hectárea en 15 colectores de drenaje de la zona regable de Bardenas tomó un valor medio a lo largo de tres años hidrológicos de 157 kg NO_3/ha (35,5 kg N/ha) que representaron el 16% del nitrógeno aplicado con los abonos.

El Polígono de La Violada es una zona regable de 5282 ha, de las que 3863 ha se encuentran en regadío. Se encuentra situada en la zona regable de Monegros I, en la provincia de Huesca, y lleva más de 50 años bajo riego. Las aguas de drenaje del polígono son recogidas prácticamente en su totalidad por el Barranco de La Violada, lo que, unido a la presencia de un estrato de margas impermeables, hace del polígono un lugar muy apropiado para la realización de balances.

Por esta característica el Polígono de La Violada ha sido objeto de varios estudios sobre el volumen de drenaje y la masa de sales exportadas. Torres (1983) llevó a cabo una descripción exhaustiva del medio físico y de las transformaciones producidas por el regadío y realizó un primer balance hidrosalino del polígono para el año hidrológico 1982. Asimismo, aplicó para ese año el modelo hidrosalino de Tanji (1977) modificado para tener en cuenta la presencia de yeso en el suelo. Quílez (1985) calibró y verificó el nuevo modelo (*MOVI*) con los balances de agua y de sales de los años 1982, 1983 y 1984. Los resultados de los balances de agua y los aportes de sales estos años han servido como punto de comparación para los resultados obtenidos en esta tesis. Finalmente, Bellot *et al.* (1989) realizaron un balance de agua y de los principales elementos (*Cl*, *N*, *S*, *P*, *Na*, *Ca*, *Mg* y *K*) en el polígono para el año 1985 del que se han tomado los datos para estimar algunas de las entradas menores de *N* al sistema.

Entre 1987 y 1988 se lleva a cabo un amplio estudio agroecológico del polígono de La Violada. Dentro de este proyecto se estudiaron aspectos como los flujos de energía, la productividad y la dinámica de los nutrientes en cultivos de trigo y maíz (Campillo (1987) y Esquisábel (1987)), la producción y la composición mineral de la alfalfa en distintos suelos (Trébol, 1988), y la producción primaria y composición mineral de la cebada en secano y regadío (Amézqueta, 1988). De estos trabajos se han obtenido los análisis más detallados y los resultados numéricos de los suelos del Polígono de la Violada, así como datos adicionales sobre las prácticas de riego y, especialmente, de abonado, que han servido como confirmación de los obtenidos a través de las encuestas en esta tesis.

Más recientemente Slatni (1996) y Bensaci (1996) analizaron la situación actual del manejo del agua en la Comunidad de Regantes de Almudévar (que ocupa la mayor parte de la superficie regable del polígono) y las posibilidades de mejora en el uso del agua dentro de la comunidad y en distintos escenarios. Los resultados sobre el manejo del riego y las propiedades hídricas del suelo han sido fundamentales para el cálculo de la *ET* que se ha realizado en esta tesis.

Objetivos de la tesis

Esta tesis estudia la masa de sales y de nitrato exportada por una zona regable de la Cuenca del Ebro (el Polígono de La Violada) durante los años hidrológicos 1995 y 1996.

El conocimiento de la masa de nitrógeno exportada por el Barranco de La Violada y de la aplicada por fertilización así como su distribución temporal permite determinar la idoneidad de las prácticas de fertilización actuales con relación a la contaminación por nitratos. La masa de nitrógeno y de sales exportada será por sí misma una medida importante del impacto de la agricultura de regadío en la Cuenca del Ebro sobre la calidad de las aguas superficiales.

Los objetivos parciales de este trabajo han sido:

(1) estimar la masa de nitrógeno nítrico y sales exportada por la red de drenaje de la zona regable de La Violada y comparar la masa de sales exportada con la de los años anteriores en que se realizaron estudios similares,

(2) caracterizar los aportes de sales disueltas de los desagües secundarios y del polígono en su conjunto,

(3) determinar las prácticas de abonado propias de la zona y establecer la cantidad de nitrógeno que se aporta por fertilización así como la importancia relativa de las otras entradas y salidas de nitrógeno y especialmente la relación que existe entre la fertilización nitrogenada y el transporte de nitrógeno por el Barranco de La Violada y

(4) realizar un balance de agua en el polígono y determinar la relación entre el volumen de agua de riego y de drenaje, con sus implicaciones sobre la eficiencia de aplicación del riego y la idoneidad del sistema de riego.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Polígono de riego de La Violada (Plano 1) se encuentra situado en la provincia de Huesca ocupando parte de los términos municipales de Almudévar, Tardienta y Gurrea de Gállego (la mayor parte sobre el término de Almudévar, constituyendo la Comunidad de Regantes de Almudévar). Este polígono tiene la particularidad de que la red de drenaje se dirige en su totalidad hacia el Barranco de La Violada, que drena fuera del polígono hacia el *SW* por un punto donde la cuenca vertiente tiene apenas dos kilómetros de anchura. Esto, unido a la impermeabilidad del sustrato margoso que subyace al polígono, hace que la práctica totalidad del agua de drenaje se recoja en ese punto, haciendo del polígono un lugar ideal para la aplicación de balances. En este punto que marca el límite de la zona de estudio, en lo sucesivo denominado punto D-14 (Plano 1), hay instalada una caseta de aforos, provista de un limnígrafo (Estación nº 230-Barranco de Violada en La Pardina de la Confederación Hidrográfica del Ebro).

La zona de estudio queda definida por las superficies de regadío y secano de los términos municipales de Almudévar, Tardienta y Gurrea que drenan hacia el Barranco de La Violada aguas arriba del punto D-14. Se encuentra limitada por el Canal de Monegros al Nordeste, la Acequia de La Violada al Oeste y la Acequia de Santa Quiteria (Acequia Q) al Sur. En total los tres canales limitan una superficie aproximada de 5282 ha; de ellas unas 3863 ha se encuentran en regadío, de las que 3577 ha corresponden a la Comunidad de Almudévar y el resto a las Comunidades de Tardienta y de Gurrea.

La cuenca vertiente del Barranco de la Violada incluye además amplias zonas de secano situadas por encima de los canales. Estas zonas son de poca extensión y gran pendiente al Oeste de la Acequia de La Violada y al Sur de la Acequia de Santa Quiteria y de gran extensión al Norte del Canal de Monegros donde constituye la llamada Cuesta de Almudévar, por la que drenan varios cauces naturales hacia el Barranco de La Violada; los más importantes de éstos, el Barranco de Las Pilas, el Barranco del Azud y el de Valdepozos, tienen varios kilómetros de longitud y entran en el polígono de estudio cruzando por debajo del Canal de Monegros.

El polígono se encuentra situado entre los 41° 59' y los 42° 04' de latitud *N* y entre los 0° 32' y los 0° 40' de longitud *W*. Su altitud oscila entre los 345 m del punto D-14 y los 414 m

de algunas de las alturas interiores del polígono, si bien los canales que definen el perímetro discurren a cotas algo inferiores a los 400m.

2.1. Clima

Para el estudio climatológico se han utilizado los datos meteorológicos de la estación de la Granja-escuela de Almudévar (nº 9-491, 00º35'22" N – 42º01'47" E). Se han analizado todos los años completos entre 1964 y 1997: veintiocho para la serie de temperaturas y treinta y uno para la de precipitaciones. Otros datos, como el número de días de rocío o de tormentas y la humedad relativa, se han tomado sólo de los seis últimos años (de 1992 a 1997).

El Polígono de La Violada se caracteriza por una precipitación media anual de 479,9 mm y una temperatura media de 13,25ºC; con unos 76 días de lluvia al año. Estos resultados son similares a los obtenidos por Torres (1983), para el periodo 1964 a 1983.

2.1.1. Análisis de las precipitaciones

Aunque la precipitación media anual es de 480 mm, la distribución irregular de la lluvia a lo largo del año y la gran variabilidad entre años hacen que el clima sea más seco de lo que la precipitación media puede indicar. En los 31 años de la serie de precipitaciones se registró un valor mínimo de 295,6 mm (año 1981) y un máximo de 818,7 mm (año 1969). En 8 años de los 31 la precipitación no alcanzó los 400 mm, y en 2 de ellos no llegó siquiera a 300 mm.

Las precipitaciones medias mensuales oscilan entre los 23,8 mm de julio y los 54,4 mm de mayo. En la distribución de las precipitaciones se presenta un periodo seco en verano y dos periodos más húmedos en primavera y otoño. El pico otoñal de precipitación se presenta en noviembre, con 52,7 mm. Las precipitaciones son mayores en primavera y otoño que en verano o invierno; pero están aparentemente bien distribuidas a lo largo del año (Tabla 2.1). Torres (1983) señala que las tormentas llegan a sumar el 20% de los días de lluvia al año; en los años que hemos estudiado los días de tormenta (1995 a 1997), éstas llegan a aportar en algunos meses entre mayo y septiembre la totalidad de la precipitación del mes. Se registran entre cuatro y ocho días de lluvia por mes (en julio y agosto y en diciembre y mayo, respectivamente), con muchos o todos los días de lluvia de julio y agosto en forma de tormenta. Este carácter torrencial de las precipitaciones de primavera y verano hace que no

tengan un efecto tan beneficioso en el desarrollo de los cultivos como podría indicar la cuantía de las precipitaciones.

Tabla 2.1. Precipitación media mensual y número medio mensual de días de lluvia en el periodo 1964-1997 en la estación meteorológica de la Granja-escuela de Almudévar.

	Precipitación (mm)		Días de lluvia	
Mes	**Media**	**Desv. estándar**	**Media**	**Desv. estándar**
Enero	35,4	37,7	6,6	5,2
Febrero	34,1	19,9	6,7	3,0
Marzo	35,8	39,5	6,5	3,8
Abril	46,7	33,2	7,3	3,5
Mayo	54,4	32,1	8,3	3,4
Junio	45,7	37,9	5,8	3,1
Julio	23,8	20,0	4,1	2,4
Agosto	25,1	22,7	4,3	3,1
Septiembre	41,1	32,8	5,1	3,0
Octubre	42,6	36,3	6,5	4,2
Noviembre	52,7	42,6	6,8	4,2
Diciembre	42,4	31,9	7,9	4,9
Total anual	**479,9**	**120,5**	**75,9**	**13,4**

2.1.2. Análisis de las temperaturas

La variación interanual de la temperatura no es tan acusada como la de las precipitaciones. En la serie de 28 años considerada se presenta un valor mínimo de 11,8ºC (año 1974) y un máximo de 14,5ºC (año 1997); apenas 2,7ºC de diferencia.

Las temperaturas más bajas se presentan en enero y las más altas en julio (Tabla 2.2). La temperatura media mensual oscila entre los 5,1ºC de enero y los 22,5ºC de julio, con una oscilación térmica anual de 17,4ºC.

Las temperaturas mínimas inferiores a 0ºC se presentan entre finales de octubre y primeros de mayo (aunque en años anteriores a la serie estudiada, llegan a presentarse heladas a finales de septiembre). En ningún año la media de mínimas llega a situarse por debajo de 0ºC, pero la media de las mínimas absolutas sí es inferior a 0ºC de noviembre a abril. Las fechas medias de la primera y última helada se presentan en la Tabla 2.3, donde puede observarse que hay más de 6 meses al año libres de heladas, lo que supone un clima apto para

los principales cultivos de regadío de verano de la zona, particularmente del maíz y también del girasol y la alfalfa.

Las temperaturas medias máximas en el verano también son lo bastante elevadas para el cultivo del maíz y el girasol. Las temperaturas son también adecuadas para los cereales de invierno, cultivos tradicionales del secano de la zona (Elías y Castellví, 1996).

Tabla 2.2. Temperaturas medias mensuales en la Granja-escuela de Almudévar en el periodo 1964-97. Entre paréntesis se da la desviación estándar.

	Temperaturas (°C)						
	Máximas			Medias	Mínimas		
Mes	Absolutas	Media de absolutas	Media de máximas		Media de mínimas	Media de absolutas	Absolutas
Enero	18	15,5 (1,4)	**9,4** (1,5)	**5,1** (1,4)	**0,8** (1,5)	-5,0 (2,4)	-11,5
Febrero	21,5	17,3 (1,9)	**12,1** (1,7)	**6,6** (1,5)	**1,2** (1,5)	-4,6 (2,4)	-10,5
Marzo	27	21,9 (2,6)	**15,4** (1,9)	**9,0** (1,5)	**2,7** (1,6)	-3,1 (2,4)	-10
Abril	29	24,2 (2,7)	**17,5** (1,6)	**11,2** (1,1)	**5,0** (1,1)	-0,4 (1,4)	-2,7
Mayo	34,2	28,8 (2,6)	**21,8** (2,0)	**15,2** (1,5)	**8,5** (1,2)	2,5 (1,7)	-4
Junio	39	33,1 (2,3)	**26,5** (1,7)	**19,3** (1,3)	**12,1** (1,3)	6,9 (1,5)	4
Julio	41	36,6 (2,0)	**30,3** (1,5)	**22,5** (1,5)	**14,7** (2,1)	9,8 (2,1)	2
Agosto	38,5	35,2 (1,6)	**29,7** (1,6)	**22,3** (1,4)	**14,9** (1,7)	9,7 (2,3)	4
Septiembre	37,5	31,4 (2,3)	**25,6** (1,7)	**18,8** (1,5)	**12,1** (1,7)	6,1 (1,9)	2,5
Octubre	30	25,8 (2,2)	**19,8** (2,0)	**14,0** (1,5)	**8,2** (1,7)	1,5 (2,2)	-3,3
Noviembre	24	19,9 (2,3)	**13,5** (1,2)	**8,7** (1,4)	**3,9** (2,0)	-3,2 (2,5)	-8
Diciembre	19	15,8 (1,6)	**9,9** (1,1)	**5,8** (1,2)	**1,7** (1,5)	-4,8 (2,0)	-9

Tabla 2.3. Fecha de la primera y última helada de la estación en el periodo 1964-1997. Datos de la estación de la Granja-escuela de Almudévar.

		Día juliano	
	Fecha	Media	Desv. estándar
Primera helada (n = 33)	13 de noviembre	317	14
Última helada (n = 32)	8 de abril	98	14

2.1.3. Otros elementos del clima

Otros elementos del clima que se han considerado son la humedad relativa, el recorrido del viento, la radiación solar y las horas de sol diarias (insolación). La humedad relativa media diaria varía entre el 57% del mes de julio y el 86% de diciembre. El recorrido del viento oscila entre los 157 km/día de noviembre (1,8 m/s) y los 230 km/día de abril (2,7 m/s), los vientos más fuertes se registran en marzo y abril y las direcciones dominantes son la *NW* y la *WNW*. La radiación solar (expresada en mm de agua evaporada) varía entre los 3,6 mm (diciembre) y los 11,9 mm (julio). Diciembre es también el mes con menos horas de sol (2,2 h en promedio de 1992 a 1997), el mes con mayor insolación, en cambio, es junio con 11,5 horas de sol al día. Los resultados mensuales de estas variables se presentan en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Valores medios mensuales de humedad relativa (*HR*, %), recorrido del viento (*R.V.*, km/d), radiación solar (*R.S.*, expresada en mm de agua evaporada) y horas de sol (Insolación, en horas) en la Granja-escuela de Almudévar. Los datos de radiación solar y humedad relativa corresponden al periodo de enero de 1994 a septiembre de 1996; los de recorrido del viento e insolación a los años 1992 a 1997.

Mes	HR (%)	R.V. (km/d)	R.S. (mm)	Insolación (h)
Enero	76,3	159	5,1	3,1
Febrero	74,7	195	6,9	4,8
Marzo	69,0	216	8,0	7,4
Abril	65,0	230	9,3	9,3
Mayo	67,3	188	9,6	10,4
Junio	58,0	179	10,6	11,5
Julio	57,0	179	11,9	11,1
Agosto	62,3	157	10,3	9,6
Septiembre	63,0	163	8,0	7,3
Octubre	74,0	158	6,5	5,0
Noviembre	80,5	152	4,9	3,1
Diciembre	86,0	171	3,6	2,2

2.1.4. Caracterización del clima. Clasificaciones climáticas.

El clima de la zona puede definirse como mediterráneo, con un periodo seco en verano, coincidiendo con la estación cálida, y unas precipitaciones mayores en las demás estaciones, con un ligero descenso en el invierno.

La Tabla 2.5 presenta la clasificación del clima de la zona atendiendo a diferentes índices climáticos (el índice de Lang, el índice de Martonne y el de Dantin-Revenga). El clima resulta ser seco, o no húmedo al menos, según todos los criterios (Elías y Castellví, 1996), y se clasifica como árido, semiárido o cuando menos subhúmedo.

Tabla 2.5. Clasificación del clima según índices termopluviométricos. Datos de la estación meteorológica de la Granja-escuela de Almudévar de 1964 a 1997.

Índice	Fórmula[1]	Valor	Zona climática
Factor de pluviosidad (Lang)	$\frac{P}{T}$	36,2	Zona árida
Índice de aridez (Martonne)	$\frac{P}{T+10}$	20,6	Zona subhúmeda
Índice de Dantin-Revenga	$\frac{100\times T}{P}$	2,8	Zona semiárida

[1] En todos los casos P es la precipitación media anual en mm y T la temperatura media anual en °C.

La representación de los meses en un diagrama de precipitación-temperatura (Figura 2.1) y su clasificación según el criterio de Martonne arroja algo más de luz sobre el tipo de clima de la zona (Diehl y Box, 1985). Así, se aprecia que sólo los meses de julio y agosto pueden considerarse como áridos, mientras junio y septiembre serían semiáridos. El periodo más húmedo corresponde a noviembre y diciembre mientras el resto de los meses se encuentran en la zona subhúmeda del diagrama. El carácter árido de los meses de julio y agosto es mayor si se tiene en cuenta el hecho ya comentado de que buena parte de la precipitación en esos meses se produce en forma de tormentas y no puede ser aprovechada por la vegetación o los cultivos para su desarrollo.

Según los criterios de clasificación de Köppen, Thornthwaite, UNESCO y Papadakis el clima resulta ser templado, subhúmedo o, en líneas generales, mediterráneo.

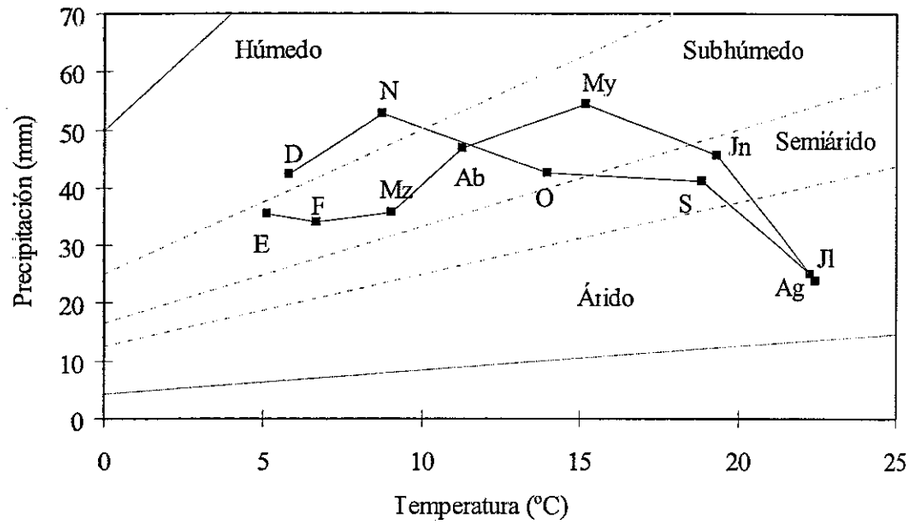


Figura 2.1. Tipo de clima medio mensual según el criterio de Martonne en la estación meteorológica de la Granja-escuela de Almudévar (1964-1997).

2.1.4.1. Clasificación climática de Köppen

Según la clasificación de Köppen (Strahler, 1989), el clima en Almudévar es del tipo *C*, mesotérmico, templado y húmedo (la media de las mínimas del mes más frío, enero, con T = 0,8°C, está comprendida entre -3°C y 18°C y el factor de pluviosidad de Lang está por encima de 20, con lo que el clima no es seco).

Aunque no se cumplen todos los requisitos para considerarlo un clima con una estación seca en verano (en particular, la precipitación mensual máxima en invierno no es mayor que el triple de la mínima en verano; ni tampoco se registra al menos el 60% de la precipitación en los 6 meses de invierno, de octubre a marzo), al ser la precipitación mensual mínima (julio, 23,8 mm) menor de 30 mm, es apropiado considerar que tiene una estación seca en verano: *s*.

Finalmente, se trata de un clima con verano caluroso, *a*, por ser la temperatura mensual máxima mayor de 22°C (julio: 30,3°C).

Según la clasificación de Köppen se trata de un clima de tipo *Csa*: templado húmedo con verano seco y caluroso.

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria D. G. A. BIBLIOTECA

2.1.4.2. Clasificación climática de Thornthwaite

La clasificación de Thornthwaite (1948) esta basada en el balance hídrico en el suelo calculando la evapotranspiración potencial según el método de Thornthwaite con base mensual. De la realización del balance hídrico se concluye cual es el exceso teórico de agua en invierno y el déficit en verano, que con la evapotranspiración potencial sirven para calcular los índices de exceso y de aridez, de los que se obtiene el índice de humedad con el que se clasifica el clima en sus grupos principales. El balance se ha realizado tomando una reserva máxima de agua en el suelo de 83 mm, valor medio de capacidad de retención de los suelos obtenido por Slatni (1996) y considerando un agotamiento exponencial de la reserva de agua en el suelo. El balance hídrico (Tabla 2.6) indica que sólo hay exceso de agua apreciable en febrero y marzo, mientras el déficit dura de mayo a octubre, que sería el último mes seco de la estación; siendo especialmente acusado en julio y agosto.

Tabla 2.6. Balance hídrico en los suelos de Almudévar según Thornthwaite. Valores medios mensuales de temperatura (*T*, °C), evapotranspiración potencial de Thornthwaite (*ETP*, mm), precipitación (*P*, mm), reserva de agua en el suelo (*R*, mm), variación de la reserva (*DR*, mm), evapotranspiración real (*ETR*, mm), déficit o falta de agua (*DEF*, mm) y exceso de agua (*EXC*, mm). Información generada a partir de los datos de la estación meteorológica de la Granja-escuela de Almudévar de 1964 a 1997.

	O	N	D	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	Año
T	14,0	8,7	5,8	5,1	6,6	9,0	11,2	15,2	19,3	22,5	22,3	18,8	
ETP	52,9	23,8	13,1	11,4	16,5	31,4	46,2	78,7	110,8	137,8	126,6	87,7	**736,9**
P	42,6	52,7	42,4	35,4	34,1	35,8	46,7	54,4	45,7	23,8	25,1	41,1	**479,9**
P-ETP	-10,3	28,9	29,4	24,0	17,6	4,4	0,5	-24,3	-65,1	-114,0	-101,5	-46,5	
R	1,1	30,0	59,4	83,0	83,0	83,0	83,0	61,9	28,3	7,2	2,1	1,2	
DR	-0,1	28,9	29,4	23,6	0,0	0,0	0,0	-21,1	-33,7	-21,1	-5,0	-0,9	
ETR	42,8	23,8	13,1	11,4	16,5	31,4	46,2	75,4	79,4	44,9	30,1	42,0	**457,2**
DÉF	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	31,5	92,9	96,5	45,6	**279,8**
EXC	0,0	0,0	0,0	0,3	17,6	4,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**22,7**

Los índices de aridez (I_a) y de exceso (I_h) vienen dados por las expresiones:

$$I_a = \frac{DEF}{ETP} \qquad I_h = \frac{EXC}{ETP}$$

y toman los valores $I_a = 38{,}0$ y $I_h = 3{,}1$ de lo que resulta un índice de humedad ($I_m = I_h - 0{,}6\, I_a$) $I_m = -19{,}7$. Este valor define un clima seco ($I_m < 0$) de tipo seco subhúmedo (C_1). La subdivisión para climas secos se hace en función del exceso de agua (I_h); resultando un clima con pequeño o nulo exceso de agua (*d*). La eficacia térmica se caracteriza según el valor anual de *ETP* y su concentración en verano según el cociente de la *ETP* del verano y la *ETP* total. Puesto que la *ETP* total asciende a 737 mm al año, y la *ETP* del verano representa el 51% de la total se trata de un clima mesotérmico tipo 2 (B'_2), es decir, un clima caluroso; y con una concentración moderada de la eficacia térmica en verano (b'_4).

La fórmula climática de Thornthwaite resulta:

$$C_1 - B'_2 - d - b'_4$$

que resume un clima seco subhúmedo, con un exceso moderado de agua en invierno, con un valor alto de eficacia térmica (mesotérmico) que está moderadamente concentrada en verano.

2.1.4.3. Clasificación bioclimática UNESCO-FAO

El régimen térmico se define según el método de UNESCO-FAO por la temperatura (Elías y Castellví, 1996). Según la temperatura media del mes más frío (enero, $T_m = 5{,}1$°C) se trata de un clima templado, con un invierno moderado (la temperatura media de mínimas del mes más frío, enero, es de 0,8°C).

La aridez se deduce de la relación mensual entre la temperatura media y la precipitación, siendo secos aquéllos meses para los que la precipitación (mm) es menor que el doble de la temperatura media (°C); subsecos, aquéllos en los que es entre dos y tres veces la temperatura media y húmedos los meses en que la precipitación es mayor que el triple de la temperatura media. Como se puede apreciar en el diagrama ombrotérmico (Figura 2.2), en Almudévar sólo resultan ser secos los meses de julio y agosto. Los meses de junio y septiembre son subsecos y el resto de los meses del año son húmedos.

Para medir la intensidad de la sequía y realizar la subdivisión de los climas templados se utiliza el índice xerotérmico, en cuyo cálculo intervienen el número de días de lluvia de cada mes, el número de días de rocío o niebla y la humedad relativa media. Como sólo se dispone de estos valores para los años de 1992 a 1997 se ha calculado el índice xerotérmico con esos seis años, resultando un valor de 165, propio de un clima *Termomediterráneo*

acentuado, es decir, un clima mediterráneo con una sola estación seca corta en verano (entre uno y ocho meses, en nuestro caso de dos meses). Los años 1992 a 1997 son de los más calurosos de la serie utilizada (sólo 1993 tiene una temperatura media menor que la media de la serie), con lo que el carácter especialmente árido que se obtiene de este valor podría ser en realidad algo menor para la serie completa.

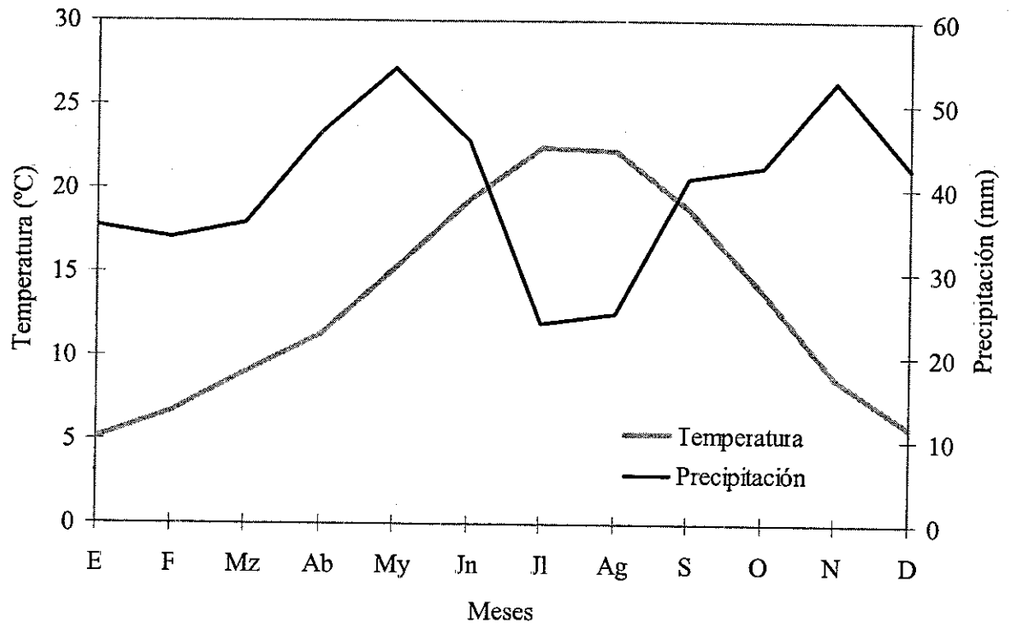


Figura 2.2. Diagrama ombrotérmico de la estación Granja-escuela de Almudévar (1964-1997).

2.1.4.4. Clasificación agroclimática de Papadakis

Se incluye la clasificación de Papadakis porque ofrece información del tipo de cultivos posibles en la región y requiere un análisis específico del periodo libre de heladas (Elías y Castellví, 1996).

El tipo de invierno se establece a través de la temperatrura media de las mínimas absolutas del mes más frío (para Almudévar, los -5,0ºC de enero) y, en este caso, con la media de las máximas del mes más frío (enero, 9,4ºC). El invierno es de tipo avena fresco (*av*), que permite el cultivo de todos los cereales de invierno incluido el trigo; pero es demasiado frío para los cítricos (nivel superior de la clasificación).

El tipo de verano se establece en función de la duración de la estación media libre de heladas (*EMLH*), la estación disponible libre de heladas (*EdLH*) y la estación mínima libre de heladas (*EmLH*) que son los periodos al año en que la temperatura media de las mínimas absolutas está por encima de 0, 2 o 7ºC, respectivamente (en este caso *EMLH* = 7,1 meses, *EdLH* = 6,1 meses y *EmLH* = 4,7 meses). Estos valores con una temperatura media de máximas de los 6 meses más cálidos de 25,6ºC dan un verano de tipo *Oryza* (*O*).

El tipo de invierno y de verano componen un clima *templado cálido* (*TE*).

El régimen de humedad se establece a partir del balance hídrico (Tabla 2.7), con la *ETP* calculada según el método de Papadakis en función de la temperatura media de máximas y de mínimas de cada mes. A partir del balance hídrico se define el índice de humedad (cociente entre precipitación y *ETR* para un mes) y un mes se considera seco si I_h es menor de 0,5; intermedio si está comprendido entre 0,5 y 1,0 y húmedo si es mayor que 1,0. Análogamente se define el índice de humedad anual. Otro término de interés es la lluvia de lavado, diferencia entre la precipitación y la *ETP* en la estación húmeda, que toma un valor muy bajo, del 1,2 % de la *ETP* anual.

Tabla 2.7. Balance hídrico en los suelos de Almudévar según Papadakis. Valores medios mensuales de temperatura media de máximas (*T*, ºC), precipitación (*P*, mm), evapotranspiración potencial de Papadakis (*ETP*, mm); reserva de agua en el suelo (*R*, mm); variación de la reserva (*DR*, mm), evapotranspiración real (*ETR*, mm), déficit o falta de agua (*DEF*, mm), exceso de agua (*EXC*, mm) e índice de humedad (I_h). Información generada a partir de los datos de la estación meteorológica de la Granja-escuela de Almudévar de 1964 a 1997.

	O	N	D	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	Año
T	19,8	13,5	9,9	9,4	12,1	15,4	17,5	21,8	26,5	30,3	29,7	25,6	
P	42,6	52,7	42,4	35,4	34,1	35,8	46,7	54,4	45,7	23,8	25,1	41,1	**479,9**
ETP	76,5	47,9	35,0	35,0	46,8	62,4	70,2	92,4	124,9	160,5	150,5	114,5	**1016,7**
P-ETP	-33,8	4,7	7,4	0,4	-12,7	-26,6	-23,5	-38,0	-79,2	-136,7	-125,4	-73,4	
R	0,0	4,8	12,2	12,5	10,7	7,8	5,9	3,7	1,4	0,3	0,1	0,0	
DR	0,0	4,7	7,4	0,4	-1,8	-2,9	-1,9	-2,2	-2,3	-1,2	-0,2	0,0	
ETR	42,7	47,9	35,0	35,0	35,9	38,7	48,6	56,5	48,0	25,0	25,3	41,2	**479,9**
DÉF	33,8	0,0	0,0	0,0	11,0	23,6	21,6	35,8	76,9	135,5	125,2	73,4	**536,7**
EXC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
I_h	0,6	1,1	1,2	1,0	0,7	0,5	0,6	0,6	0,3	0,1	0,2	0,4	**0,4**
Tipo[(1)]	i	h	h	h	i	i	i	i	s	s	s	s	

[(1)] El mes se considera húmedo (*h*), seco (*s*) o intermedio (*i*) según el valor de I_h.

Con estos valores el régimen de humedad se considera como *mediterráneo semiárido* (*me*), ya que en ninguno de los meses con la temperatura media de máximas mayor de 15ºC la precipitación y la reserva de agua del suelo son suficientes para cubrir la *ETP*.

Según esta clasificación se trata de un clima con régimen térmico templado cálido, *TE*, y régimen de humedad mediterráneo seco, *me*, que se considera como clima mediterráneo, subdivisión *semiárido continental*.

2.1.5. El clima de los años de estudio

Los años de estudio, años hidrológicos 1995 (octubre 1994-septiembre 1995) y 1996 (octubre 1995-septiembre 1996) fueron bastante más calurosos que la media, dentro de una tendencia ascendente de las temperaturas en la serie estudiada. La temperatura media anual fue de 14,1ºC en 1994-95 y de 14,0ºC en 1995-96, cuando la media de los veintiocho años hidrológicos de la serie fue de 13,2ºC.

En cuanto a las precipitaciones, el año hidrológico 1995 fue extraordinariamente seco, mientras 1996 resultó bastante húmedo. La precipitación anual fue en 1994-95 de 295,6 mm, lo que apenas supone el 60% de la precipitación media histórica y convierte a 1995 en el segundo año más seco de la serie. En 1995-96 la precipitación alcanzó los 585,3 mm que es, en cambio, un valor bastante más alto que la media.

En la Tabla 2.8 se presentan los valores medios mensuales de precipitación y temperatura para el periodo 1964-1997 y los valores correspondientes de los años hidrológicos 1995 y 1996.

El año hidrológico 1995 se caracteriza por una precipitación muy baja en todos los periodos excepto los meses de octubre y noviembre de 1994, en los que la precipitación es ligeramente superior a la media. Especialmente secos fueron los meses de invierno (de enero a marzo), lo que justifica, con unas precipitaciones también escasas en abril y mayo, el bajo rendimiento de los cereales de invierno en secano obtenidos ese año. Todos los meses del año hidrológico excepto enero, marzo y septiembre resultaron, además, mucho más calurosos que los del año medio. Otro punto importante que afecta al caudal del Barranco de La Violada en el otoño de 1994 son las altas precipitaciones de septiembre de 1994. Ese mes se observaron en la estación de Almudévar once días de lluvia, que sumaron una precipitación de 113,2 mm.

Tabla 2.8. Precipitación (mm) y temperatura (ºC) media mensual en el periodo 1964-1997 (año medio) y de los años hidrológicos 1995 y 1996. Datos de la estación meteorológica de la Granja-escuela de Almudévar.

	Precipitación (mm)			Temperatura (ºC)		
	Año medio	**1994-95**	**1995-96**	**Año medio**	**1994-95**	**1995-96**
Octubre	42,6	60,1	3,3	14,0	14,2	16,5
Noviembre	52,7	66,2	28,2	8,7	10,7	10,4
Diciembre	42,4	16,1	113,2	5,8	5,9	6,6
Enero	35,4	8,5	152,2	5,1	6,3	7,6
Febrero	34,1	10,9	44,4	6,6	8,2	5,8
Marzo	35,8	5,3	20,7	9,0	9,0	9,2
Abril	46,7	43,8	39,8	11,2	12,4	12,3
Mayo	54,4	36,5	53,6	15,2	16,7	15,8
Junio	45,7	7,3	15,3	19,3	20,3	20,9
Julio	23,8	4,9	56,3	22,5	24,6	22,4
Agosto	25,1	22,9	41,3	22,3	23,0	21,7
Septiembre	41,1	13,1	17,0	18,8	17,4	18,1
Año completo[1]	***477,0***	***295,6***	***585,3***	***13,2***	***14,1***	***14,0***

[1] Los valores del año medio se refieren a la media de la serie de años hidrológicos completos de 1964 a 1997 (veintiocho para la temperatura y treinta para la precipitación) y son, por tanto, algo diferentes de los valores medios utilizados en la caracterización del clima.

El año hidrológico 1996 fue, en cambio, bastante más lluvioso que la media. Las precipitaciones fueron menores que la media en octubre y noviembre de 1995, pero mucho más abundantes en diciembre de 1995 y enero de 1996 (que son el segundo mes de diciembre y el primer mes de enero más lluviosos de la serie). En julio y agosto la precipitación también excedió en mucho a la media. Durante el invierno, todos los meses fueron más cálidos que la media salvo febrero; y en verano, julio, agosto y septiembre tuvieron temperaturas más suaves que el año medio.

2.2. Red de riego

El Polígono de La Violada forma parte de la zona regable Monegros I y se riega con aguas del río Gállego. La captación de las aguas para el riego se lleva a cabo mediante la Presa de Ardisa en el Gállego, de la que se deriva el agua al Pantano de La Sotonera (de 189 hm^3 de capacidad) sobre el río Sotón, que es el que regula el caudal disponible para su utilización durante la campaña de riegos. El riego se inició en Almudévar en 1934 (Bolea,

1986) tras la conclusión de las obras del primer tramo del Canal de Monegros al que pertenece la totalidad de la zona.

El polígono se riega desde tomas sobre el mismo Canal de Monegros y desde tomas de las primeras dos grandes derivaciones del Canal: la Acequia de La Violada y la Acequia de Santa Quiteria (o Acequia Q).

Sobre el Canal de Monegros hay once tomas que riegan el polígono de estudio Las nueve primeras corresponden a la Comunidad de Regantes de Almudévar y las dos últimas a la Comunidad de Tardienta. De la Acequia de La Violada parten un total de 16 tomas, más pequeñas en capacidad y en superficie servida, que riegan el polígono; las dos últimas corresponden a la Comunidad de Regantes de Gurrea de Gállego. El número de tomas, también de reducida capacidad en general, que se derivan de la Acequia Q y riegan dentro del polígono es de 17, las cinco primeras pertenecen a la Comunidad de Tardienta y las demás a la de Almudévar. La ubicación de estas tomas se presenta en el Plano 2.

La relación de las acequias que riegan el Polígono de La Violada desde cada uno de los canales y la superficie dominada por cada toma se presenta en la Tabla 2.9.

Una característica de la red de riego es la gran heterogeneidad de las tomas de las acequias en superficie servida y por consiguiente en caudal nominal y sección. Así, la superficie servida oscila entre las 4 ha de la toma M-10,9 y las 635 ha de la acequia de Corniellos. De los canales principales (Monegros, Violada y Quiteria) arrancan por igual acequias de gran capacidad y otras muy pequeñas. De la distinta capacidad de las acequias se deduce que el tiempo de riego por hectárea es muy variable dentro del polígono.

En general, la red de riego se caracteriza por la pequeña capacidad de las acequias con relación a la superficie servida. El sistema de riego se concibió para suministrar agua para riego de cereales de invierno y ha acabado utilizándose para el riego de cultivos con unas necesidades mucho más altas (maíz y alfalfa) con lo que la capacidad de las acequias resulta insuficiente. El módulo de las acequias es de unos 0,6 $L \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$ y el caudal medio de las acequias es muy variable (Comunidad de Regantes de Almudévar, 1993).

Las tomas de los canales suelen estar formadas por acequias en hormigón a nivel del suelo. Dentro del polígono se encuentran acequias en hormigón como las que arrancan de las tomas, acequias elevadas de materiales prefabricados y tramos formados por tubos de

hormigón; estos últimos suelen ser los más recientes instalados por las Comunidades de Regantes. Los tramos finales de abastecimiento a las parcelas pueden estar revestidos de hormigón o piedras o directamente excavados en el suelo.

Tabla 2.9. Superficie servida por las acequias que riegan el Polígono de La Violada (ha). Las tomas marcadas con una ^{T} corresponden a la Comunidad de Regantes de Tardienta y las señaladas con ^{G} a la de Gurrea de Gállego; el resto de las tomas son de la Comunidad de Regantes de Almudévar. Fuente: Comunidad General de Regantes del Alto Aragón.

Canal de Monegros		**Acequia de La Violada**		**Acequia Q**	
Pocico (M-6,3)	147,00	V – 0,1	53,59	Q - 1.2 ^{T}	8
Matilero (M-7,7)	200,42	V – 1,3	63,64	Q - 2.1 ^{T}	443
Artical (M-10,1)	558,85	V – 2,4	11,02	Q - 2.2 ^{T}	20
M-10,9	4,00	V – 2,8	40,52	Q - 3 ^{T}	38
Corniellos (M-11,7)	634,56	V – 3,1	49,43	Q - 4 ^{T}	36
M-12,2	19,22	V – 3,6	41,20	Q - 5	419,95
Nuevos (M-12,3)	127,16	V – 4,2	49,30	Q - 6	41,92
Valdepozos (M-14,2)	213,34	V – 5,3	26,20	Q - 11.1	1,99
Abaries (M-15,7)	224,55	V – 5,6	5,47	Q - 11.2	8,23
M-17,6 ^{T}	145	V – 6,1	72,68	Q - 12	55,73
M-19,2 ^{T}	90	V – 6,3	49,58	Q - 13	49,44
		V - 7,4	139,41	Q - 14	5,53
		V - 8,2	72,28	Q - 14.b	2,67
		V - 9,2	40,01	Q - 15	6,41
		V - 9,8 ^{G}	31,23	Q - 16	14,84
		V - 10,4 ^{G}	68,42	Q - 17	13,67
				Q - 18	46,04

El riego en la zona se realiza por turnos, como corresponde al sistema de distribución. La distribución del agua a los regantes por parte de la Comunidad (en Almudévar) se lleva a cabo de dos maneras: bien bajo petición previa del regante o bien por ador, esto es, la Comunidad distribuye el agua al primer regante del brazal, éste la pasa al siguiente y así sucesivamente hasta completar el brazal. El riego bajo petición no supone que se pueda disponer del agua el día que se desea (riego a la demanda) y en realidad el intervalo entre riegos se encuentra entre 10 y 14 días, con una media de 13 días (Bensaci, 1996).

El volumen de agua de riego está relacionado con el tamaño de las parcelas. Bensaci (1996) encontró que cuanto menor es el tamaño de las parcelas mayor es el volumen de agua facturada, que puede variar desde 13000 m^3/ha para la alfalfa en parcelas mayores de 5 ha hasta 81000 m^3/ha en alfalfa sobre parcelas menores de 0,5 ha. Esa gran cantidad de agua no

se aplica necesariamente a las parcelas pequeñas, sino que el regante puede cubrir su parcela, con el suministro mínimo fijado por la Comunidad en 1000 m^3/día cualquiera que sea la superficie, y dejar pasar el resto del agua de su turno al regante siguiente o finalmente perder ese agua por la cola de la acequia. La excesiva parcelación influye, por tanto, en los grandes volúmenes de agua facturados y la diferente parcelación (parcelas más pequeñas, por ejemplo, en las zonas abancaladas que precisan mayor número de tablares y parcelas mayores en los fondos de val) resulta en volúmenes de agua facturados muy distintos de unas zonas a otras.

El volumen medio facturado por unidad de superficie en la Comunidad de Regantes de Almudévar ascendió en 1995 a 14109 m^3/ha. El cultivo que consume más agua es la alfalfa, seguido del maíz, el girasol, otros cultivos (huertas) y cereales de invierno.

El riego se realiza principalmente por inundación, en parcelas limitadas por caballones y sin desagüe al final de las mismas. Existen algunas explotaciones regadas por aspersión, principalmente dedicadas a maíz y forrajeras, la mayoría de ellas en los sasos y en las laderas de la Acequia de La Violada y otras regadas por goteo, normalmente explotaciones de frutales o viveros forestales, con frecuencia también en zonas altas. En el conjunto de la Comunidad de Regantes de Almudévar la superficie regada por aspersión ascendía en 1997 a 94,50 ha y la superficie regada por goteo a 43,77 ha; superficies poco importantes comparadas con las 3434,40 ha regadas por gravedad (datos de la C.G.R.A.A.).

2.3. Red de drenaje

La cuenca de recepción del Barranco de La Violada forma un conjunto de pendiente suave desde las alturas máximas al *N* hasta la salida por el punto más bajo (D-14) al *SW*. Su límite al *N* y *NW* es abrupto, tomando pendientes acusadas hacia el exterior que contrastan con la pendiente más suave del interior de la cuenca. El límite al *E* es bastante suave, haciendo difícil la ubicación precisa de la divisoria de aguas. Al *S* de la Acequia de Santa Quiteria limitan la cuenca las alturas de la Ermita de Santa Quiteria (534 m) con una fuerte pendiente. Al *W* el límite lo forman las alturas de Las Malladetas que separan la cuenca del valle del Sotón. La pendiente por esa parte (la zona de la Acequia de La Violada) es también bastante pronunciada y la altura máxima alcanza los 495 m (vértice Valiente).

Para establecer la precipitación sobre el conjunto de la cuenca, dado que la zona es bastante más amplia que el polígono de riego y que la única estación meteorológica en su

interior es la de la Granja de Almudévar, se tomaron los datos de las dos estaciones más cercanas (Pantano de La Sotonera, nº 9-489, y Huesca-Instituto, nº 9-901a) y se calculó la precipitación media sobre la cuenca por el método de los polígonos de Thiessen.

Las principales características de la cuenca vertiente del Barranco de La Violada en el punto D-14 (Plano 3) se presentan en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10. Características de la cuenca vertiente del Barranco de La Violada en el punto D-14

Superficie	19636,59 ha
Perímetro	63699 m
Índice de compacidad de Gravelius	1,28 (cuenca ovalado-redonda)
Longitud total de las curvas de nivel a 20 m dentro de la cuenca	769052 m
Pendiente media de la cuenca	0,078 m/m
Longitud de la red de drenaje	134734 m
Densidad de drenaje	0,687 km/km^2
Longitud del cauce principal prolongado hasta el punto más alto	22259 m
Altura máxima (Saso Plano)	603 m
Altura mínima (D-14)	345 m
Desnivel máximo	258 m
Pendiente media del cauce principal	0,116 m/m
Tiempo de retardo, según Kirpich según Témez	4,024 horas 4,776 horas

Servicio de Investigación Agraria D.G.A. BIBLIOTECA

La Cuesta de Almudévar es la parte de la Cuenca del Barranco de La Violada situada al *N* del Canal de Monegros que, con una pendiente suave, drena hacia el *S* por dos cauces principales: el Barranco de Las Pilas (también llamado de Villanueva) y el Barranco del Azud (o del Azul o de las Fuentes). El Barranco de Valdepozos discurre en dirección *NE-SW* drenando la parte Este de la cuenca.

El material geológico de la Cuesta de Almudévar consiste en calizas tabulares intercaladas de margas que resultan en un terreno de baja permeabilidad (ITGE, 1995) como prueban las numerosas balsas que pueblan la cuesta. Junto a los barrancos se presentan

depósitos aluviales cuaternarios que pueden aportar un flujo de agua asociado al de los barrancos. Posiblemente el agua que filtra por las grietas de las calizas da lugar, al alcanzar niveles más impermeables, al flujo subterráneo que alimenta la Fuente de los Tres Caños, al final de la Cuesta, junto al Canal de Monegros.

La baja permeabilidad de los materiales de la Cuesta de Almudévar motivó que el IRYDA llevase a cabo entre 1969 y 1975 la instalación de una red de desagües enterrados y a cielo abierto (hasta un total de 127 km) para evitar los frecuentes encharcamientos (Torres, 1983).

La puesta en riego provocó la aparición de un acuífero en el manto aluvial del interior del polígono que al no disponer de un desagüe natural dio lugar a encharcamientos periódicos en las zonas bajas del polígono (Torres, 1983). La solución a este problema fue la instalación, por parte del el Instituto Nacional de Colonización, de una red de drenaje consistente en una serie de colectores a cielo abierto (Plano 2).

La red de drenaje consiste en dos azarbes principales: el de Valsalada (el verdadero Barranco de La Violada, también llamado desagüe de Alcalá) y el de Artasona (o desagüe de Tardienta o azarbe de La Paul). El primero desciende de *N* a *S* por la zona oeste del polígono y separa, en líneas generales, las zonas regadas por el Canal de Monegros y la Acequia de La Violada; el segundo, drena la parte sur y este del polígono y discurre de este a oeste por la parte sur, separando las zonas regadas por el Canal de Monegros y la Acequia de Santa Quiteria (Acequia Q). La red natural de barrancos, anteriores a la instalación del riego, se incorpora a estos drenes. Así, el Barranco de Las Pilas se incorpora al desagüe que comunica los dos colectores principales, mientras los barrancos del Azud (que discurre de *N* a *S* al este Almudévar) y de Valdepozos (que discurre de *NE* a *SW* al este del anterior) vierten al azarbe de La Paul (Plano 2). Un tercer desagüe (San Jorge) drena aún más al *S* del azarbe de La Paul, en sentido de este a oeste y paralelo a la Acequia Q. También hay todo un sistema de colectores secundarios que vierten a estos desagües principales.

Desde que se instaló el sistema de drenaje, numerosos agricultores han instalado y siguen instalando tuberías de drenaje enterradas en sus parcelas. Las primeras eran de bloques de cerámica y las más recientes son de PVC perforado.

La necesidad de instalar estos sistemas de drenaje enterrados deriva de la imposibilidad del agua de percolar fácilmente hacia niveles más profundos y de la necesidad de evacuar los aportes sobrantes del riego.

Una nota característica del manejo de los drenes enterrados en el regadío de Almudévar es la presencia de tajaderas en la boca de salida de algunos de estos drenes Esto obedece a que en algunas tierras el agua atraviesa el suelo rápidamente (por vías de flujo preferente tales como grietas) y es evacuada por los drenes. De esta manera buena parte del agua de riego se pierde sin poder ser aprovechada por los cultivos; la solución para los agricultores de la zona ha sido obstruir la salida de los drenes enterrados hasta que el suelo está totalmente cubierto por el agua, para asegurarse así de que el agua "moja" efectivamente toda la parcela.

En los momentos de mayor demanda de riego, en pleno verano, es frecuente que las salidas de los drenes de las parcelas más bajas, en los fondos de las vales, estén por debajo del nivel del agua en los azarbes. Esto supone que el drenaje de estas parcelas es lento y se realiza con cierta dificultad.

2.4. Suelos

En la Cuenca del Barranco de La Violada aparecen cinco unidades estructurales: la Cuesta de Almudévar, la Depresión de La Violada, los Glacis, los Conos de deyección y las Cuestas de yesos (Torres, 1983).

La Cuesta de Almudévar constituye una ladera de pendiente suave orientada de *N* a *S*, formada por calizas y margas alternadas y con presencia de yesos; su origen es lacustre. Las calizas son más potentes en la zona superior, al *N*, y su límite Sur lo forman una serie de glacis y conos de deyección así como la propia Depresión de La Violada, a la altura del Canal de Monegros. Encajadas en estos materiales se encuentran las vales, formadas por limos yesíferos y margas; según Quirantes (1978) este material es bastante permeable y el agua atraviesa los limos superficiales hasta el contacto con los yesos inferiores y sobre ese contacto se evacua el agua, dando lugar a la aparición de capas freáticas asociadas a los barrancos.

La Depresión de La Violada ocupa aproximadamente la zona en regadío del polígono. Está formada por materiales aluviales cuaternarios entre los que dominan los limos y entre los que se presentan yesos y algún nivel de gravas. En esta unidad se presentaban fenómenos de

endorreismo debidos a la horizontalidad del sustrato terciario, que se reconocían por la aparición de lagunas (Ibáñez, 1975) o de amplias zonas de encharcamiento como consecuencia de la puesta en riego. Los conos de deyección tienen materiales del mismo tipo.

Los glacis se presentan al *S* y *W* del pueblo de Almudévar y se caracterizan por numerosas gravas aplanadas de naturaleza caliza (las lajas presentes en muchos suelos del polígono). La matriz es normalmente arenosa y de cemento calizo y contiene algunos granos de yeso (ITGE, 1995).

Las Cuestas de yesos aparecen al *S* y al *W* del polígono. Las alturas de las Malladetas y de la Ermita de Santa Quiteria presentan formaciones de yesos tabulares y en las laderas de esos relieves se presentan yesos nodulares intercalados con arcillas y limos yesíferos.

Los suelos del polígono se han desarrollado principalmente sobre los materiales cuaternarios de la Depresión de Almudévar, los glacis y los materiales de la Cuesta de yesos. Los suelos de las zonas elevadas conocidas localmente como "sasos" y que presentan un gran contenido en elementos gruesos se han formado sobre los glacis, mientras que los suelos de las zonas más llanas y deprimidas del polígono, conocidos como "vales" o "fondos de val" se han formado sobre los materiales aluviales de carácter limoso.

Esquisábel (1987) y Trébol (1988) resumen las características de los suelos del regadío del polígono basándose en los resultados de estudios intensos llevados a cabo sobre seis parcelas situadas sobre diferentes unidades de suelos.

Las notas más características de los suelos del polígono son el dominio de la textura franco-arcillo-limosa (con contenidos, en general, altos en limo en todos los suelos), un contenido aceptable de materia orgánica (1-2%) y un pH estable, entre 7,5 y 8,5. Los suelos de las parcelas de alfalfa pueden considerarse bien estructurados. El contenido de agua útil (diferencia entre el agua retenida a 1/3 atm y el agua retenida a 15 atm) es de un 10% en peso. La CE_{es} (extracto saturado) es muy variable, pero frecuentemente está en torno a 2 dS/m, debido a la presencia de yeso ($CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$). Los cationes divalentes dominan en el extracto saturado y entre los aniones domina el SO_4^{2-}, aunque existen grandes diferencias entre las distintas unidades. La capacidad de intercambio catiónico es de unos 20 $cmol_c$/kg en los horizontes superficiales, dominando los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} sobre el K^+ y Na^+. El contenido en

carbonato cálcico es en general alto (sobre el 30% en todos los casos) y el contenido en yeso, aunque muy variable de unos suelos a otros y aumentando en profundidad, también es alto.

Torres (1983) distingue en el Polígono de La Violada diez unidades de suelos según la metodología FAO. Las características de estas unidades son las siguientes:

1) *Litosoles*: suelos poco profundos que descansan generalmente sobre yesos, presentan dificultades de laboreo y son fácilmente erosionables. Se dedican en su mayor parte al cultivo en secano, y algunos, los de las zonas menos pendientes, están en regadío.

2) *Regosoles*: se trata de suelos formados sobre los materiales depositados tras la construcción del Canal de Monegros en las márgenes de éste. Son suelos poco consolidados y que presentan horizontes muy entremezclados; se encuentran en secano y se dedican en su mayor parte a repoblaciones de coníferas. Son suelos muy calizos (40% en los horizontes A y B) en los que se ha desarrollado un horizonte A_p de unos 20 cm y un B entre los 20 y los 45 cm ambos de textura franco-arcillosa.

3) *Cambisoles cálcicos*: ocupan la mayor parte de la superficie del polígono, la mayor parte de ellos se encuentran en el regadío y son los suelos más abundantes en el mismo. El único perfil de esta unidad de suelos descrito dentro del polígono de Almudévar presenta un horizonte A_p hasta los 25 cm de textura franco-arcillosa y un 5% de pedregosidad y de buena permeabilidad; un horizonte B_1 (25-60 cm) franco-arcillo-limoso con un 5% de elementos gruesos y buena permeabilidad; horizonte B_2 (60-85 cm) de textura arcillo-limosa, permeabilidad media y con un 15-20% de gravilla y un horizonte IIC_2 (a partir de los 85 cm) arcillo-limoso y con un 80-90% de gravilla. Se trata de suelos profundos dentro de la zona, con presencia abundante de raíces en los horizontes A y B.

El extracto de saturación está dominado por el SO_4^{2-} y el Ca^{2+} y el Mg^{2+} en todos los horizontes, con valores muy bajos de relación de adsorción de sodio (*RAS*), inferiores a 1,3 $(mmol_c/L)^{1/2}$, y una CE_{es} que desciende en profundidad desde 2,2 hasta 1,1 dS/m. El pH de todo el perfil está en torno a 8 y el porcentaje de carbonatos oscila entre el 35 y el 49%.

Dentro de este grupo se han distinguido por sus características específicas los cambisoles cálcicos en fase petrocálcica, en fase pedregosa, en fase lítica, en fase salina, en fase freática y en fase freática y salina.

4) *Cambisoles cálcicos en fase petrocálcica*: se encuentran en las cotas superiores de los glacis más antiguos, en secano. Presentan una costra calcárea y elevada pedregosidad, por lo que resultan de difícil laboreo. El horizonte superior A_p se subdivide en dos (A_{p1} y A_{p2}, el primero hasta los 25 cm y el segundo hasta los 50 cm) y se caracteriza por su elevada pedregosidad (50% de fracción gruesa) y elevado contenido en carbonatos (51%); la textura es franca y la permeabilidad muy alta. Bajo el horizonte A_p se encuentra el IIC_{ca} con un 80% de piedras y guijarros y acumulación de carbonatos.

5) *Cambisoles cálcicos en fase pedregosa*: se sitúan en las vertientes de los glacis más antiguos, los materiales están más sueltos que en la fase petrocálcica con lo que las dificultades para el laboreo son menores. También se encuentran principalmente en secano. La pedregosidad y el contenido en carbonatos son menores que en la fase petrocálcica. El horizonte A_p (0-25 cm) presenta textura franca y el B (25-50 cm) franco arcillosa; el horizonte IIC_{ca} areno-arcilloso presenta un 90% de cantos y está cementado.

6) *Cambisoles cálcicos en fase lítica*: son suelos poco profundos localizados en la margen Sur del Canal de Monegros y en las proximidades de la Acequia de La Violada, en secano. Presentan una capa de roca coherente y dura (generalmente caliza) en los primeros 50 cm.

El perfil característico es A_p-B-IIC. Los dos primeros horizontes presentan textura franco-arcillosa y un 40% de carbonatos. La pedregosidad es del 10% en el A_p y del 40% en el B. El horizonte IIC consiste en estratos horizontales de caliza de hasta 30 cm de espesor, poco alterados. La pedregosidad del horizonte superficial consiste en piedras planas, lajas, de caliza de tamaños diversos. La CE_{es} es menor que en el cambisol cálcico (en torno a 1 dS/m) y en el extracto saturado domina el HCO_3^- entre los aniones y el nivel de SO_4^{2-} es muy inferior al del cambisol cálcico.

7) *Cambisoles cálcicos en fase salina*: suelos que en algún horizonte en los primeros 100 cm del perfil presentan una CE_{es} superior a 4 dS/m, indicativa de salinidad actual o potencial. Estos suelos se sitúan al *SW* de la zona, casi todos en regadío, y se han formado a partir de materiales de los conos de deyección. Son suelos profundos con un perfil A_p-B_1-IIB_1-IIB_2-IIC_1. El horizonte A_p (0-25 cm) tiene textura franco-limosa, un 5% de elementos gruesos y buena permeabilidad; en el B_1 (25-50 cm) también franco-limoso hay un 25% de cantos y se mantiene la buena permeabilidad. En ambos abundan las raíces. En el IIB_1 (50-75 cm) disminuyen los cantos (5-10%) y la textura se hace arcillo-limosa. La CE_{es} va creciendo desde el primer horizonte (2,7 dS/m en el A_p, 4,9 en el B_1 y 9,9 en el IIB_1) debido al aumento progresivo del Cl^- en la solución del suelo. Así, mientras el SO_4^{2-} se mantiene constante (sobre los 30-40 $mmol_c/L$), el cloruro toma valores de 3, 29 y 92 $mmol_c/L$ en cada uno de los horizontes. Entre los cationes, todos aumentan en profundidad pero sin llegar a dominar el Na^+ con lo que el *RAS* se mantiene en unos niveles bajos.

8) *Cambisoles cálcicos en fase freática*: presentan una capa freática entre tres y cinco metros por debajo de la superficie, se encuentran en el regadío y característicamente en el fondo de las vales. Son suelos sin apenas elementos gruesos en todo el perfil y textura arcillo-limosa o limo-arcillosa en todos los horizontes. El horizonte A_p (0-25 cm) es bastante permeable y el B_1 (25-50 cm) algo menos. La permeabilidad disminuye en el horizonte B_2 o C_1 (a partir de los 50 cm). El contenido en carbonatos está en trono al 30% en todo el perfil. La salinidad aumenta con la profundidad, presentándose valores de CE_{es} mayores de 2 dS/m (sobre 3 dS/m) a partir de los 25 o 50 cm. El extracto saturado está dominado por $SO_4^=$, Ca^{2+} y Mg^{2+}, que aumentan considerablemente en profundidad y que mantienen un valor de *RAS* bastante bajo (sobre 1 $(mmol_c/L)^{1/2}$).

9) *Cambisoles cálcicos en fase freática y salina*: son suelos con presencia de sales y de capa freática, ya puestos en regadío en los que el uso del agua puede acelerar los procesos de salinización. Sólo se ha descrito como tal una pequeña unidad junto al Barranco de Artasona.

10) *Cambisoles gleycos*: presentan propiedades hidromórficas entre los 50 y 100 cm de profundidad, sin ser salinos en los primeros 125 cm. Se encuentran en el regadío en los fondos de las vales y cerca de los desagües principales.

La distribución de los suelos sobre el polígono se presenta en el Plano 4. La mayor parte de los suelos en regadío están clasificados como cambisoles cálcicos o cambisoles cálcicos en fase freática, situándose los segundos en los fondos de las vales a lo largo de los barrancos de Artasona y Valsalada. Los suelos del secano, en cambio, son en su mayoría litosoles (junto a la acequia de La Violada y, especialmente, en las lomas situadas entre San Jorge y Artasona) o cambisoles en fase lítica, petrocálcica o pedregosa (los sasos que no están en regadío) o regosoles (las repoblaciones junto al Canal de Monegros). La Tabla 2.11 presenta la superficie ocupada por cada una de las unidades descritas sobre la superficie total del polígono, la superficie en regadío y la superficie de secano.

Tabla 2.11. Superficie ocupada por las distintas unidades de suelos sobre el conjunto del polígono, sobre la superficie de regadío y sobre la superficie de secano (ha) y % de la superficie de cada unidad sobre el total de la superficie del polígono, la superficie de regadío y la superficie de secano.

	Total		Regadío		Secano	
Tipos de suelos	**ha**	**%**	**ha**	**%**	**ha**	**%**
Litosoles	362,47	6,9%	48,47	1,2%	314,00	23,4%
Regosoles	31,80	0,6%	0	0,0%	31,80	2,4%
Cambisol cálcico	3266,34	62,1%	2767,65	70,7%	498,69	37,1%
C.C. fase petrocálcica	47,50	0,9%	0	0,0%	47,50	3,5%
C.C. fase pedregosa	130,18	2,5%	39,34	1,0%	90,84	6,8%
C.C. fase lítica	555,61	10,6%	247,83	6,3%	307,78	22,9%
C.C. fase salina	91,60	1,7%	86,04	2,2%	5,56	0,4%
C.C. fase freática	607,20	11,6%	570,29	14,6%	36,91	2,7%
C.C. fase freático-salina	19,00	0,4%	17,84	0,5%	1,16	0,1%
Cambisol gleyco	144,30	2,7%	135,54	3,5%	8,76	0,7%

Fuente: Torres, 1983.

Tradicionalmente los agricultores distinguen entre *"sasos"* y *"vales"*. Los sasos son las zonas elevadas, de laboreo generalmente más fácil y de mayor pedregosidad, normalmente con muchas lajas calizas. Son más permeables y el agricultor reconoce este efecto en los suelos que están bajo riego. Se corresponden con los cambisoles en fase lítica, petrocálcica y pedregosa y con parte de los suelos clasificados como cambisoles cálcicos junto al Canal de Monegros. Existen otras zonas elevadas, junto a la Acequia de La Violada y en los altos entre San Jorge y Artasona, donde los suelos se desarrollan sobre terrenos de yesos y alcanzan muy poca profundidad. Estos suelos se corresponden con los litosoles y sus características son muy diferentes de las de los sasos.

Las vales o fondos son las zonas más llanas situadas junto a los desagües, en los valles. Son suelos más fuertes (más arcillosos y más difíciles de labrar en húmedo) y se tienen por mejores tierras para el regadío, más concretamente para el riego por superficie.

Esquisábel (1987) señala que los suelos de la zona de la Acequia de La Violada aumentan en profundidad y disminuyen su permeabilidad desde la acequia hacia el desagüe de Valsalada, de *W* a *E*, siguiendo la separación del Plano 4 entre cambisol cálcico en fase lítica, cambisol cálcico y cambisol cálcico en fase freática. Señala también que en los suelos más

cercanos a la acequia la aparición de simas y las filtraciones a tablares inferiores son los problemas más destacados, mientras que en suelos más bajos (más cercanos al desagüe) el problema más importante es el encharcamiento.

En las cuatro parcelas que describe en la unidad de cambisoles cálcicos en fase freática junto al desagüe de Artasona considera que el principal problema es la dificultad en el drenaje, ya que las salidas de los drenes se encuentran por debajo de la lámina de agua del desagüe. Como consecuencia de la dificultad del drenaje aparece como un problema el encharcamiento.

Sobre otras dos parcelas descritas en la unidad cambisol cálcico en fase lítica (junto al Canal de Monegros, en el tramo de Almudévar a Tardienta) también encuentra el drenaje y el encharcamiento como problemas, pero considera más limitante la profundidad del suelo (50 cm).

Las características de retención de humedad (capacidad de campo como agua retenida a 1/3 de atmósfera y punto de marchitez permanente como agua retenida a 15 atmósferas, junto con la profundidad del suelo y el porcentaje de elementos gruesos en volumen) de los suelos de la Comunidad de Regantes de Almudévar (que ocupa la mayor parte de la superficie del polígono) fueron estudiadas por Slatni (1996) para la caracterización de la eficiencia del riego sobre el conjunto de la Comunidad de Regantes. Slatni (1996) llega a identificar 92 grupos con características de retención de humedad y manejo del riego diferentes. Los valores medios de capacidad de campo, punto de marchitez permanente y agua útil se presentan en la Tabla 2.12.

Tabla 2.12. Capacidad de campo (*CC*, % en volumen de agua retenida a 1/3 atm), punto de marchitez permanente (*PM*, % en volumen de agua retenida a 15 atm) y agua útil (en % en volumen y en mm) de los suelos de la Comunidad de Regantes de Almudévar.

		Agua útil	
***CC* (%)**	***PM* (%)**	**(mm)**	**(%)**
28,4	19,1	83,2	9,2

Fuente: Slatni, 1996.

2.5. Prácticas de cultivo

Una característica fundamental del medio agrícola es la distribución de cultivos y sus prácticas de manejo, con especial referencia al abonado (forma de aplicación y el tipo de fertilizantes aplicados). Además de la fertilización nitrogenada, las prácticas culturales que más afectan al contenido de nitrógeno del suelo y, por lo tanto, al balance de este elemento son: (1) el manejo de los residuos de cosecha, que pueden quemarse o empacarse (lo que supone su eliminación), o incorporarse al suelo (lo que supone la incorporación de *N* orgánico al suelo), (2) la ausencia de un cultivo que cubra el suelo y pueda extraer nutrientes durante el invierno, lo que favorece el lavado del *N* acumulado en el suelo durante el periodo de riego (Wagger y Mengel, 1988), (3) la calidad de la nivelación de las parcelas, que induce una mayor o menor percolación de agua y, por lo tanto, un mayor o menor lavado de *N* (Williams y Kissel, 1991), (4) los cultivos asociados que pueden permitir una mejor utilización del fertilizante nitrogenado aplicado (Hook y Gascho, 1988), y (5) la incorporación al suelo de cultivos de cubierta invernal como abono en verde, lo que supone una fuente adicional de *N* (en el caso de leguminosas) y disminuye la relación *C/N* favoreciendo la mineralización del *N* orgánico, o bien (en el caso de residuos pobres en *N*) favorece la inmovilización del *N* al disminuir la relación *C/N* (Power y Doran, 1988).

En este apartado se describen las prácticas de cultivo usuales en la zona (establecidas por medio de encuestas realizadas a los agricultores) que pueden tener mayor impacto sobre el ciclo del nitrógeno. Las prácticas de fertilización se expondrán con más detalle al hablar del aporte de nitrógeno por fertilización.

2.5.1. Maíz

El maíz es el cultivo más extendido en la zona de estudio y aquél cuya superficie ha aumentado más en los últimos años. Se siembra normalmente durante la segunda quincena de abril y la primera quincena de mayo utilizándose variedades de ciclos 700 y 800. Suele aplicarse un abonado de presiembra ("fondo") en torno a la primera quincena de abril, o unos quince días antes de la siembra, y tras éste se da el "riego de huebra", para dejar el suelo con un nivel de humedad ("tempero") adecuado para la siembra. La aplicación del riego tras la fertilización es una causa previsible de pérdida de nitrógeno por lavado. Algunos agricultores, especialmente los que tienen ganado, aplican un estercolado entre enero y marzo, pero no es

una práctica generalizada. Tan pronto como el suelo permite el paso de maquinaria se pasa una grada de discos, un cultivador o un motocultor y se procede a la siembra. Las dosis usuales de siembra son de 75000 plantas/ha en los terrenos de saso y de 85000 plantas/ha en los fondos de valle. La distancia usual entre líneas es de 75 cm y entre golpes de 15-17 cm. Casi siempre es necesario realizar una labor de "desencarado", es decir un pase de rodillo con púas para romper durante la nascencia la costra que se forma con motivo de las lluvias y el viento o de ambos; éste es uno de los principales problemas del cultivo del maíz en la región.

Se suele dar una aplicación de herbicida antes del primer riego después de la siembra, generalmente a primeros de junio, y las márgenes de las parcelas ("ribazos") se tratan con herbicidas más enérgicos. La primera cobertera se suele aplicar antes del primer riego si es abono sólido, o con el primer riego si es abono líquido. Los riegos se suceden cada 10-15 días hasta primeros de septiembre, siendo el intervalo normal en la Comunidad de Regantes de Almudévar de trece días (Bensaci, 1996). Con alguno de los riegos de mediados o finales de julio se aplica una cobertera de abono líquido y en algún caso se aplica una tercera cobertera en agosto. La aplicación del abono disuelto en el riego implica que cuanto más baja sea la eficiencia y la uniformidad del riego, mayores serán las pérdidas de nitrógeno por lavado.

Aunque el maíz está ya relativamente seco en octubre, su cosechado suele postponerse hasta noviembre-diciembre (ciclo 700) o enero-febrero (ciclo 800) al objeto de que disminuya aun más su humedad. En torno al mes de febrero se pica el rastrojo de maíz y luego o bien se entierra con una vertedera o bien se hace una aplicación de abono de presiembra y se pasa un "rotavátor", grada de púas y de nuevo "rotavátor".

Los rendimientos suelen ser algo mayores en las vales (sobre los 12000 kg/ha) que en los sasos (9000 kg/ha).

Cada dos o tres años se hace una nivelación láser. En las parcelas niveladas por láser no es normal enterrar la paja con vertedera, para no estropear el refinado de la nivelación.

Algunos agricultores reducen el abonado nitrogenado del maíz cuando su parcela ha estado sembrada de alfalfa el año anterior, pero no es una práctica generalizada pese a que casi todos los agricultores reconocen el hecho de que los rendimientos suelen ser muy buenos en el maíz sembrado sobre alfalfa. El maíz llega a cultivarse en la misma parcela hasta 15 años

seguidos, pero lo normal es que sólo se cultive unos cuatro o cinco años, o hasta que empiece a presentar problemas de rendimiento, "cansancio del suelo" o malas hierbas.

2.5.2. Alfalfa

El cultivo de la alfalfa tiene gran tradición en Aragón y en particular en los regadíos de nuestra zona. La alfalfa se siembra en el polígono de tres maneras: con el cereal de invierno en noviembre; en parcelas sembradas de trigo o cebada en marzo o abril y sobre parcelas de barbecho en septiembre. La dosis habitual de siembra es de unos 70-80 kg/ha.

Cuando la alfalfa se siembra en parcelas con cereal no se aplica ningún abono, porque se espera que aproveche los abonos de sementera y cobertera aplicados al cereal. Cuando la alfalfa se siembra sola recibe un abonado de sementera, normalmente pobre en *N*, y un par de coberteras en abril y julio, también con dosis bajas de *N*. La alfalfa sembrada en septiembre suele recibir un riego de huebra previo y se siembra "a tempero" (con la humedad adecuada en el suelo) estando implantada al cabo de mes y medio. En cualquier caso, los rendimientos del primer año son bajos, y sólo se dan tres o cuatro cortes.

Normalmente la alfalfa se mantiene en el campo unos cinco años y recibe de cinco a seis cortes al año, el primero a final de abril y el último a mitad de septiembre, con un intervalo entre cortes de un mes. La alfalfa recibe unos trece riegos durante la campaña. El último año después del último corte (en septiembre) se aplica un herbicida o se pasa un motocultor.

Los rendimientos en materia seca (al 20 o 22% de humedad) rondan los 20000 kg/ha.

2.5.3. Trigo y cebada en regadío y en secano

Los cereales de invierno son los cultivos para los que se diseñó en origen el sistema de riego y aún ocupan una parte importante de la superficie de regadío.

La cebada se siembra en torno a octubre y el trigo algo más tarde, en noviembre. La dosis de siembra, efectuada normalmente a chorrillo, es de unos 200-250 kg/ha para el trigo y de unos 190-200 kg/ha para la cebada. Con máquinas de siembra neumática las dosis se pueden reducir a 170 kg/ha. Unos veinte días antes de la siembra se aplica el abonado de fondo, tras éste se pasa una grada de discos y se procede a sembrar, normalmente con la

humedad natural del suelo, *a tempero*, si es posible. Entre enero y febrero se aplica la primera cobertera y algunos agricultores aún aplican una segunda entre febrero y marzo; las fechas pueden verse alteradas según que el estado del terreno debido a las lluvias permita o no entrar a las parcelas. El abono de las coberteras es mucho más rico en nitrógeno que el de la sementera. También en febrero o marzo se da una aplicación de herbicida. Los rendimientos oscilan en ambos casos entre 4000 y 6000 kg/ha. La cosecha se realiza a primeros de junio en el caso de la cebada y a finales de junio o en julio en el trigo; en general, el rastrojo se incorpora al suelo tras la cosecha, en verano, con un pase de vertedera.

Si el cultivo anterior fue maíz la siembra puede retrasarse hasta mediados de enero. En este caso es necesaria una preparación del terreno más intensa: la paja del maíz se corta con una grada de discos, se entierra con una labor de vertedera, se vuelve a uniformar el terreno con una labor de disco e incluso se refina el nivelado con una traílla. Una labor alternativa es dar una labor de motocultor, aplicar el abono de sementera y sembrar con sembradora. Todas estas labores han de hacerse con cierta premura (para no retrasar en demasía la siembra) y se corre cierto riesgo de que las condiciones meteorológicas no permitan realizarlas adecuadamente. Si el maíz no había recibido herbicida que pueda afectar al desarrollo del cereal la preparación puede ser más rápida: se pasa una grada de discos, se aplica el abono, se siembra con la abonadora y se vuelve a pasar la grada de discos para enterrar.

Normalmente los cereales de invierno reciben dos riegos, y en ocasiones el trigo puede recibir tres.

El trigo y la cebada son los cultivos dominantes en las tierras de secano de la Cuesta de Almudévar. Recientemente ha aparecido el lino, pero ocupa una superficie mucho menor. Las fechas de siembra, de cosecha y de aplicación de los abonos coinciden con las del regadío, con la salvedad de que es más raro que se dé una segunda cobertera. Los rendimientos, mucho más variables, suelen estar sobre los 2000 kg/ha; en años excepcionales con precipitaciones altas en invierno o primavera (como 1996) se han llegado a obtener 7000 kg/ha en algunas fajas de terreno.

2.5.4. Girasol

La superficie sembrada de girasol en regadío y en secano varía de año a año en función de las subvenciones de la P.A.C. Asimismo, el manejo del cultivo se caracteriza por una menor dedicación del agricultor, al no tener la necesidad de obtener buenos rendimientos.

El girasol en regadío se siembra en abril y se cosecha a finales de septiembre o primeros de octubre. Recibe menos riegos que el maíz (entre dos y siete, según el interés de cada agricultor por la cosecha) y los rendimientos están cercanos a los 2000 kg/ha. La preparación del terreno para la siembra y el tratamiento de los residuos son similares en líneas generales a los del maíz. En cuanto a la fertilización, recibe un abonado de fondo antes de la siembra y en algunos casos una cobertera en junio o julio. Es muy raro que se aplique una segunda cobertera.

El girasol presenta mayores problemas que el maíz frente a la formación de una costra superficial inducida por las lluvias de mayo tras la siembra, pues se pierde un alto porcentaje de semilla en las labores de desencarado.

2.5.5. Arroz

El cultivo de arroz se está introduciendo lentamente desde la zona regable contigua de Flumen (Monegros I) al este. Los suelos del fondo de las vales, poco permeables, resultan apropiados para el cultivo de arroz, cuyo principal problema es la dificultad de operar la red de riego existente de manera que suministre ininterrumpidamente unos caudales bajos pero constantes. En algún caso los agricultores preparan pequeñas balsas en las cunetas para mantener ese flujo constante o derivan agua de azarbes a mayor cota, con una infraestructura propia que les garantiza el suministro.

El riego se aplica forzando la circulación del agua sobre los tablares, comenzando por el más alto de la parcela y pasando a los siguientes. El agua entra en cada tablar por un extremo y sale al inferior por el extremo opuesto, de manera que se fuerza la circulación del agua sobre cada tablar. El último tablar vierte el agua sobrante de la circulación a la red de desagües.

La siembra del arroz se efectúa a primeros de mayo, en seco o con la parcela inundada, y la cosecha tiene lugar en octubre. El abonado de sementera se aplica unos 20 días antes de la siembra, y en agosto se aplica una única cobertera. Para aplicar la cobertera o tratamientos herbicidas durante el cultivo se corta la circulación durante unos 2 días.

Los rendimientos rondan los 6000 kg/ha y algunas parcelas se dedican ya de modo continuado al cultivo de arroz. En los dos años de estudio, la superficie de arroz ha sufrido un gran incremento, dedicándose a su cultivo sobre todo las tierras de los fondos de las vales.

2.5.6. Otros cultivos

También se cultivan dentro del regadío diversos frutales, hortalizas en pequeños huertos próximos en general a los núcleos urbanos, pimientos y algunas forrajeras.

Los frutales en regadío son sobre todo manzano y olivo, aunque también se riegan algunos almendros. Recientemente se está extendiendo el riego por goteo del olivar. Las márgenes de muchas parcelas y tablares, dedicadas a maíz o cereal, se aprovechan frecuentemente para el cultivo de almendros. En algunas partes se encuentran almendros y viñas, por encima de la cota regable y en algún caso prácticamente abandonados. En régimen de secano, dentro del polígono se dan también olivos y viñas, pero el árbol dominante es el almendro.

En general, los frutales se plantan en invierno en dos épocas bien diferenciadas: noviembre o enero. Antes de la plantación reciben una aportación de estiércol. En los años siguientes suelen recibir una aportación de estiércol o abono orgánico o de liberación lenta en invierno, bien en noviembre o en febrero y marzo. Normalmente, el resto de las labores consisten en mantener las calles libres de malas hierbas y dar una poda en invierno. El cultivo en secano es igual que en regadío. Las densidades de almendro y olivo están entre 200 y 300 árboles/ha en el secano y son algo mayores en regadío.

La superficie dedicada a huerta se ha considerado a efectos de abonado como dedicada a cultivo de pimiento. Los cultivos de huerta incluyen tomates, patatas, borrajas, lechugas, coles, pimientos y frutales. En cuanto al pimiento, no ha experimentado el mismo desarrollo que en zonas cercanas. Se siembra en mayo y se recoge en octubre. La preparación de las parcelas para siembra es similar a la del maíz. Antes de la siembra se aplica un estercolado (con al menos un mes de antelación) o un abono de sementera y durante el cultivo se aplica una cobertera en julio. Los rendimientos son de alrededor de 30000 kg/ha.

Finalmente, aunque no se han considerado en la aportaciones de nitrógeno, también se cultivan en el polígono algunas forrajeras. Se han observado algunas parcelas que se dedican a veza o a cereal con veza que luego se entierran como abono verde, en campos que se van a sembrar de maíz. No es una práctica frecuente y ninguno de los encuestados en 1995 y 1996 realizó estas prácticas, aunque algunos sí las habían realizado en años anteriores. También se presentan algunas parcelas de poca extensión que se dedican a mezclas pratenses (lolium y tréboles), asociadas a algunas de las explotaciones ganaderas del polígono.

CAPÍTULO 3

MATERIAL Y MÉTODOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Puntos de muestreo

Las aguas de drenaje del polígono se muestrearon durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96. Por una parte se controló especialmente la calidad del agua efluente del conjunto de la zona de estudio (punto D-14) y por otra se llevaron a cabo muestreos de numerosos desagües secundarios, aguas de tubos de drenaje enterrados y aguas de entrada al sistema para conocer la calidad de las aguas dentro del polígono.

3.1.1.Toma de muestras en el Barranco de La Violada (punto D-14)

En la caseta del limnígrafo del punto D-14 se instaló un tomamuestras automático Manning S-4040 en la primavera de 1995 que consta de veinticuatro botellas de plástico independientes para la recogida del agua. Con él se han tomado muestras diarias de agua del Barranco de La Violada durante las campañas de riego de 1995 y 1996 y el periodo entre riegos del año 1995-96.

Durante la campaña de riegos de 1995, desde el 12 de abril que se instaló definitivamente el tomamuestras, se tomaron dos muestras diarias de agua, cada doce horas (una a mediodía y otra a medianoche) y cada doce días se tomaron muestras cada dos horas durante dos días con el fin de seguir las oscilaciones diarias de la *CE*, la concentración de nitrato y el caudal (lecturas continuas con el limnígrafo). A partir de noviembre de 1995 se tomó una muestra diaria.

Del análisis de los valores de la concentración de nitrato de las muestras de agua tomadas cada dos horas se concluyó que hacia las 8-10 horas de la mañana la concentración de nitrato se encontraba en torno al valor medio del día, por lo que el tomamuestras se ajustó para muestrear a esa hora durante los muestreos posteriores. Este comportamiento se presentaba durante la campaña de riegos debido a las oscilaciones diarias del caudal que se atribuyeron a las aguas de cola que incrementan el caudal por el barranco diluyendo la concentración de sólidos disueltos (*CE* y NO_3^-).

Para el periodo anterior a la instalación del tomamuestras, es decir, durante la estación de no riego del año 1994-95 se tomaron manualmente un total de ocho muestras a intervalos de entre siete y veinte días.

La conductividad eléctrica de las muestras se medía en los días siguientes con un conductímetro Radiometer A/S CDM83. Las muestras se guardaban en frío y posteriormente se determinaba su concentración en nitrato y se obtenía también, siempre que estuvieran dentro de cierto rango, la concentración de cloruro (Cl^-) y sulfato (SO_4^{2-}) por cromatografía iónica, con un cromatógrafo iónico Dionex con columnas AS 9-SC y AG 9-SC con supresión química con columna supresora AMMS- II. En las muestras tomadas durante la campaña de riegos de 1995 se determinó también la concentración de nitrato mediante colorimetría utilizando un medidor Nitracheck Reflectoquant de MERCK. Las muestras obtenidas cada dos horas se analizaron sólo con este procedimiento, salvo el primer muestreo que se analizó por ambos métodos.

En algunas muestras de aguas se realizaron además análisis completos, esto es, se determinaron además los cationes calcio, magnesio y sodio mediante espectrofotometría de absorción atómica (Espectrofotómetro Perkin-Elmer 3030), y los aniones cloruro y sulfato (cromatografía iónica). En algunas de las muestras tomadas en 1997 se determinaron los sólidos disueltos totales (*SDT* a 110ºC, mg/L), lo que permitió establecer la relación entre *SDT* y *CE* al objeto de calcular la masa de sales exportada con las aguas de drenaje.

Los resultados analíticos de las muestras de agua tomadas diariamente se presentan en el Anejo 1, y los de las muestras tomadas cada dos horas durante la campaña de 1995 en el Anejo 2.

3.1.2. Muestreo de otros puntos del Polígono de La Violada

Durante los años hidrológicos 1995 y 1996 se muestrearon una serie de desagües secundarios dentro del polígono de riego y se tomaron muestras adicionales del agua de riego, barrancos de entrada al polígono y drenes enterrados al objeto de determinar la composición general y la concentración de sales y nitrato de las distintas aguas que circulan por el polígono.

En el Plano 2 se presenta la ubicación de los desagües y de los puntos donde se tomaron muestras de agua. Por una parte se tomaron muestras siguiendo el plan de muestreo establecido en Torres (1983) a lo largo del mismo Barranco de La Violada (el azarbe de Valsalada; puntos D-3, D-4, D-5, D-1, D-10, D-11, D-12, D-13 y D-14), el desagüe de San Jorge (D-17), el Barranco de las Pilas en su incorporación a la red de desagües (D-2), el ramal

que comunica el Barranco de Las Pilas con el desagüe de Artasona (D-16) y la incorporación del desagüe de Artasona al Barranco de La Violada (D-15).

Asimismo se tomaron muestras en numerosos desagües secundarios en sus puntos de incorporación al Barranco de La Violada o a colectores más importantes y al desagüe de Artasona (los primeros marcados con la letra D: del D-20 al D-35 y los segundos marcados con la I: del I-1 al I-10). El punto de muestreo I-9 corresponde al desagüe de Artasona antes de la incorporación del colector que trae las aguas del Barranco de las Pilas y parte de las del Barranco de La Violada.

Por otro lado se tomaron muestras para determinar la calidad del agua del exterior del polígono. Son los puntos de muestreo denominados E-1 a E-3, correspondientes a barrancos que llegan al polígono aportando agua superficial de la Cuesta de Almudévar y la Fuente de los Tres Caños (muestra F3C), que aporta agua subsuperficial de la Cuesta de Almudévar. Inicialmente las muestras E se tomaron antes o después de que cada barranco atravesara el Canal de Monegros pero de tal manera que las muestras ya llevaban, salvo cuando el Canal de Monegros estaba vacío, agua del canal. Así, estas muestras son representativas del agua que entra al sistema pero no del agua procedente de la Cuesta de Almudévar, sino de ésta una vez que se ha mezclado con las filtraciones recogidas por los drenes laterales del Canal de Monegros.

En algunos puntos del interior del polígono se localizaron salidas de tubos de drenes enterrados que también se muestrearon. Seis de esos puntos corresponden a drenes de las zonas de fondo de las vales (los denominados P-20.1, P-20.2, P-20.3, P-12, P-14 y P-I-4) y uno está situado en zona de saso (P-19).

También se tomaron periódicamente muestras del Canal de Monegros y, con menor frecuencia, del Canal del Cinca para disponer de datos de calidad del agua de riego.

Los muestreos se realizaron cada quince días aproximadamente durante la campaña de riegos y una vez al mes fuera de la estación de riegos. En las primeras muestras, tomadas antes y al comienzo de la campaña de riegos de 1995 se realizaron análisis iónicos completos (excepto bicarbonatos y carbonatos). También se realizaron análisis completos sobre las aguas de dos muestreos de la campaña de riegos de 1996. En todos los casos se medía la conductividad eléctrica de las muestras (*CE*, en dS/m) y se determinaba la concentración de

nitrato. Junto con el valor de la concentración de nitrato se obtenía también la de cloruro y sulfato cuando estaban dentro de un cierto rango, tal como se describe en el apartado anterior.

En la Tabla 3.1 se resumen los puntos muestreados en el conjunto del polígono y su procedencia o el tipo de agua de que se trata. En el Anejo 3 se recogen los resultados analíticos de estas muestras.

Tabla 3.1. Relación de los puntos de muestreo de aguas establecidos en el Polígono de La Violada durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Desagües secundarios				
Desagües que vierten al Barranco de La Violada (desagüe de Valsalada)	D-2[1] D-3 D-4 D-5 D-20	D-21 D-22 D-23 D-24 D-25	D-26 D-27 D-28 D-29 D-31[2]	D-32 D-33[2] D-34 D-35[2]
Desagües que vierten al Azarbe de La Paul (desagüe de Artasona)	I-1 I-4 I-7	I-2 I-5 I-8	I-3 I-6 I-9[3]	
Desagüe de San Jorge	D-17			
Puntos de muestreo sobre el Barranco de La Violada				
	D-1 D-10	D-11 D-12	D-13 D-14	
Otras muestras de agua				
Aguas de tubos de drenaje enterrados	P-19 P-20.1	P-20.2 P-20.3	P-12 P-14	P-I-4
Aguas de entrada al polígono	E-3 E-3.2	E-2 E-2.2	E-1	
Agua subsuperficial del exterior del polígono	F3C			
Agua de riego	CMO			

[1] El punto D-2 se encuentra sobre el Barranco de Las Pilas, en su incorporación al desagüe que comunica el Barranco de La Violada con el de Artasona (Plano 2)

[2] Los desagües D-31, D-33 y D-35 son tributarios del desagüe D-4. Las muestras recogidas en D-4 integran las características dispares de las de estos desagües, que se incluyen por aportar información sobre las diferencias existentes dentro de la zona drenada por D-4.

[3] El punto I-9 se encuentra al final del Azarbe de La Paul. Todos los otros desagües nombrados con la I vierten a él.

El análisis de estas muestras ha permitido: 1) determinar la concentración media de sales y nitrato de los desagües secundarios y las relaciones entre ellos; 2) establecer la evolución en el tiempo de la concentración de nitrato de las aguas de estos desagües secundarios y por ende del agua de drenaje en general; 3) establecer las diferencias entre el agua de drenaje de los sasos y la procedente del fondo de las vales y 4) determinar la calidad del agua de riego (del Canal de Monegros) y de las escorrentías exteriores al polígono utilizadas en la separación del hidrograma, así como la de los aportes subsuperficiales o profundos del secano del exterior del polígono a través de las muestras de la Fuente de los Tres Caños.

3.2. Descomposición del hidrograma del punto D-14

La descomposición del hidrograma permite establecer la fracción de caudal que proviene de distintas fuentes. Tradicionalmente, la separación del hidrograma consistía en establecer los volúmenes de agua superficial (escorrentía superficial directa) y subterránea (caudal base) en el hidrograma de una tormenta y se llevaba a cabo analizando la curva de recesión general (*Master Depletion Curve*) y el almacenamiento en las márgenes (*Bank Storage*) cuando se dan situaciones de mayor altura de agua en los cauces (Chow *et al.*, 1994; Aparicio, 1994).

Pinder y Jones (1969) propusieron descomponer el hidrograma atendiendo a la distinta composición química del agua de escorrentía superficial y del caudal base, mediante una relación de mezcla sencilla; es decir, si Q_G y Q_S son los caudales del flujo subterráneo y superficial en un instante dado, respectivamente, y C_G y C_S las concentraciones correspondientes de un soluto determinado, los valores de caudal, Q, y concentración, C, del agua del cauce vendrán determinados por la suma de los caudales de las componentes y la suma de las masas de soluto exportadas:

$$Q = Q_G + Q_S$$

$$Q \times C = Q_G \times C_G + Q_S \times C_S$$

El principal problema en este método es la determinación de las concentraciones de las dos componentes (C_G y C_S) así como el hecho de que hayan de permanecer invariables durante el periodo considerado. También resulta problemático si existe o no un flujo subsuperficial (*interflow*) de composición diferente, y que debería englobarse en una de las

componentes anteriores, cuya composición final sería la correspondiente a la mezcla de las dos aguas. En el caso del Barranco de La Violada en D-14, el caudal al que en adelante designaremos caudal base se refiere al caudal que no procede de escorrentía directa ni de aportes directos del canal a la red de azarbes; pero no se trata necesariamente del caudal base en sentido estricto, sino que debe incluir los aportes de los drenes enterrados del regadío, que debería considerarse flujo subsuperficial.

En esencia, esta mezcla de dos tipos de agua con concentraciones de solutos y calidad en general diferentes es la causa de las distintas relaciones existentes entre sólidos o distintos iones disueltos y el caudal en ríos y arroyos (Hall, 1970).

La separación del hidrograma se ha aplicado en el punto D-14 con dos objetivos: 1) establecer los volúmenes de agua que entran al polígono como escorrentías del exterior y los aportados directamente por el Canal de Monegros a la red de desagües, especialmente en invierno, cuando estos aportes son claramente identificables en el hidrograma y se dispone del registro de la Confederación Hidrográfica del Ebro de los volúmenes teóricamente liberados y 2) utilizar estos valores de separación para completar la serie de valores medios diarios de concentración de nitrato y *CE* en los periodos de no riego en que existen valores perdidos, especialmente en la estación de no riego de 1994-95.

Aunque se establecieron relaciones entre la concentración de sales (expresada como *CE*) y de nitrato y el caudal en distintos periodos y se estimaron, utilizando los valores de caudal medio diario y las regresiones anteriores, los valores medios diarios de *CE* o de concentración de nitrato de los días en que no se tenían muestras (Isidoro *et al.*, 1997) los resultados fueron peores (los valores estimados para las observaciones disponibles estaban más alejados de los valores medidos) que los obtenidos al realizar la separación del hidrograma y tomar como concentraciones diarias las medias de las concentraciones de las componentes, ponderadas con el caudal de cada componente.

3.3. Componentes del balance hídrico

El balance hídrico se aplica a la zona de estudio hasta la profundidad de la capa margosa impermeable. Incluye la zona de raíces, la zona vadosa por debajo de ella y la capa freática asociada a la red de drenaje. La ecuación que define el balance hídrico del sistema es la siguiente:

$$Q_r + Q_p + Q_{canal} + Q_{esc} + Q_{urb} + Q_f - Q_{dren} - Q_{ET} - Q_{pp} - Q_c = \Delta S$$

donde las entradas al sistema son el volumen de riego (Q_r), el volumen de la precipitación (Q_p), el volumen de los vertidos directos de los canales sobre la red de azarbes (Q_{canal}), las escorrentías superficiales y subsuperficiales provenientes del exterior del polígono (Q_{esc}), los aportes urbanos e industriales (Q_{urb}) y las filtraciones de los canales (Q_f). Las salidas del sistema son el volumen de drenaje en el punto *D-14* (Q_{dren}), la evapotranspiración (Q_{ET}), la percolación profunda (Q_{pp}) y el agua extraída con las cosechas (Q_c). La diferencia entre las entradas y salidas da el cambio en el volumen de agua almacenado en el sistema (ΔS), que bajo condiciones de estado estacionario (es decir, considerando que el volumen de agua almacenado en el sistema es el mismo al inicio y final del periodo considerado) es nulo ($\Delta S = 0$).

Durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96 se controlaron las principales entradas y salidas de agua al sistema. Las entradas consideradas fueron el volumen de agua de riego, el volumen de la precipitación, el volumen de los desagües directos de los canales sobre la red de azarbes, los vertidos urbanos e industriales y las escorrentías superficiales y subterráneas provenientes del exterior del polígono. Las filtraciones de los tres canales que rodean al polígono no se midieron por no disponer de un método sólido para ello (salvo las posibles variaciones del hidrograma en D-14 entre fechas con y sin agua en los canales). Estas filtraciones no son relevantes en la Acequia Q, que va elevada en gran parte de su recorrido, pero sí pueden serlo en la Acequia de La Violada, que discurre por áreas con elevado contenido en yeso, y en el Canal de Monegros, que dispone de drenes laterales interceptores de dichas filtraciones que vierten hacia el punto D-14. Aunque no cuantificables, estas posibles filtraciones deberán tenerse en cuenta en el cierre del balance hídrico de la zona de estudio.

Las salidas de agua consideradas fueron el volumen de drenaje por el punto D-14 y la evapotranspiración de los cultivos. La percolación profunda en el polígono se considera nula o muy pequeña debido a la existencia de una capa margosa impermeable y no se ha incluido en el balance. El agua contenida en las cosechas es pequeña en comparación con el resto de las componentes del balance y tampoco se ha incluido en el balance. Tampoco se ha tenido en cuenta la *ET* debida a la vegetación freatofita que ocupa las márgenes de los desagües y que puede suponer una salida apreciable de agua del sistema.

En los siguientes apartados se describe en detalle la medida o estimación de cada una de las variables incluidas en el balance hídrico.

3.3.1. Volumen de agua de riego aplicada

El agua de riego suministrada a la zona regable de la cuenca vertiente del punto D-14 se tomó de los datos de facturación de las comunidades de regantes de Almudévar, Tardienta y Gurrea así como de la Comunidad General de Regantes del Alto Aragón (C.G.R.A.A.) y la oficina en Huesca de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Los caudales aportados por las tomas de la acequia de La Violada y del Canal de Monegros pertenecientes a la Comunidad de Regantes de Almudévar y las tomas M-17.6 (Plano 2) de la Comunidad de Regantes de Tardienta y V-9.8 de la Comunidad de Regantes de Gurrea son aportes íntegros a la cuenca de estudio. Las tomas M-19.2 de Tardienta y V-10.4 de Gurrea riegan tanto dentro de la zona regable como fuera. Todas las tomas de la acequia de Santa Quiteria desde la Q-2.2 hasta la Q-17 riegan tierras dentro de la cuenca de estudio; las tomas Q-1.2, Q-2.1 y Q-18 riegan superficies pertenecientes a la cuenca de D-14 y superficies exteriores a ella.

Las zonas regadas por las tomas de estas cinco acequias que vierten tanto dentro como fuera de la zona de estudio se determinaron mediante recorridos en campo y mediante la observación de la red de azarbes y su disposición y su superficie se estimó digitalizando esas regiones de las ortofotos escala 1:5000 en el SIG ARC/INFO. La Tabla 3.2 recoge las superficies dominadas por cada una de esas acequias (datos de la C.G.R.A.A.) junto con la superficie interior o superficie de la misma que drena hacia el Barranco de La Violada aguas arriba de D-14, así como el porcentaje con respecto a la superficie dominada.

Tabla 3.2. Superficies dominadas (ha) por cada acequia y superficies interiores a la cuenca de estudio (ha) para las acequias que riegan tanto dentro como fuera de la cuenca (datos de la C.G.R.A.A. de 1997).

Acequia	Superficie dominada	Superficie interior	% Superficie interior
M-19.2	90	59,43	66,0%
V-10.4	68,42	56,65	82,8%
Q-1.2	8	4,24	53,0%
Q-2.1	43	42,13	98,0%
Q-18	46,04	41,27	89,6%

Para estas acequias el volumen de agua considerado ha sido el total facturado multiplicado por la proporción de superficie regada por la acequia que drena hacia D-14, lo que supone admitir que el agua servida por esas acequias se distribuye uniformemente sobre toda la superficie dominada.

Durante la primavera y el verano de 1998 se aforaron los caudales con un minimolinete SEBA M-I en las principales tomas del Canal de Monegros, de la Acequia de La Violada y de la Acequia de Santa Quiteria, obteniéndose relaciones lineales de la forma:

$$Q_{medido} = a + b \cdot Q_{nominal}$$

entre los caudales nominales ($Q_{nominal}$) o caudales facturados y teóricamente servidos por cada acequia, facilitados por la Comunidad de Regantes de Almudévar, y los caudales medidos con el minimolinete (Q_{medido}) ambos expresados como m^3/día. Para aquellas acequias en las que el término independiente de la regresión, a, no resultó significativamente distinto de 0 se utilizó la regresión de la forma:

$$Q_{medido} = b \cdot Q_{nominal}$$

La Tabla 3.3 recoge las acequias aforadas, los valores estimados de los parámetros a y b de las ecuaciones de regresión, su coeficiente de determinación, r^2, y el número de determinaciones realizadas, n.

Con estas ecuaciones se corrigieron los valores nominales servidos por cada acequia aforada para valores nominales comprendidos en el intervalo dentro del cual se realizaron aforos o en algunos casos valores ligeramente superiores al intervalo de mediciones. Para caudales nominales inferiores al mínimo utilizado en el análisis de regresión se utilizó la ecuación de regresión en el caso de ecuaciones sin término independiente y una interpolación lineal entre 0 y el caudal nominal mínimo utilizado en el análisis de regresión en el resto de los casos. De no hacerse esta corrección los valores de caudales nominales bajos eran corregidos en exceso.

Tabla 3.3. Valores estimados de los parámetros *a* y *b* de la ecuación de regresión $Q_{medido} = a + b \cdot Q_{nominal}$, (valores de *Q* en m^3/día) coeficiente de determinación de la regresión, r^2, y número de puntos utilizado, *n*. Todas la regresiones son significativas ($p < 0,05$).

Acequia	Canal de Monegros			
	a	*b*	r^2	*n*
Pocico (M-6.3)	2912,8	0,932	0,978	9
Matilero (M-7.7)	-	1,114	0,955	10
Artical (M-10.1)	1698,3	1,027	0,997	10
Corniellos (M-11.7)	3947,6	0,946	0,990	12
Valdepozos (M-14.2)	-	1,061	0,975	7
Abaries (M-15.7)[1]	-	1,101	0,940	10
Acequia	**Acequia de La Violada**			
	a	*b*	r^2	*n*
Valsalada (V-7.4)	3648,4	0,897	0,995	6
Acequia	**Acequia Q**			
	a	*b*	r^2	*n*
Q-5	3307,8	0,718	0,968	10

[1] El caudal medido no se corresponde con el total servido por la acequia M-15.7 sino por su toma principal después de la primera derivación.

El volumen de agua servido por las acequias controladas supone el 63% del volumen total servido. La relación entre el volumen real calculado con estas correcciones y el volumen teórico servido por esas acequias resultó ser de 1,077; es decir por las acequias controladas se sirvió un volumen un 7,7 % mayor que el nominal como promedio durante los dos años hidrológicos. La relación entre caudal corregido y caudal nominal se calculó también para cada mes y los caudales nominales diarios de las acequias que no se controlaron se corrigieron en cada mes según esa relación, que se presenta en la Tabla 3.4.

Los volúmenes servidos por cada acequia se corrigieron diariamente de manera que se dispone del volumen de agua de riego diario que entra en toda la cuenca vertiente de D-14 para los dos años hidrológicos (Anejo 4).

Tabla 3.4. Factores de corrección (*f*) empleados para corregir los caudales nominales en las acequias no aforadas: $Q_{corregido} = f \cdot Q_{nominal}$.

Mes	1994-95	1995-96
Octubre	1,19	1,12
Noviembre	-	1,19
Diciembre	-	-
Enero	1,16	-
Febrero	1,10	1,28
Marzo	1,09	1,13
Abril	1,07	1,08
Mayo	1,11	1,12
Junio	1,07	1,07
Julio	1,07	1,07
Agosto	1,07	1,08
Septiembre	1,09	1,08
Media del año	***1,08***[1]	***1,08***[1]

[1] Las correcciones anuales son la media de las correcciones mensuales ponderadas con los volúmenes servidos cada mes y por lo tanto toman un valor muy cercano al de los meses de mayor volumen de riego.

Servicio de Investigación D. G. A. BIBLIOTECA ARAGÓN

3.3.2. Volumen de la precipitación

Los valores de la precipitación se tomaron de la estación meteorológica de la Granja-escuela de Almudévar (nº489), situada en el interior del polígono de riego, que dispone de valores diarios de precipitación (Anejo 4). Los valores diarios de precipitación se sumaron para obtener los valores mensuales. El volumen aportado se obtuvo como el producto de la precipitación por el área de la zona de estudio y el factor de conversión de unidades adecuado.

3.3.3. Aportes directos del Canal de Monegros a los azarbes

El Canal de Monegros vierte agua a los barrancos de Las Pilas, del Azud y de Valdepozos (Plano 2), directamente a través de aliviaderos. De estos vertidos, los realizados en invierno están registrados por la Confederación Hidrográfica del Ebro (C.H.E.) y tanto la fecha como la cuantía aproximada de los mismos fueron facilitados por la oficina de Tardienta de la C.H.E. En verano sólo se realizan vertidos de poca cuantía y no registrados al Barranco del Azud con el fin de diluir los vertidos urbanos de Almudévar que van a ese

barranco sin depurar; según indicaciones del personal de la C.H.E. se consideraron estos aportes de unos 500 L/s durante unas seis horas cada quince días.

Estos aportes directos a los azarbes se reconocen como elevaciones, en forma de mesetas en el limnigrama del punto D-14, cuando no están mezclados con otros efectos. Estas elevaciones pueden ser bastante suaves en su parte superior cuando el aporte se ha realizado de modo uniforme y con una altura constante en el canal o presentar bastantes irregularidades. Normalmente comienzan de un modo brusco y su descenso se produce también de modo brusco, desde el momento en que se cierran los aliviaderos y deja de llegar agua a los azarbes. La Figura 3.1 muestra, a modo de ejemplo, varias de estas elevaciones, de enero y febrero de 1995, una muy regular y otras dos bastante irregulares. La presencia de varios "escalones" en las mesetas puede indicar que se está aportando agua del canal a través de más de un desagüe.

Además los volúmenes totales aportados directamente del Canal de Monegros se han calculado mediante la descomposición del hidrograma. Se ha optado por utilizar la separación del hidrograma, porque los datos de la C.H.E. son sólo aproximados y se presentan algunas "mesetas" que no se corresponden con aperturas de las compuertas del canal registradas por la C.H.E.

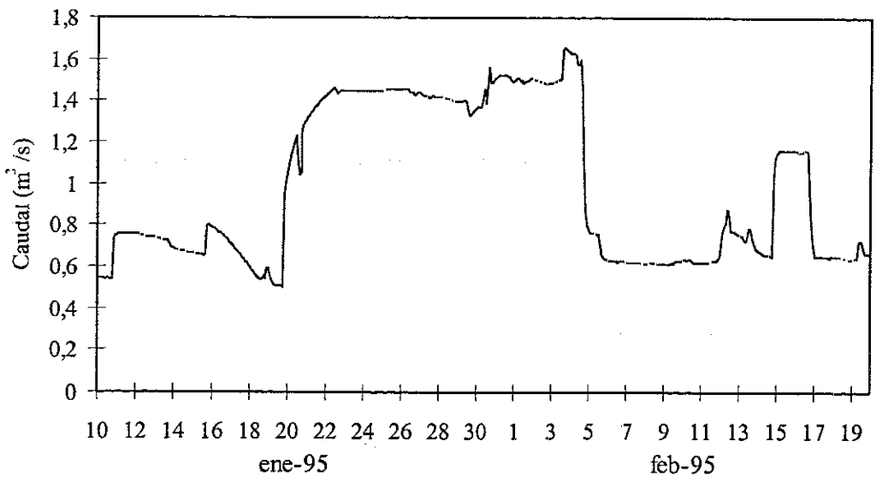


Figura 3.1. Elevaciones del hidrograma del punto D-14 ("mesetas") debidas a aportes directos del Canal de Monegros.

3.3.4. Aportes de las escorrentías exteriores al polígono

Las escorrentías superficiales o directas que se producen como consecuencia de las precipitaciones en la cuenca del Barranco de La Violada se han calculado por descomposición del hidrograma durante las dos estaciones de no riego. La escorrentía exterior que se calcula de esta manera se genera en toda la cuenca del barranco, tanto fuera como dentro del polígono. Se ha tomado la totalidad de estos aportes como entradas netas desde el exterior al sistema teniendo en cuenta que 1) la mayor parte de la superficie del interior del polígono se encuentra abancalada mientras que en la superficie exterior al polígono, mucho mayor en extensión, el terreno se mantiene con su pendiente natural, por lo que la escorrentía superficial que se genere fuera del polígono será mayor; además la superficie del polígono (5282 ha) supone tan solo el 27% de la superficie total de la cuenca vertiente del Barranco de La Violada en D-14 (19637 ha) y 2) aunque de este modo se calcule por exceso la escorrentía directa, se va a cometer un error por defecto al no considerar las escorrentías subsuperficiales que procedan del exterior.

Si bien se puede calcular la escorrentía directa (con mayor o menor precisión) por este procedimiento, resulta mucho más complejo determinar la escorrentía subsuperficial (caudal base, en adelante) que procede del exterior del polígono. Los barrancos que llegan al polígono procedentes de la Cuesta de Almudévar tienen una componente de caudal superficial (que hemos asimilado con la escorrentía directa total) y una componente de caudal base que no se ha estimado. Dado el pequeño caudal general de esos barrancos, que normalmente sólo aportan grandes cantidades de agua después de precipitaciones relevantes, se puede aceptar que ese caudal será poco importante.

Además existe un flujo profundo en la Cuesta de Almudévar, como evidencia la Fuente de los Tres Caños, que puede incorporarse al Barranco de La Violada o fluir por debajo del nivel freático asociado al barranco sin llegar a aportar su agua. Estos posibles aportes exteriores, no se han tenido en cuenta. Las características hidrogeológicas de la Cuesta de Almudévar, de terreno poco permeable, y la presencia de numerosos drenes enterrados en la misma (Torres, 1983) permiten concluir que esa componente profunda será en cualquier caso relativamente pequeña.

Durante las estaciones de riego sólo se produjeron algunas precipitaciones especialmente intensas en el verano de 1996 que dieron lugar a una escorrentía apreciable. En

los días posteriores a esas lluvias se ha descompuesto el hidrograma, de acuerdo con el comportamiento observado del hidrograma en las precipitaciones invernales, mediante líneas trazadas desde un punto anterior a la subida de caudal hasta el punto posterior, de tal manera que el área comprendida entre dichas líneas y las líneas del caudal representaría el volumen de las escorrentías directas. Resultan días con escorrentía superficial el 1 de junio, del 25 al 28 de julio y del 7 al 9 de agosto de 1996.

3.3.5. Aportes de los vertidos urbanos e industriales

Los vertidos urbanos e industriales se han estimado como un porcentaje (80%) del agua detraída para esos usos. El agua detraída para uso urbano e industrial fue facilitada por la Comunidad de Regantes de Almudévar junto con el agua de riego. Tanto Almudévar como las pedanías de San Jorge, Artasona y Valsalada se abastecen de agua de la red de riego.

3.3.6. Agua exportada a través de la red de drenaje

Para calcular el volumen de drenaje (Q) por el punto D-14 se digitalizaron en ARC/INFO los limnigramas de la estación de aforos. De esta digitalización se obtuvieron las alturas de agua *(h)* cada dos horas que se transformaron en caudal mediante la ecuación de regresión o curva de gasto obtenida entre la altura de agua y el caudal de diez aforos realizados en ese punto por la C.H.E. entre 1994 y 1996. La regresión utilizada fue de tipo potencial, ajustada por mínimos cuadrados no lineales para que los valores de los residuos minimizados fueran los de caudal y no los de sus logaritmos, lo que reduce la importancia de los valores altos de caudal. La ecuación resultante es:

$$Q\left(m^3/s\right) = 2{,}6977 \cdot h(m)^{1.066} \qquad r^2 = 0{,}713$$

Los caudales instantáneos estimados cada dos horas se exportaron a una hoja de cálculo y se integraron para obtener las medias diarias y mensuales mediante la regla de Simpson. Los volúmenes diarios exportados por la red de drenaje obtenidos por este procedimiento se presentan en el Anejo 4.

3.3.7. Evapotranspiración de los cultivos

La evapotranspiración de referencia (ET_0) se calculó mediante el método de FAO Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998):

$$ET_O = \frac{\Delta \cdot (R_n - G) + \rho_a \cdot c_p \cdot \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \cdot \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)}$$

a partir de los datos meteorológicos diarios [temperatura máxima y mínima (ºC), humedad relativa máxima y mínima (%), recorrido del viento a 2 m de altura (km/d) y radiación solar (mm)] medidos en la estación de la Granja de Almudévar. El cálculo se llevó a cabo mediante el programa REF-ET (USU Foundation, 1994). El valor de la resistencia aerodinámica, r_a, se calcula a partir de los datos de recorrido del viento y de la altura de medición de la humedad relativa y el recorrido del viento; la resistencia de la superficie (r_s) es función de la altura de la cubierta vegetal (12 cm). El resto de los términos de la ecuación, la pendiente de la curva de saturación de vapor (Δ), la radiación neta (R_n), el flujo de calor al suelo (G), la densidad y el calor específico del aire a presión constante (ρ_a y c_p), el déficit de saturación de vapor (e_s - e_a) y la constante sicrométrica (γ) o bien son constantes o se calculan de modo directo a partir de los datos meteorológicos.

La evapotranspiración máxima de los cultivos (ET_c) de maíz, alfalfa, girasol, trigo, cebada, arroz, hortalizas (pimiento) y frutales se calculó mediante la ecuación:

$$ET_c = k \cdot ET_0$$

Para el cálculo de los coeficientes de cultivo k se utilizó la metodología de la FAO (Doorenbos y Pruitt, 1977) y las fórmulas obtenidas por Cuenca (1989) para la primera fase de desarrollo del cultivo. Para el establecimiento de la duración de las distintas fases del cultivo se utilizó como base la duración de las fases de cultivo obtenidas por Martinez-Cob *et al.* (1998) para la comarca de la Hoya de Huesca modificándolas teniendo en cuenta las fechas de siembra y madurez obtenidas en las encuestas sobre fertilización y prácticas de cultivo realizadas en la zona. Los valores de ET_C obtenidos se presentan en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Fechas de siembra y madurez fisiológica y evapotranspiración máxima (ET_C) de los distintos cultivos del polígono durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-1996.

	Oct94/Sept95			Oct95/Sept96		
Cultivo	**Siembra**	**Madurez[(1)]**	**ET_C**	**Siembra**	**Madurez[(1)]**	**ET_C**
Maíz	14/04/95	5/10/95	857,7	26/04/96	7/10/96	781,9
Girasol	9/04/95	10/9/95	771,6	28/04/96	15/9/96	689,8
Trigo	20/10/94	9/07/95	797,2	2/12/95	7/07/96	637,4
Cebada	11/11/94	22/06/95	640,5	4/11/95	21/06/96	552,0
Pimiento	19/05/95	6/10/95	532,6	19/05/96	6/10/96	489,4
Alfalfa[(1)]	15/03/95	20/11/95	1058,6	15/03/96	20/11/96	896,6
Arroz	6/05/95	25/10/95	1046,5	3/05/96	25/10/96	983,5
Cebada Secano	31/10/94	24/06/95	664,2	24/10/96	18/06/96	562,5
Frutales[(1)]	01/03/95	01/12/95	501,1	01/03/96	01/12/96	587,4

[(1)] Las fechas corresponden al periodo vegetativo

Dado que en el polígono existen suelos con baja capacidad de retención de agua y el turno de riegos es de unos trece días podría darse el caso de que los cultivos sufrieran algún tipo de estrés hídrico entre riegos y que la evapotranspiración fuera menor que la teórica calculada según los datos climáticos.

Para considerar esta posibilidad se realizó un balance de agua en el suelo para cada uno de los cultivos. En primer lugar, utilizando los datos de capacidad de campo, punto de marchitez y dosis de riego de las noventa y dos agrupaciones de suelos definidas por Slatni (1996) en el polígono de riego de la Violada, se identificaron cinco grandes grupos de suelos con distintas características de agua útil y dosis de riego. La variación dentro de cada uno de los cinco tipos de suelo identificados del agua útil y la dosis de riego fue pequeña por lo que se considera que los grupos son homogéneos (Tabla 3.6).

Tabla 3.6. Valores medios y desviaciones estándar del agua útil (mm) y dosis de riego (mm) para los cinco grandes grupos de suelos utilizados junto con el porcentaje de superficie que representan sobre la superficie de riego de la Comunidad de Regantes de Almudévar (datos de Slatni (1996); elaboración propia).

		Agua Útil		Dosis riego	
Tipo Suelo	**Superficie (%)**	**Media**	**Desv. Est.**	**Media**	**Desv. Est.**
I	8,22%	43,36	4,18	27,11	5,77
II	15,60%	56,31	2,25	41,14	7,48
III	26,95%	70,23	7,42	55,83	10,97
IV	23,89%	92,13	7,18	77,25	13,43
V	25,34%	117,97	10,05	100,98	13,79

Posteriormente y para cada uno de los tipos de suelo se realizó un balance diario del agua en el suelo teniendo en cuenta el agua útil y las dosis de riego según tipos de suelo y las frecuencias y el número de riegos de cada cultivo obtenidos en la encuesta de fertilización. Dado que el riego es a turnos con ador de trece días se realizó el balance con fechas distintas de inicio del primer riego y posteriormente se hizo la media de todos los turnos de riego. En la Tabla 3.7 se presenta como ejemplo la ET_C calculada mediante balance de agua (ET_C *balance*) para el caso del maíz del año 1995 sobre suelo tipo 5.

Tabla 3.7. Esquema seguido en el cálculo de la ET_C *balance* para el caso del maíz del año 1995 sobre suelo tipo 5. Fecha del primer y último riego y número de riegos junto con el valor de ET_C calculado por balance de agua.

	1er riego	**Nº de riegos**	**Último riego**	***ET_C balance***
Turno 1	29 mayo	10	23 septiembre	779,2
Turno 2	30 mayo	10	24 septiembre	778,8
Turno 3	31 mayo	10	25 septiembre	775,3
Turno 4	1 junio	10	26 septiembre	772,2
Turno 5	2 junio	10	27 septiembre	773,6
Turno 6	3 junio	10	28 septiembre	758,3
Turno 7	4 junio	10	29 septiembre	748,1
Turno 8	5 junio	10	30 septiembre	744,0
Turno 9	6 junio	10	1 octubre	745,7
Turno 10	7 junio	10	2 octubre	744,3
Turno 11	8 junio	10	3 octubre	744,4
Turno 12	9 junio	9	21 septiembre	746,2
Turno 13	10 junio	9	22 septiembre	779,8
Media				760,8

Para el suelo desnudo se realizó también un balance diario del agua en el suelo calculando la evapotranspiración máxima que se estimó siguiendo la metodología FAO (Doorenbos y Pruitt, 1977) y usando las fórmulas de Cuenca (1989). Este balance se hizo para un suelo medio teniendo en cuenta las características y porcentaje de superficie ocupados por los distintos tipos de suelo (Tabla 3.6). La evapotranspiración total asignada a cada cultivo se obtuvo como la suma de la ET_C *balance* del ciclo de cada cultivo y la suma de las *ET* diarias del suelo desnudo para la época en que el suelo permaneció sin cultivo.

Una vez que se obtuvieron los valores de ET_C *balance* de todos los cultivos, incluyendo las temporadas en que el suelo estaba descubierto, los volúmenes de agua

evapotranspirada se calcularon multiplicando los valores de ET_C *balance* por la superficie de cada cultivo en cada año.

Las superficies dedicadas a cada cultivo en 1995 y 1996 se tomaron de los datos de las memorias de actividades de la Comunidad de Regantes de Almudévar de 1995 y 1996 (Comunidad de Regantes de Almudévar, 1996 y 1997). A la superficie de riego de la Comunidad de Regantes de Almudévar en 1995 y 1996 se le descontó la superficie regada por las acequias que desaguan fuera de la cuenca del punto D-14 (las tomas Q-19, Q-20 y Q-21), y para las acequias que riegan tanto dentro como fuera de la cuenca se consideró sólo la superficie interior (Tabla 3.2.).

Las superficies declaradas de cada cultivo (Tabla 3.8) se han extrapolado al resto de la superficie de la zona regable (la superficie bajo riego correspondiente a las acequias que no pertenecen a la Comunidad de Regantes de Almudévar) suponiendo que la distribución de cultivos en esa superficie mantiene las mismas proporciones que dentro de la Comunidad de Regantes de Almudévar.

Tabla 3.8. Superficies declaradas de cultivos (ha) en las campañas de 1995 y 1996 en la Comunidad de Regantes de Almudévar.

Cultivos	1995	1996
Maíz	1553,09	1852,75
Alfalfa	776,65	791,16
Cereal de invierno	619,94	358,12
Girasol	199,26	181,24
Huerta	46,04	42,50
Frutales	43,71	46,80
Arroz	16,96	44,80
Total regable[(1)]	**3578,93**	**3575,03**[(2)]

(1) La diferencia entre la superficie regable total en 1995 y 1996 y la suma de las dedicadas a los cultivos presentes en la Tabla es superficie en abandono o dedicada a otros cultivos, que asciende en total a 263,66 ha en 1996, único año en que se presentan esos datos.

(2) Este total incluye 37,46 ha expropiadas para la construcción de la autovía Levante-Francia, que se dejan de cultivar ese año.

Así la superficie regable total de la zona estudiada fue de **3862,43 ha** en 1995 y de **3826,17 ha** en 1996 y su distribución entre superficie de cultivo y superficie en abandono,

asumiendo que se mantienen las mismas proporciones que en la Comunidad de Regantes de Almudévar, es la siguiente:

1995:	Superficie regada	3513,22 ha
	Superficie en abandono (u otros cultivos)	349,21 ha
	Superficie total	3862,43 ha
1996:	Superficie regada	3581,51 ha
	Superficie en abandono (u otros cultivos)	282,12 ha
	Superficie total	3863,63 ha

donde en la superficie total y en abandono de 1996 se incluyen las 37,46 ha expropiadas para la construcción de la autovía.

La distribución de estas superficies por cultivos utilizada en el cálculo de la evapotranspiración del regadío se presenta en la Tabla 3.9. La superficie consignada como cereal de invierno, se desglosó para el cálculo de la *ET* en superficie de trigo y de cebada según los porcentajes obtenidos de cada cultivo mediante las encuestas realizadas para la determinación del abonado (apartado 3.4.6).

Tabla 3.9. Superficies de cultivo (ha) en la zona de regadío de la cuenca vertiente del Barranco de La Violada en el punto D-14 para los dos años de estudio.

	Superficies (ha)	
Cultivo	**1994-95**	**1995-96**
Maíz	1676,12	2000,50
Alfalfa	838,17	854,25
Trigo	410,52	96,67
Cebada	258,20	290,01
Girasol	215,04	195,67
Huerta	49,69	45,89
Frutal	47,17	50,54
Arroz	18,30	48,37
No cultivado	349,21	281,70
Superficie total	**3862,43**	**3863,63**

La superficie dedicada a cultivos de secano dentro del polígono de riego se ha estimado a partir de los datos de Torres (1983). Las superficies de terreno improductivo o de usos sin definir se han tomado directamente de aquel trabajo, así como las de forestales (los

pinos plantados en torno al Canal de Monegros y en otras zonas); mientras que las dedicadas a cultivos (cereales, oleaginosas, almendro, olivo y viña) y a pastos se han extendido proporcionalmente hasta completar la superficie total de 5282,25 ha (Tabla 3.10).

Tabla 3.10. Superficies de cultivo e improductivas (ha) en el secano de la cuenca vertiente del Barranco de La Violada en el punto D-14 para los dos años de estudio.

	Superficies (ha)	
Cultivos	**1994-95**	**1995-96**
Olivo, Almendro y Viña	56,8	56,7
Cereal (cebada)	780,5	779,6
Pastos	166,5	166,3
Forestal	108,7	108,7
Pueblos	39,8	39,8
Caminos	77,6	77,6
Acequias	35,6	35,6
Desagües	46,7	46,7
Otros usos	107,7	107,7
Total secano	**1419,8**	**1418,6**

En la zona de secano se han considerado la *ET* de la cebada, los almendros (se ha tomado toda la superficie de labor del secano como cebada y toda la de frutales como almendro, que son los cultivos dominantes), el matorral y pasto y las coníferas, que constituyen la mayor parte de la superficie en secano. Para estos aprovechamientos se realizó también un balance hídrico diario suponiendo que la cebada, las coníferas y el matorral se cultivan únicamente en suelos poco profundos (tipo de suelo I) y los frutales en sasos algo mejores (suelo III). Los volúmenes diarios de agua evapotranspirada en el polígono se presentan en el Anejo 4.

3.3.8. Percolación profunda

La zona regable se encuentra sobre un manto impermeable de margas (Torres, 1983; Faci *et al.* 1985) y la red de drenaje es muy densa por lo que la percolación profunda se considera despreciable. Durante los años 1981-82, 1982-83 y 1983-84 se llevaron a cabo balances de agua en el polígono que cerraron con errores bastante pequeños (Faci *et al.*, 1985 y Quílez, 1985). Quílez (1985) llevó a cabo la calibración de un modelo conceptual

hidrosalino (MOVI) con los datos del Polígono de la Violada del año 1981-82 y verificó el modelo con los resultados de los años 1982-83 y 1983-84. Las diferencias entre el volumen de agua de drenaje medido en el punto D-14 y el estimado por el modelo fueron en todos los casos inferiores al 2,5% considerando una percolación profunda nula. Estos resultados sugieren que la percolación profunda puede por lo tanto considerarse irrelevante.

3.4. Componentes del balance de nitrógeno

El balance de nitrógeno se ha realizado para cada año hidrológico considerando las entradas y salidas de *N* más importantes del sistema y sin tener en cuenta las transformaciones del mismo dentro del sistema que no cambian su contenido total. Así, tanto la inmovilización del *N* mineral como la mineralización del *N* orgánico no se han considerado. La cuantificación de la inmovilización del *N* mineral aportado o la mineralización de las reservas de *N* orgánico del suelo requeriría disponer de análisis de suelos mucho más extensos que los que se dispone y excede los límites y posibilidades de este trabajo.

La ecuación de balance de nitrógeno puede escribirse:

$$N_r + N_p + N_c + N_{esc} + N_{urb} + N_{fer} + N_{fs} - N_{dren} - N_c - N_v - N_d = \Delta N$$

donde las entradas consideradas son la masa de nitrógeno en el agua de riego (N_r), en la precipitación (N_p), en los vertidos directos de los canales (N_c) en las escorrentías superficiales y subterráneas provenientes del exterior del polígono (N_{esc}), y en los retornos urbano e industrial (N_{urb}); además el nitrógeno aplicado como fertilizante (N_{fer}) y la fijación simbiótica por las leguminosas (N_{fs}). Las salidas consideradas han sido la masa de nitrógeno en el agua de drenaje (N_{dren}), la extracción por los cultivos (N_c), y las pérdidas a la atmósfera por volatilización (N_v) y desnitrificación (N_d). No se ha considerado el *N* en las aguas de percolación profunda porque se asume que su volumen es despreciable. La diferencia entre entradas y salidas da el cambio del contenido de nitrógeno en el sistema (ΔN), que si asumimos condiciones de estado estacionario debe ser igual a 0.

Las entradas y salidas anuales de *N* se han calculado para los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

3.4.1. Nitrógeno aportado por el agua de riego

Se analizaron un total de veintinueve muestras del Canal de Monegros entre febrero de 1995 y noviembre de 1996, aproximadamente cada quince días durante las campañas de riego y cada mes fuera de ellas, si circulaba agua por el canal. En todas ellas se determinó la concentración de NO_3^-, Cl^- y $SO_4^{=}$, así como la conductividad eléctrica (*CE*, dS/m). No se aprecia en los análisis ninguna pauta definida de evolución de ninguno de los parámetros analizados (Figura 3.2), como cabe esperar por proceder el agua de riego de la cabecera del río Gállego desde donde es derivada hasta el embalse de La Sotonera. Por ello se ha tomado como concentración de NO_3^- en el agua de riego durante los dos años el valor medio de las veintinueve muestras analizadas.

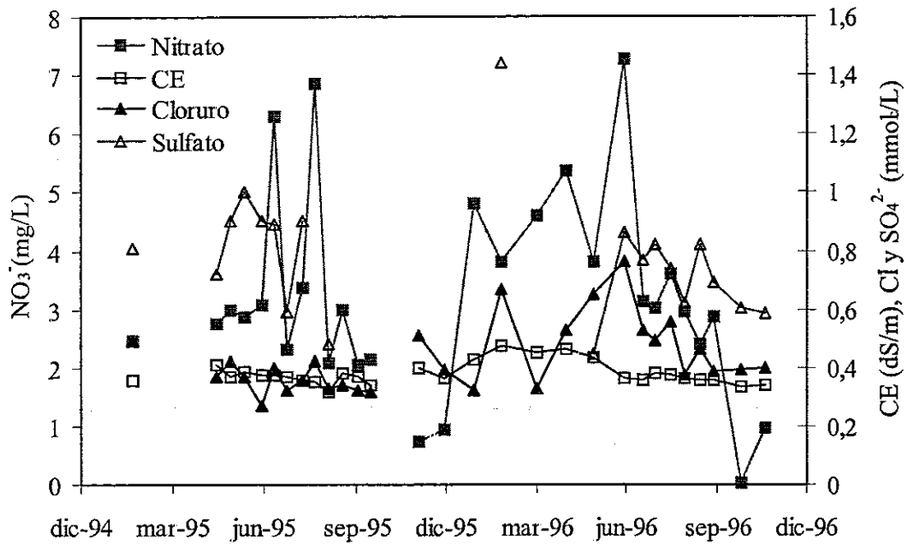


Figura 3.2. Evolución de la *CE* y las concentraciones de cloruro, sulfato y nitrato de las aguas del Canal de Monegros durante el periodo de estudio.

La concentración media de NO_3^- en las muestras de agua del Canal de Monegros resultó de 3,19 mg/L, con un error estándar de 0,32 mg/L, con un mínimo de 0,02 mg/L y un máximo de 7,27 mg/L. Los resultados de las variables analizadas se presentan en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11. Calidad del agua de riego. Análisis estadístico de las muestras del Canal de Monegros. Las muestras se tomaron entre el 7 de febrero de 1995 y el 9 de noviembre de 1996.

	NO_3^- (mg/L)	*CE* (dS/m)	Cl^- (mmol$_c$/L)	SO_4^{2-} (mmol$_c$/L)
Media	3,19	0,379	0,43	0,78
Desviación estándar	1,71	0,038	0,12	0,22
Número de muestras	29	29	29	20

Las otras formas posibles de nitrógeno presentes en el agua de riego (especialmente el nitrógeno amoniacal, NH_4^+, y el nitrógeno nitroso, NO_2^-) no se han analizado. Aunque su presencia en el agua del Canal de Monegros es mucho menor, su contribución puede ser importante debido a los altos volúmenes de riego. La concentración media de nitrato en las muestras analizadas por la C.H.E. entre los años hidrológicos 1979-80 y 1994-95 (M.O.P.U., red de control de calidad de aguas) fue de 2,57 mg/L, valor muy similar al de nuestros análisis, mientras que la media de las concentraciones de NH_4^+ y NO_2^- fue de 0,16 y 0,02 mg/L, respectivamente. Expresados como nitrógeno estos valores son de 0,58 mg N-NO_3^-/L, 0,12 mg N-NH_4^+/L y 0,01 mg N-NO_2^-/L, con lo que la suma de las concentraciones de nitrógeno amoniacal y nitroso supone, en esas muestras, un 22,5% de la concentración de nitrógeno nítrico. Al objeto de considerar también estas concentraciones, la concentración media de nitrógeno total en el agua de riego se ha obtenido multiplicando la concentración media de nitrato (expresado como *N*) por 1,225 y la cantidad de nitrógeno aportado por el agua de riego se ha calculado como producto de esa concentración por el volumen de agua de riego suministrado.

3.4.2. Nitrógeno aportado por el agua de lluvia

La concentración de nitrógeno de las aguas de lluvia del polígono se ha tomado de los datos de Bellot *et al.* (1988) como un valor de 0,49 mg/L (media ponderada de la concentración de nitrógeno del agua de lluvia). El valor así obtenido de la concentración de nitrógeno se ha multiplicado por el volumen de cada evento de precipitación para obtener la masa de nitrógeno aportado con el agua de lluvia.

El nitrógeno atmosférico también puede incorporarse al sistema con independencia del agua de lluvia, directamente del aire, como deposición seca (*dry deposition*). En cuencas de

montaña la deposición atmosférica (con el agua de lluvia o no) llega a ser la principal entrada de nitrógeno al sistema (Reynolds y Edwards, 1995; Baron y Campbell, 1997) y en esas situaciones puede ser importante cuantificar la deposición seca; Baron y Campbell (1997), por ejemplo, toman la deposición seca como la mitad del aporte de nitrógeno del agua de lluvia.

Sin embargo, en cuencas de carácter agrícola los aportes de nitrógeno por fertilización mineral o residuos orgánicos normalmente exceden con mucho a los aportes por deposición atmosférica (McMahon y Woodside, 1990), por lo que, a falta de datos de nuestra zona, se ha preferido no hacer ninguna estimación de la deposición seca.

3.4.3. Nitrógeno aportado por los vertidos del Canal de Monegros

Se ha obtenido mensualmente como el producto de la concentración de nitrógeno de las aguas del Canal de Monegros (apartado 3.4.1) por el volumen de agua liberado a través de los distintos azarbes, obtenido por separación del hidrograma.

3.4.4. Nitrógeno aportado por las escorrentías exteriores al polígono

Para determinar la composición del agua de escorrentía procedente del exterior del polígono se tomaron muestras de agua en los tres barrancos que proceden de la Cuesta de Almudévar (Plano 3). Sobre el Barranco del Azud se tomaron muestras en el punto E-1, aguas abajo del cruce del barranco con el Canal de Monegros, por lo que estas muestras siempre estaban diluidas por el mal cierre de las tajaderas de los aliviaderos del canal o por sus filtraciones y sólo se puede considerar representativa de la escorrentía del exterior del polígono cuando el Canal de Monegros esta vacío. En su incorporación a la red de drenaje, al azarbe de Artasona concretamente, este barranco volvió a muestrearse en el punto I-1.

Sobre el Barranco de Valdepozos se tomaron dos muestras, ambas aguas abajo del cruce con el Canal de Monegros, por lo que tienen las mismas limitaciones que la muestra E-1. Este barranco presenta la singularidad de recibir las aguas residuales de Almudévar, por eso se decidió muestrearlo inmediatamente aguas abajo del Canal de Monegros (punto E-2) y sobre el puente del camino de Artasona, unos 100 m más abajo (punto E-2.2), En su incorporación al desagüe de Artasona se toma la muestra I-5.

El Barranco de Las Pilas es el más largo y el más importante de los que drenan la Cuesta de Almudévar. Presenta un caudal continuo sin llegar a secarse ni aún en los meses

más secos del verano de 1995, si bien apenas es un reguero de agua en esos meses. Sobre este barranco se tomaron muestras antes y después de su paso bajo el Canal de Monegros (puntos E-3 y E-3,2, respectivamente). La muestra E-3 no es, empero, representativa del agua de escorrentía exterior del polígono porque mientras el Canal de Monegros esté lleno recibe los aportes de un dren interceptor de las escorrentías del canal.

Con estas restricciones sólo las muestras de agua tomadas en estos puntos los días 17 de octubre y 18 de diciembre de 1995 pudieron considerarse como aguas de escorrentía del exterior del polígono. La concentración de los aniones y la *CE* de estas muestras así como su valor medio se presentan en la Tabla 3.12. Estos valores se utilizaron en la separación del hidrograma para caracterizar la calidad de las aguas de escorrentía del exterior del polígono.

La masa diaria de nitrato se estimó como el producto del volumen de agua por su concentración en nitrato.

Tabla 3.12. Composición de las muestras de agua provenientes de las escorrentías del exterior del polígono y su valor medio. Cada valor es la media del valor correspondiente de E-1, la media de E-2 y E-2,2 y la media de E-3 y E-3,2.

	***CE* (dS/m)**	***Cl*⁻ ($mmol_c/L$)**	***SO_4^{2-}* ($mmol_c/L$)**	***NO_3^-* (mg/L)**
17-10-95	0,622	0,483	2,284	0,435
18-12-95	0,709	0,587	2,005	0,845
Media	**0,665**	**0,535**	**2,144**	**0,640**

3.4.5. Nitrógeno aportado por los vertidos urbanos e industriales

Se ha tomado de la bibliografía un valor para la concentración de nitrógeno total del agua residual de 50 mg/L (Hernández, 1992), propio de un nivel de contaminación medio. La cantidad total de *N* se obtiene como el producto de esta concentración por el volumen de agua residual generado.

3.4.6. Nitrógeno aportado por la fertilización de los cultivos

La determinación de las aplicaciones de fertilizantes en una zona amplia como la que nos ocupa se puede abordar de dos maneras: acudiendo a datos globales de consumo de

fertilizantes o realizando encuestas de fertilización por cultivo a una muestra de agricultores y aplicando los resultados de esas encuestas a las superficies globales de cada cultivo.

En el caso de Almudévar la comercialización de fertilizantes se hace sobre todo a través de la Cooperativa "Virgen de La Corona"; pero los datos de la Cooperativa ofrecían dos problemas: de una parte el abono que vende no se emplea sólo en Almudévar, ni únicamente en el regadío, y hay agricultores de Almudévar (especialmente en San Jorge) que obtienen su abono de otras fuentes, con lo que la cantidad de abono comercializado por la Cooperativa no se corresponde con el aplicado en el regadío de Almudévar ni con el aplicado en la Cuenca del Barranco de La Violada. Por otra parte, esta información no permite saber cuanto se abona cada cultivo, puesto que las fórmulas de fertilizantes de la Cooperativa, aunque están indicadas para cultivos concretos, se utilizan frecuentemente para otros cultivos.

La realización de encuestas a los agricultores, aunque es más laboriosa, permite obtener una información más detallada sobre la fertilización de cada cultivo además de otras informaciones adicionales como la fecha de aplicación del abonado o volúmenes y fechas de los riegos; de ahí que se optara por este método.

La producción y posible aplicación de estiércol, que es una fuente importante de nitrógeno, puede estimarse también a través de la cabaña ganadera, siempre que el estiércol producido en la zona de estudio se emplee en la fertilización en la misma zona, como parece ser el caso en la Comunidad de Regantes de Almudévar según las encuestas realizadas. La aportación de *N* con el abonado orgánico se determinó únicamente a través de las encuestas de fertilización, porque estimarlo además a través de la cabaña ganadera sería incurrir en una doble contabilización (Keeney y DeLuca, 1993).

Se llevaron a cabo encuestas a agricultores de la zona tras las campañas de riego de 1995 y 1996. Con las encuestas se pretendía determinar la cantidad de nitrógeno aplicado a cada cultivo en forma orgánica o inorgánica y las fechas de aplicación de los mismos; así como algunos aspectos relacionados con el riego, la relación entre los riegos y las aplicaciones de fertilizantes, la siembra y la cosecha.

El modelo de encuesta se elaboró en el otoño de 1995 y se presenta en el Anejo 5. En su elaboración se tuvieron en cuenta las aportaciones de los miembros de la unidad de Suelos y Riegos del Servicio de Investigación Agroalimentaria y de algunos agricultores de la

Comunidad de Regantes de Almudévar. Las encuestas se realizaron para los cultivos más extendidos de la zona: *maíz, alfalfa, trigo, cebada, girasol, arroz, hortalizas, frutales y forrajeras*.

Para los principales cultivos de regadío se distinguía si el abonado había sido diferente o no del habitual en función del cultivo del año anterior, particularmente si éste había sido alfalfa. También se aceptaban las respuestas referentes a los cereales de invierno y al girasol cultivados en secano (consignando que eran respuestas de secano) para saber la cantidad de nitrógeno que se aplica al secano de la cuenca del Barranco de La Violada.

La encuesta se completaba con algunas preguntas referentes al número de riegos aplicados, el intervalo medio entre riegos y el volumen de agua aplicado en cada riego a juicio del agricultor y otra adicional sobre las rotaciones de cultivo que se siguen normalmente.

Las encuestas se realizaron en el invierno de 1995-96 para la campaña de 1995 y en primavera de 1997 para la de 1996. El segundo año se preguntó también, fuera de la encuesta, por los rendimientos medios para cada cultivo. Para el año 1995 esta información se obtuvo a través de unas pocas entrevistas con agricultores cualificados.

De los 800 regantes inscritos como propietarios en la comunidad de regantes de Almudévar se seleccionaron al azar 80 de ellos (10%) para realizar la encuesta. De los 80 seleccionados únicamente se realizó la encuesta a 18 de ellos que trabajaban efectivamente la tierra. Según la comunidad de regantes de Almudévar el número de agricultores en el conjunto del polígono esta en torno a 80-100, muy por debajo de los 800 propietarios de las parcelas en regadío. Según esta información el porcentaje de muestreo se situaría en torno al 20%. Durante el año 1996 el número de encuestados se aumentó a 26.

La riqueza en nitrógeno y en cada forma de *N*, amoniacal, nítrico, ureico u orgánico, del tipo de abono empleado se determinaba a partir de su composición (Fertiberia, 1996). En la mayoría de los casos se emplean en la Comunidad de Regantes de Almudévar los abonos preparados en la planta mezcladora de la Cooperativa "Virgen de La Corona" de Almudévar; las proporciones de los distintos abonos comerciales empleados en las fórmulas de la Cooperativa fueron facilitados por la misma Cooperativa. En la Tabla 3.13 se presentan los abonos más frecuentes en el regadío de Almudévar y su riqueza en las distintos formas de nitrógeno.

Gobierno de Investigación Agraria D. G. A. BIBLIOTECA

Tabla 3.13. Contenido en nitrógeno total y en las distintas formas de nitrógeno (%) de los abonos más utilizados en la Comunidad de Regantes de Almudévar durante las campañas de 1995 y 1996, así como su utilización en los abonados de los distintos cultivos del polígono.

Tipo de abono	%N total	%N-NO_3^-	%N-NH_4^+	%N-NH_2^+	Utilización
Urea	46	-	-	46	Fondo y coberteras
N 32[(1)]	32	8	8	16	Coberteras de maíz
NA 33,5%	33,5	16,7	16,8	-	Cobert. de maíz y cereal
8-24-8	8	1,8	6,2	-	-
15-15-15	15	4	11	-	-
8-15-15	8	3	5	-	-
8-24-16	8	-	8	-	-
12-24-8	12	-	12	-	-
12-24-12	12	-	12	-	-
18-46-0	18	-	18	-	-
F1[(2)] **(10-26-26)**	10	-	10	-	Fondo de maíz y girasol
F2 (0-22,5-30)	-	-	-	-	Veza
F3 (9-23-30)	9	-	9	-	Fondo de maíz y girasol
F4 (13,5-24,5-15)	13,5	-	13,5	-	Fondo de maíz y cereal
F5 (12-30-20)	12	-	12	-	Fondo de maíz
F6 (7-17-17)	7	-	7	-	-
F7 (12-32-18)	12	-	12	-	-
F8 (9-23-23)	9	-	9	-	-
F9 (10-31-16)	10	-	10	-	-
F10 (5-20-20-Mg-S)	5	-	-	5	Alfalfa
F11 (5-17-17-Mg-S)	5	-	5	-	Alfalfa
F12 (20-8-14-Mg-S)	20	-	-	20	Olivo
F13 (17-17-17)	17	-	-	17	Fondo de maíz
BOY 15[(3)]	5	1	4	-	Alfalfa y frutales
Nitrofoska[(4)]	15	7	8	-	Frutales y hortícolas

(1) Se trata de un abono líquido empleado en las coberteras del maíz y aplicado directamente con el agua de riego.

(2) **F1** a **F13** son las mezclas que prepara la Cooperativa "Virgen de La Corona" con su riqueza en *N* y los cultivos para los que las recomienda.

(3) El BOY 15 es un abono orgánico con un 17% de materia orgánica cuyo contenido en *N* orgánico es despreciable frente al 5% de N mineral que contiene (Trébol, 1988)

(4) "Nitrofoska" es un abono de liberación lenta utilizado principalmente en frutales (Liñán, 1998)

El contenido en nitrógeno de los abonos orgánicos se tomó como 8,3 ‰ para el estiércol ovino, 3,4 ‰ para el bovino y 1,7% para la gallinaza (Guerrero, 1987).

Las fechas de aplicación del abonado se tomaban con la precisión que era capaz de aportar el encuestado, en el peor de los casos por quincenas, y a cada periodo dado como respuesta (quincenas, decenas o primeros o finales de mes) se le asignaba como día de aplicación el día central del mismo.

Con las respuestas correspondientes a cada aplicación de *N* a cada cultivo, en kg/ha, se calculaban el valor medio del *N* total y de cada forma de *N* aplicado: nítrico ($N\text{-}NO_3^-$), amoniacal ($N\text{-}NH_4^+$), ureico o amídico ($N\text{-}NH_2^+$) u orgánico, y el día medio de aplicación, así como sus errores estándar.

Se ha considerado que tanto el valor medio de *N* aplicado como la fecha de aplicación (considerada como el día juliano o día del año, o como el día del año hidrológico para que se trate de valores numéricos siempre en la misma escala) siguen una distribución *t* de Student con *n-1* grados de libertad, siendo *n* el número de respuestas para esa aplicación.

Para cada cultivo y cada aplicación de fertilizante se calculó la cantidad media de nitrógeno aplicada y su intervalo de confianza al 95%. La cantidad media de *N* aplicada se distribuyó en los días anteriores y posteriores al día medio de aplicación considerando que cada día dentro del intervalo de confianza del 99% en torno al día medio de aplicación se aplicaba la parte del *N* total correspondiente a la probabilidad de ese día y a ambos extremos se añadían los días necesarios para aplicar el *N* restante (el 1%) en dosis inferiores a la de los días extremos del intervalo.

Para cada cultivo se han sumado los valores diarios de las distribuciones anteriores para cada aplicación de fertilizante (para algunas fechas se producen solapamientos) y se ha obtenido un valor diario de *N* aplicado por hectárea de cultivo.

Cuando el número de respuestas para alguna aplicación a algún cultivo era insuficiente para determinar un intervalo de fechas de aplicación (como cuando hay sólo dos o tres respuestas en cultivos poco frecuentes, como frutales u hortalizas, y coinciden en la fecha de aplicación) se consideró arbitrariamente una desviación estándar de las respuestas de 15 días y un número de respuestas de 20. Para establecer el intervalo de confianza de la cantidad de *N* en las aplicaciones con un número muy bajo de respuestas se tomó también arbitrariamente un valor de $n = 20$, que sirve para suavizar los intervalos de confianza de la cantidad de *N* aplicado sin afectar a su distribución temporal. Se eligieron esos valores porque una desviación estándar de 15 días supone que los 2/3 de las aplicaciones se realizan durante un

mes en torno a la fecha consignada y 20 es un número que se encuentra dentro de la escala posible de parcelas dedicadas a cultivos minoritarios.

Los valores diarios de *N* aplicado a cada cultivo en kg/ha se multiplicaron por la superficie de cada cultivo en hectáreas para obtener la masa total de *N* aplicado cada día en el polígono en toneladas.

Las superficies ocupadas por cada cultivo en el regadío de la cuenca vertiente del punto D-14 presentadas en la Tabla 3.9 se han desglosado de la siguiente manera: la superficie de maíz se desglosó en maíz sobre alfalfa y maíz sobre maíz u otro cultivo distinto de alfalfa; la de cereal de invierno, en trigo y cebada y la de alfalfa, en alfalfa vieja o de nueva plantación. Para ello se tuvieron en cuenta los resultados de las encuestas de cultivos y los datos sobre cultivos del año anterior.

La superficie dedicada al maíz se desglosó en maíz sobre cultivo anterior de maíz y maíz sobre alfalfa teniendo en cuenta los porcentajes respectivos obtenidos en las encuestas realizadas a los agricultores durante los dos años. El 9% de la superficie de maíz encuestada en 1995 y el 13% de la de 1996 se cultivó el año anterior de alfalfa.

El cereal de invierno se distribuyó como trigo o cebada según el porcentaje de encuestas respondidas cada año como trigo o cebada, el 61% de las respuestas sobre cereal de invierno en 1995 y el 25% en 1996 fueron de trigo; se consideró el número de respuestas y no la superficie de las encuestas porque al haber muy pocas respuestas la presencia de una sola respuesta de gran superficie hubiera desviado mucho las proporciones.

En cuanto al modo de la siembra de la alfalfa se han utilizado los porcentajes obtenidos en las encuestas conjuntamente para los dos años, asumiendo que son resultados de un año medio. Así se consideró que un 31,6% se siembra sobre cultivo de trigo o cebada ya implantado, un 47,4% se siembra sola y un 21,0% se siembra con el cereal de invierno en octubre.

La alfalfa sembrada en un año se obtuvo como la diferencia entre la superficie de alfalfa del año y la superficie de alfalfa del año anterior descontada la superficie de maíz sembrada ese año sobre alfalfa. Este procedimiento supone despreciar la superficie de cereal de invierno o girasol que se siembre sobre alfalfa o sobre maíz y la superficie de esos cultivos que se dedique a alfalfa o maíz; pero los resultados son congruentes con el incremento en la

superficie de maíz de los dos años. Se ha despreciado la superficie sembrada de alfalfa en 1997 (que se sembraría en septiembre de 1996 y recibiría su abonado de presiembra en torno a agosto de 1996) porque la superficie de alfalfa se reduce de 1996 a 1997 (de 791,16 ha a 669,86 ha).

Dentro de la alfalfa de nueva plantación se consideró que se sembraron sobre cereal de invierno, con cereal de invierno o sola los mismos porcentajes de superficie que se siembran de cada manera en el conjunto de las respuestas de las encuestas. Para la cantidad total de nitrógeno aplicado tanto en la presiembra de la alfalfa sembrada sola, como antes de la plantación de los frutales, que se aplican en verano, se han considerado las superficies del año siguiente que son las que se van a fertilizar.

Para el caso de frutales de nueva plantación no se dispone de datos, únicamente un agricultor entrevistado en 1996 realizó una nueva plantación, por ello se ha tomado para el año 1996 una superficie de frutales de nueva plantación de 3,36 ha (diferencia entre las 50,54 ha de 1996 y las 47,17 ha de 1995) y de 0 ha en 1995.

En el secano del interior del polígono no se cultiva apenas el trigo, que sí se cultiva, en cambio, al norte del Canal de Monegros, en la Cuesta de Almudévar; esto se debe posiblemente a que los suelos de secano del polígono de riego se consideran peores (menos profundos y con mayores cantidades de yeso) que los de la Cuesta de Almudévar. Dentro del polígono, en secano, sí se cultiva el girasol, pero su superficie es escasa y no se ha podido determinar. Toda la superficie sembrada de secano, excepto los frutales, cuya superficie se conoce, se ha considerado sembrada de cebada. Por la gran superficie que ocupa, el cultivo de cebada es el que supone una mayor aportación de fertilizante nitrogenado dentro del secano

Las superficies utilizadas para el cómputo de la masa de nitrógeno aplicada en el regadío del polígono se presentan en la Tabla 3.14. Estas superficies no pueden considerarse sino como aproximaciones a las superficies reales. La pequeña diferencia entre el abonado del trigo y la cebada y entre el maíz sembrado sobre cultivo anterior de alfalfa o de maíz y las reducidas dosis de abono nitrogenado que se aplican a la alfalfa resta importancia a la precisión de estas estimaciones.

Tabla 3.14. Superficies de cultivo (ha) en la zona de regadío de la cuenca vertiente del Barranco de La Violada en el punto D-14 utilizadas para calcular el aporte de fertilizante nitrogenado durante los dos años de estudio.

Cultivo	1995	1996
Maíz total	1676,12	2000,50
cultivo anterior de maíz	*1523,58*	*1851,74*
cultivo anterior de alfalfa	*152,54*	*148,76*
Alfalfa total	838,17	854,25
de otros años	*801,49*	*689,83*
de nueva plantación	*36,68*	*164,43*
Trigo	410,52	96,67
Cebada	258,20	290,01
Girasol	215,04	195,67
Huerta	49,69	45,89
Frutal	47,17	50,54
Arroz	18,30	48,37
No cultivado	349,21	281,70
Superficie total	**3862,43**	**3863,63**

3.4.7. Nitrógeno aportado por fijación simbiótica

La fijación simbiótica del nitrógeno es una de las fuentes principales de *N* en los medios agrícolas, especialmente allí donde los cultivos de leguminosas ocupan una superficie importante. En la zona de estudio la alfalfa es el segundo cultivo en cuanto a superficie (del orden de 800 ha en los años 1995 y 1996), por lo que la fijación de *N* debida a la alfalfa constituye una fuente apreciable de entrada de *N* al sistema.

Según Domínguez (1984) la alfalfa y los tréboles pueden llegar a fijar más de 200 kg $N \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$; Papastilyanou (1988) encontró valores de 90 y 122 kg $N \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ fijados en cultivo de alfalfa en Chipre, en condiciones de aridez; Scheppers y Moisier (1991) dan para la alfalfa valores de *N* fijado entre 128 y 336 kg $N \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, Tate (1995) cita valores entre 65 y 335 kg $N \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ para varias leguminosas (entre ellas la alfalfa) y Kelner *et al.* (1997) en un estudio en Manitoba (Canadá) encontraron valores entre 174 kg $N \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ para alfalfa de primer año hasta 466 kg $N \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ para alfalfa de tercer año. A partir de estos valores, se ha tomado un valor de *N* fijado por la alfalfa de 200 kg $N \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ para nuestra zona de estudio.

3.4.8. Volatilización y desnitrificación

Las pérdidas de nitrógeno por volatilización y por desnitrificación no se han tenido en cuenta, por carecer de datos sobre los que basar una estimación fiable de las mismas. Las salidas de nitrógeno del sistema en forma gaseosa constituyen una de las mayores fuentes de error en los balances de nitrógeno (David *et al.*, 1997).

La volatilización (o amonificación) es la pérdida de nitrógeno en forma de NH_3 gaseoso. Se produce principalmente sobre el nitrógeno aportado como fertilizante amoniacal y la importancia de las pérdidas está en relación con la forma de aplicación del fertilizante o el estiércol. Las pérdidas por volatilización pueden representar hasta el 25% del nitrógeno aplicado en forma amoniacal (Tate, 1995). También las pérdidas de nitrógeno en forma amoniacal directamente desde las plantas pueden ser importantes en las fases finales del cultivo (Francis *et al.*, 1993; Sharpe y Harper, 1997).

Las pérdidas de nitrógeno por desnitrificación pueden ser importantes en un entorno donde domina el riego por superficie, pues cada vez que se riega una parcela el suelo queda por encima de capacidad de campo, incluso saturado durante algún tiempo, lo cual favorece la desnitrificación (Lowrance, 1992; Tindall *et al.*, 1995).

Como en este trabajo sólo se han pretendido estimar las entradas y salidas brutas de nitrógeno del sistema, no se considera como una aportación de nitrógeno la nitrificación (la transformación del nitrógeno orgánico del suelo en nitrógeno amoniacal primero y nítrico finalmente, que es susceptible de ser lavado por el agua de percolación) porque son transformaciones que se producen dentro de la masa total de nitrógeno del sistema. El proceso inverso de fijación del nitrógeno mineral como nitrógeno orgánico por los microorganismos del suelo, la inmovilización, tampoco se considera como una salida de nitrógeno del sistema.

3.4.9. Masa de nitrógeno exportada a través de la red de drenaje.

En las muestras de agua tomadas en D-14 se determinó la concentración de nitrato pero no se determinaron otras formas de *N* debido a que tanto el nitrito (NO_2^-) como el amonio (NH_4^+) suelen estar presentes en valores mucho menores en las aguas de drenaje y en las aguas naturales. Lowrance (1992) encontró que el 97% del *N* exportado por los drenes subterráneos de una cuenca agrícola de tamaño 0,34 ha se encontraba en forma de NO_3^- y que en el agua de escorrentía superficial de esa cuenca el 60% del *N* exportado se encontraba en

forma de *N* orgánico, frente al 29% en forma de NO_3^- y el 11% como NH_4^+. Dadas las características de nuestra zona regable (riego por inundación de parcelas niveladas y con presencia de drenes enterrados) se puede suponer que la mayor parte del *N* exportado se encontrará en forma de NO_3^-, sobre todo durante la campaña de riego, en verano, cuando las precipitaciones son menores y se produce menos escorrentía superficial. También Bende (1997) encontró que el 93% del nitrógeno exportado por las aguas superficiales de una cuenca de tamaño similar a la del Barranco de La Violada (216 km^2) y con dedicación agrícola y forestal se encontraba en forma de NO_3^-.

Mayor importancia puede tener el *N* orgánico en invierno que es cuando las aguas bajan más turbias, con más cantidad de sólidos en suspensión procedentes posiblemente en su mayor parte de las zonas de secano exteriores del polígono, donde se genera más escorrentía superficial (en el secano el terreno no está nivelado) susceptible de provocar erosión y arrastrar partículas orgánicas con *N*. Puesto que ese *N* procede fundamentalmente del exterior del polígono y sólo transita por él, no supone un error de balance el no tenerlo en cuenta. Por otro lado, es el *N* generado en el regadío el que nos interesa.

La masa de $N\text{-}NO_3^-$ exportado a través del Barranco de La Violada en el punto D-14 (de 0 a 0 horas) se calculó diariamente como el producto del caudal medio diario (de 0 a 0 horas) por la concentración media de $N\text{-}NO_3^-$ y el factor de conversión adecuado para obtener el resultado en Mg/día.

Para estimar la concentración media diaria de nitrato 1) cuando se disponía de dos medidas diarias (en la mayoría de los días de la campaña de riego de 1995) se tomó la media de las dos, 2) cuando sólo se disponía de un único valor (como en la campaña de riego del 96 y el periodo entre riegos) se tomó ese valor. Fuera de la campaña de riegos el caudal no se ve afectado por las oscilaciones diarias propias de los retornos de las acequias y la hora de muestreo no introduce un error sistemático en el valor de la concentración de nitrato, por lo que en algunas ocasiones la hora de muestreo fue diferente. Los caudales medios diarios y las concentraciones de nitrato estimadas empleadas en el cálculo de la masa exportada se presentan en el Anejo 6.

Los valores perdidos de concentración de NO_3^- por mal funcionamiento del tomamuestras fueron muchos. Dentro de las campañas de riego, los valores perdidos se estimaron interpolando entre el valor anterior y el posterior.

Fuera de la campaña de riegos estos valores se estimaron como media de las concentraciones de NO_3^- del caudal base y del agua superficial ponderadas por sus volúmenes respectivos. En 1995-96 para la obtención del caudal base de 0 horas a 0 horas se promediaron los caudales base (interpolados cada dos horas) obtenidos por descomposición del hidrograma en ese periodo de tiempo. Para la temporada de octubre de 1994 a abril de 1995, se utilizaron los caudales medios diarios. El volumen de agua superficial se obtuvo por diferencia entre el caudal medio diario y el caudal base.

Del estudio más detallado de las relaciones entre caudal y concentración de NO_3^- durante la campaña de riego del año 95 (apartado 4.1.2.1) se concluyó que la estimación de la masa de NO_3^- exportada como producto de la concentración puntual (medida a las 10 horas, las 12 horas o las 0 horas) por el caudal medio diario podía estar apreciablemente sesgado.

Para intentar conocer este sesgo se utilizaron los datos de las muestras obtenidas cada dos horas durante nueve periodos de dos días (de 12 de la mañana del primer día a las 10 de la mañana del tercer día) en la campaña de riego de 1995. Para cada uno de los nueve periodos se seleccionó el periodo que va de las 0 horas del segundo día a las 0 horas del día siguiente, y se calculó la masa de $N\text{-}NO_3^-$ exportada mediante la integración de los productos de concentración y caudal instantáneos por la regla de Simpson. Esta es la forma más precisa disponible de estimar la masa exportada y se tomó como masa de referencia.

La masa de *N* exportada por la red de drenaje calculada con las muestras instantáneas no resultó ser significativamente distinta de la masa de referencia, como se detalla en el apartado 4.1.2.2, por lo que las masas estimadas como producto de una concentración instantánea (o media de dos) por un caudal medio diario no fueron corregidas según la hora de muestreo.

3.4.10. Nitrógeno extraído por los cultivos

Los rendimientos obtenidos para los principales cultivos implantados en el polígono se obtuvieron en 1995 mediante conversaciones con agricultores cualificados y para la campaña de 1996 se preguntó directamente a los agricultores por los rendimientos durante la realización de la encuesta de abonado.

Los contenidos en *N* de los diferentes productos cosechados se han tomado de la literatura (Domínguez, 1984). Los valores se especifican en la Tabla 3.15. La masa total de *N*

extraída por cada cultivo se obtiene del producto de las superficies de cada cultivo (ha) por su rendimiento medio (kg/ha) y por el contenido en *N* (kg *N*/Mg materia cosechada).

Tabla 3.15. Contenido de nitrógeno en los productos cosechados en la zona de estudio.

Cultivo	*kg N/Mg materia cosechada*[1]
Maíz	16
Alfalfa	27,5
Girasol	30
Trigo	20
Cebada	16
Arroz	14
Frutales[2]	60
Pimiento	4,6

Fuente: Domínguez, 1984

[1] Se trata en el caso del maíz de grano seco al 14%, en el de la alfalfa, de forraje seco al 20%, y en los demás productos de la cosecha a su humedad natural.

[2] Es un valor medio de extracción en kg N/ha obtenido de ponderar las extracciones de manzano, olivo y almendro.

No se considera en el balance la cantidad de *N* contenida en los residuos de cosecha porque como se ha explica anteriormente (apartado 2.5) lo más usual en el polígono es incorporar los residuos de cosecha al suelo.

3.5. Masa de sales exportada por la red de drenaje

La masa de sales exportada por el Barranco de La Violada en el punto D-14 se obtuvo como el producto de la concentración salina diaria (sólidos disueltos totales, *SDT* en mg/L) por el caudal medio diario (m^3/s) y el factor de corrección necesario.

Para determinar los valores de *SDT* se obtuvo la relación entre la *CE* y los *SDT* en el punto D-14 sobre un total de cuarenta y siete muestras de agua tomadas entre mayo y diciembre de 1997. Las muestras se tomaron tanto en temporada de riego como de no riego y se eligieron sobre todo el intervalo de *CE* medidas. La relación obtenida, que se utilizó para convertir los valores diarios de *CE* a *SDT*, fue la siguiente:

$$SDT\,(mg/L) = -488{,}555 + 1175{,}56\ CE\,(dS/m) \qquad r^2 = 0{,}955$$

Al contrario que ocurre con el cálculo de la masa de nitrógeno exportada, las masas medias diarias exportadas durante la campaña de riego son diferentes de las estimas obtenidas como producto de una concentración instantánea por el caudal medio diario, y la diferencia depende de la hora de muestreo. Siguiendo la misma metodología que en el caso del nitrato se obtuvieron las ecuaciones de regresión entre las masas estimadas como la suma de los productos cada dos horas de *SDT* y caudal (*Q*) (masa de referencia) y las masas estimadas como producto del caudal medio diario por la concentración instantánea a las 0, las 10 y las 12 horas; así como la media de las 0 y las 12 horas (Tabla 3.16).

Tabla 3.16. Parámetros estimados de la regresión lineal ($Y = a + b\,X$) entre la masa diaria de sales de referencia y la masa obtenida como producto del caudal medio diario y los *SDT* instantáneos calculados a partir de las *CE* medidas a las 0 h, 10 h, 12 h y la media de las 0h y las 12 h (Mg/d), *s* es el error estándar de la estima.

	Masa de sales (Mg/d)			
Hora de muestreo	a[1]	b[2]	r^2	s
12	845,862	1,017	0,977	13,467
0	-2313,750	0,953	0,989	9,398
10	223,032	1,004	0,989	9,411
12 y 0	-253,291	0,995	0,994	6,902

[1] Ninguno de los valores de la ordenada en el origen *a* son significativamente distintos de cero ($p > 0{,}05$).

[2] Todas las regresiones son significativas ($p < 0{,}05$).

Los valores de masa exportada diaria calculados como el producto *SDT Q* (y por el factor de conversión de unidades) se corrigieron según la hora de recogida de la muestra o muestras con que se habían estimado mediante las ecuaciones de la Tabla 3.16. Los valores de *SDT* se obtuvieron a partir de la *CE* mediante la ecuación de regresión obtenida entre las dos variables. Los valores diarios de *SDT* y *CE* empleados en el cálculo de la masa de sales se presentan en el Anejo 6.

Durante las campañas de riego los valores perdidos de *CE* se estimaron por interpolación entre los valores inmediatamente anteriores y posteriores. Fuera de la campaña de riegos se estimaron a partir de la descomposición del hidrograma del mismo modo que se procedió con la concentración de nitrato.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Calidad de las aguas de drenaje del Polígono de La Violada

4.1.1. Calidad de las aguas de los desagües secundarios

En total se dispone de datos de 28 desagües secundarios independientes que se muestrearon en treinta y seis ocasiones durante los años hidrológicos 1995 y 1996. Se dispone también de datos de tres desagües en la zona de Pocico, D-31, D-33 y D-35 (Plano 2) que vierten sus aguas en un punto anterior al del muestro del desagüe D-4. En el Anejo 3 se presenta el listado de estos desagües con las fechas de muestreo y los valores medidos de *CE* y concentración de los aniones sulfato, cloruro y nitrato.

Se han estudiado desagües que son independientes, en el sentido de que ninguno de ellos recibe agua de los demás, sino que todos ellos drenan zonas diferentes, para que los resultados que se obtienen de un desagüe no estén afectados por los demás desagües. De este modo se pueden tener conclusiones independientes sobre el comportamiento de los desagües, sin considerar varias veces el contenido salino o de nitrato de un mismo desagüe al considerar el suyo propio y el de otro de mayor orden al que vierte.

En los primeros muestreos no se tomaron muestras de todos los desagües sino que la red muestreada fue ampliándose en los sucesivos recorridos por la zona regable, por eso el número de muestras recogido en cada desagüe es diferente; además es frecuente que algunos desagües se encuentren secos, especialmente fuera de la campaña de riegos.

De los desagües estudiados, tres corresponden a los barrancos que proceden del exterior del polígono; estos desagües recogen además las aguas de los aliviaderos del Canal de Monegros que durante la campaña de riegos pueden constituir una fuente permanente de agua por el mal cierre de las tajaderas. Las muestras que corresponden a estos drenes llevan los nombres de D-2 (Barranco de Las Pilas), I-1 (Barranco de Valdepozos) e I-5 (Barranco del Azud).

También son singulares los desagües que recogen las aguas residuales de los pueblos de la zona: las aguas de Valsalada vierten al desagüe D-3, las de Artasona al I-10, las de San Jorge al D-17 y las de Almudévar al Barranco de Valdepozos (I-5).

La Tabla 4.1 resume los resultados de los análisis efectuados sobre los desagües secundarios en campaña de riego, fuera de la campaña de riego y en el conjunto de los años estudiados.

Tabla 4.1. Desagües secundarios. Valores medios, mínimos y máximos y desviación estándar de la *CE* y las concentraciones de cloruro, sulfato y nitrato durante la campaña de riego, en la estación de no riego y en el conjunto del periodo de estudio en los desagües que no reciben aportes directos del Canal de Monegros.

Campaña de riego				
	***CE* (dS/m)**	***Cl*⁻ (mmol$_c$/L)**	***SO$_4^{2-}$* (mmol$_c$/L)**	***NO$_3^-$* (mg/L)**
Media	***2,39***	1,1	26,2	***39,6***
Desviación estándar	***0,52***	0,4	9,5	***25,4***
Mínimo	***0,50***	0,2	2,1	***1,7***
Máximo	***3,38***	3,9	55,9	***190,5***
Núm. Observaciones	***566***	553	432	***562***
Estación de no riego				
	***CE* (dS/m)**	***Cl*⁻ (mmol$_c$/L)**	***SO$_4^{2-}$* (mmol$_c$/L)**	***NO$_3^-$* (mg/L)**
Media	***2,55***	1,3	27,3	***38,3***
Desviación estándar	***0,59***	0,7	11,5	***26,7***
Mínimo	***0,92***	0,3	2,0	***0***
Máximo	***3,77***	4,5	55,3	***236,3***
Núm. Observaciones	***224***	220	147	***220***
Todas las observaciones				
	***CE* (dS/m)**	***Cl*⁻ (mmol$_c$/L)**	***SO$_4^{2-}$* (mmol$_c$/L)**	***NO$_3^-$* (mg/L)**
Media	***2,44***	1,1	26,5	***39,2***
Desviación estándar	***0,54***	0,5	10,1	***25,7***
Mínimo	***0,50***	0,2	2,1	***0***
Máximo	***3,77***	4,5	55,9	***236,3***
Núm. Observaciones	***790***	773	579	***782***

El histograma de frecuencias de la salinidad (caracterizada por la *CE*) es muy distinto del de la concentración de nitrato. Así, la distribución de la *CE* en los periodos de riego, no riego y para el año hidrológico es asimétrica con una cola hacia la izquierda (es decir, dominan los valores altos y se presentan en menor proporción los valores bajos pero más alejados de la media) mientras que la distribución de la concentración de nitrato es asimétrica

con la cola hacia la derecha. La Figura 4.1 ilustra este comportamiento diferente para el conjunto de muestras tomadas en los años hidrológicos 1995 y 1996.

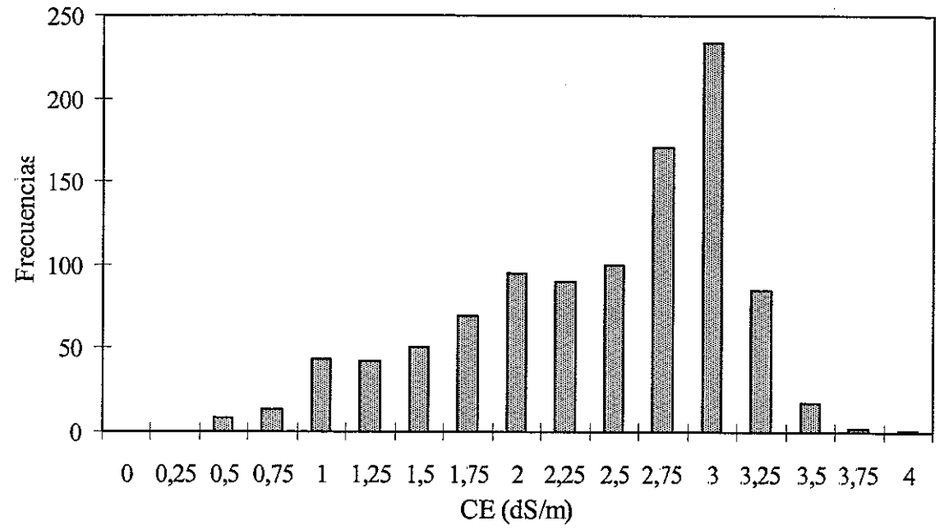


Figura 4.1. Desagües secundarios. Histograma de frecuencias de la conductividad eléctrica (*CE*, dS/m) y de la concentración de nitrato (mg/L) medidos en el conjunto de muestras de agua recogidas en los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Este hecho se explica porque, en general, las aguas de percolación están saturadas o próximas a la saturación con el yeso, lo que hace que la *CE* medida en las aguas de los

desagües sea relativamente constante (prácticamente el 60% de los valores se sitúan entre 2 y 3 dS/m), excepto en aquellos episodios ocasionales donde disminuye debido a su dilución por las aguas menos salinas provenientes del Canal de Monegros o de la escorrentía directa.

Por el contrario, las concentraciones de nitrato son relativamente constantes y de valores bajos (el 77 % de las muestras tienen un contenido en nitrato inferior a 50 mg/L), y solo esporádicamente se observan muestras de agua con concentraciones más elevadas, que pueden alcanzar hasta los 200 mg/L en aquellos desagües que reciben cantidades significativas de aguas residuales urbanas.

El desagüe D-17 que recibe el agua de San Jorge no presenta valores tan altos de nitrato como los desagües D-3 e I-10 (de Valsalada y Artasona, respectivamente) probablemente porque el caudal que circula por él es mucho mayor y se ve menos afectado por los vertidos urbanos. En cuanto al desagüe I-5 que recibe los vertidos de Almudévar, mucho mayores que los de sus pedanías, éstos se ven muy diluidos por el agua del Canal de Monegros vertida intencionadamente por la C.H.E. con ese propósito, hasta el punto de que I-5 presenta unos valores bastante bajos con relación a otros desagües. Merece señalarse, sin embargo, que el Barranco del Azud, aguas arriba del punto I-5 y cerca de su paso bajo el Canal de Monegros, presenta un aspecto sucio y olores muy fuertes, especialmente en verano, como consecuencia de dichos vertidos.

Para el conjunto de las observaciones de todos los desagües, tanto en riego como en no riego, se presenta una clara correlación entre la *CE* y la concentración de sulfato, mientras que la concentración de nitrato está más ligada a la de cloruro, como se aprecia en la matriz de correlaciones de la Tabla 4.2.

Las Figuras 4.2 y 4.3 presentan la concentración de sulfato frente a la *CE* y la concentración de nitrato frente a la de cloruro para el conjunto de las observaciones. Se puede apreciar como los valores más bajos de *CE* y sulfato se presentan para los desagües que vienen del exterior del polígono y reciben aportes del Canal de Monegros, mientras que los mayores valores de nitrato (y también bastantes de los valores nulos de nitrato) se dan con frecuencia en los desagües que reciben aguas residuales urbanas.

Tabla 4.2. Desagües secundarios. Matriz de correlaciones entre la *CE* y las concentraciones de cloruro, sulfato y nitrato medidas en el conjunto de observaciones de los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96. Entre paréntesis se da el número de observaciones.

	CE	**Cloruro**	**Sulfato**	**Nitrato**
CE	1[(1)] (1019)	0,1572 (997)	**0,8663** (776)	0,2258 (1005)
Cloruro		1 (1001)	0,1520 (775)	**0,4245** (994)
Sulfato			1 (780)	0,2320 (779)
Nitrato				1 (1009)

[(1)] Todos los coeficientes de correlación son significativos ($p < 0,001$).

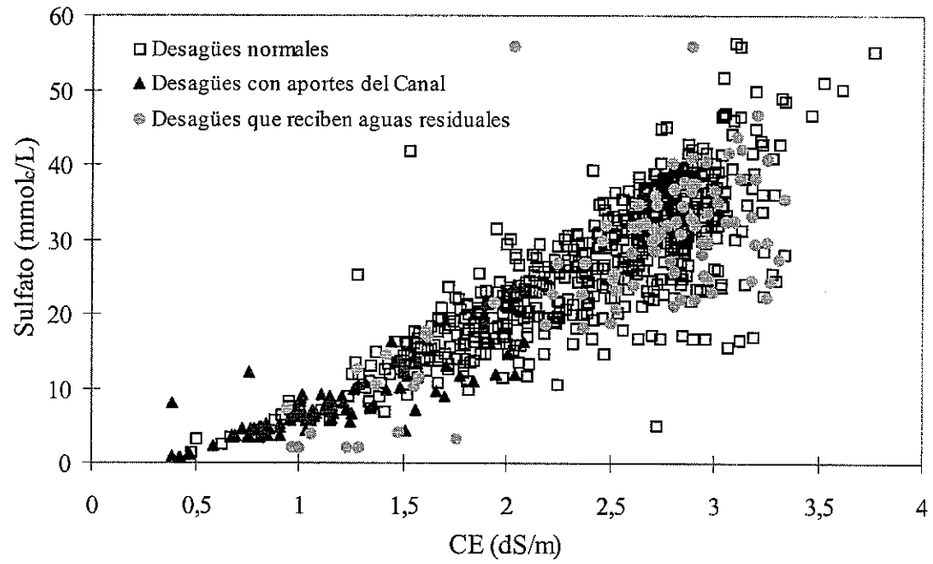


Figura 4.2. Desagües secundarios. Relación entre la conductividad eléctrica (*CE*, dS/m) y la concentración de sulfato ($mmol_c/L$) para el conjunto de muestras de agua de los años 1994-95 y 1995-96.

Las concentraciones medias de cloruro, sulfato y nitrato junto con la *CE* de cada desagüe durante cada campaña de riego y en los periodos de no riego se presentan en la Tabla 4.3. Los valores más bajos de *CE* y también de concentración de sulfato corresponden a

los desagües que reciben aportes directos del Canal de Monegros (D-2, I-1 e I-5), que son muy inferiores a los de los demás desagües.

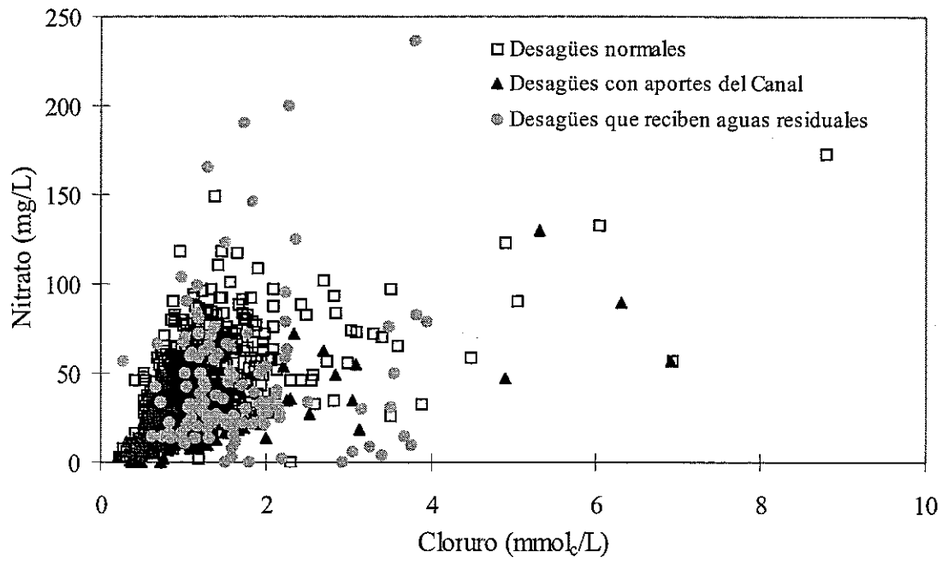


Figura 4.3. Desagües secundarios. Relación entre la concentración de nitrato (mg/L) y de cloruro (mmol$_c$/L) para el conjunto de muestras de agua de los años 1994-95 y 1995-96.

El mayor contenido en cloruro lo presenta el desagüe D-3, que recoge los vertidos de Valsalada; este hecho ya fue señalado por Torres (1983) para el sodio (máximo en los desagües D-3 y D-17) quien lo atribuyó a la presencia de núcleos urbanos, aunque también puede deberse a una mayor presencia de materiales salinos en la zona.

El desagüe D-2 presenta una *CE* y concentración de cloruro y sulfato en general más baja durante la campaña de riego de 1995 que en la de 1996; el desagüe I-5 presenta este mismo comportamiento aunque de modo menos acusado. Este hecho puede deberse a que en estos dos azarbes se libere más agua directamente del canal durante la campaña de 1995 que en la de 1996, lo que además concordaría con el mayor volumen de agua de drenaje medido en la campaña de 1995 en el punto D-14 del Barranco de La Violada. Tal como se analizará más adelante, este aporte de agua, que no está registrado específicamente por el personal de la Confederación Hidrográfica del Ebro en Tardienta, explicaría asimismo, al menos en parte, el hecho de que en la campaña de riegos de 1995 las salidas de agua superen a las entradas

En resumen, la *CE* de las muestras tomadas en los desagües secundarios del polígono se mantiene bastante estable, con un valor medio de 2,44 dS/m, y está dominada por el ion sulfato, debido a la abundancia de yeso en el polígono. Las concentraciones de nitrato son generalmente bajas, inferiores al límite de 50 mg/L, aunque ocasionalmente se dan valores altos de hasta 200 mg/L. Existen diferencias entre las características de algunos desagües que se analizan en el apartado siguiente.

Tabla 4.3. Desagües secundarios. Valores medios de la conductividad eléctrica (*CE*, dS/m) y de las concentraciones de cloruro y sulfato (mmol$_c$/L) y nitrato (mg/L) de cada desagüe secundario estudiado durante las campañas de riego y las estaciones de no riego de los años 1994-95 y 1995-96.

	Campaña de riego 1995				Campaña de riego 1996			
Desagüe	***CE*** **dS/m**	***Cl*** **mmol$_c$/L**	***SO_4^{2-}*** **mmol$_c$/L**	***NO_3^-*** **mg/L**	***CE*** **dS/m**	***Cl*** **mmol$_c$/L**	***SO_4^{2-}*** **mmol$_c$/L**	***NO_3^-*** **mg/L**
D-2[1]	*0,98*	*0,60*	*7,30*	*20,93*	*1,48*	*1,23*	*10,74*	*35,96*
D-3[2]	2,43	1,49	22,28	54,11	2,30	1,98	25,01	44,38
D-4	2,11	0,92	22,85	34,11	2,06	1,19	20,51	41,29
D-5	2,33	1,33	22,91	49,87	2,16	1,78	22,51	50,71
D-17[2]	2,55	1,21	27,99	24,16	2,57	1,43	29,02	25,28
D-18	1,91	1,12	18,43	58,17	1,67	1,19	16,29	43,01
D-19	1,76	0,92	16,52	41,79	1,88	1,22	18,49	43,08
D-20	2,49	0,78	29,31	37,64	2,73	1,04	30,42	47,13
D-21	2,93	1,09	37,03	27,22	3,01	1,22	31,27	44,12
D-22	2,79	0,99	34,97	54,46	2,90	1,18	30,12	61,56
D-23	2,74	0,89	31,78	55,63	2,78	1,05	33,14	56,18
D-24	2,54	0,72	28,89	15,09	2,73	0,98	31,47	35,02
D-25	2,59	0,90	29,39	23,73	2,73	1,30	30,98	23,39
D-26	2,67	1,06	32,01	27,15	2,84	1,48	34,34	33,99
D-27	2,68	0,79	31,87	10,50	2,77	1,18	34,10	30,62
D-28	2,66	0,69	30,33	15,20	2,68	1,13	32,64	33,78
D-29	2,46	0,81	30,74	19,78	2,84	1,17	36,16	24,32
D-32	2,02	0,75	19,62	56,46	1,92	0,78	18,38	39,79
D-34	2,65	0,66	27,37	37,26	2,57	0,90	28,64	29,60
I-1[1]	*1,11*	*1,01*	*7,21*	*14,15*	*1,12*	*1,32*	*6,53*	*15,84*
I-2	2,31	0,92	26,28	18,73	2,39	1,02	25,12	33,40
I-3	1,73	0,62	17,12	19,45	1,79	0,82	18,28	23,63
I-4	2,45	1,24	26,10	56,06	2,73	1,57	30,87	53,50
I-5[1] [2]	*0,80*	*0,71*	*3,83*	*16,96*	*1,08*	*1,25*	*6,72*	*20,98*
I-6	2,06	1,12	19,53	38,39	1,98	1,21	20,05	33,77
I-7	1,86	0,87	17,46	53,00	1,67	1,04	15,79	52,32
I-8	2,44	0,92	28,35	45,81	2,01	0,97	20,22	44,56
I-10[2]	2,82	1,09	33,13	77,13	2,76	1,48	30,62	64,80

Desagüe	Periodo de no riego 1995 CE dS/m	Cl⁻ mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L	Periodo de no riego 1996 CE dS/m	Cl⁻ mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L
D-2[(1)]	*0,83*	*1,27*	*6,05*	*15,33*	*1,15*	*1,19*	*8,05*	*31,80*
D-3[(2)]	1,30	3,27	2,91	93,98	2,15	2,03	26,19	20,13
D-4	2,13	1,61	24,15	33,59	2,41	1,13	23,52	33,53
D-5	2,47	1,68	28,81	48,39	2,58	1,89	18,81	58,75
D-17[(2)]	3,15	2,03	42,15	29,83	3,18	1,43	28,47	23,37
D-18	2,89	1,44	36,43	70,21	2,80	1,39	21,79	54,71
D-19	1,60	1,34	14,70	39,28	1,93	1,99	11,61	58,37
D-20	2,69	1,06	34,93	19,10	2,73	0,69	23,54	23,52
D-21	3,50	1,61	50,08	37,52	3,11	0,91	26,56	17,73
D-22	-	-	-	-	3,25	1,23	31,15	68,04
D-23	2,84	1,11	37,65	51,66	2,96	1,00	29,55	41,84
D-24	-	-	-	-	2,89	0,85	25,45	17,32
D-25	-	-	-	-	2,67	0,65	-	10,13
D-26	-	-	-	-	2,83	1,00	-	16,59
D-27	-	-	-	-	2,74	0,75	17,25	8,36
D-28	-	-	-	-	2,63	0,66	16,72	9,59
D-29	2,90	1,28	39,31	21,61	3,00	0,96	33,71	21,00
D-32	2,45	1,04	29,66	70,13	2,57	0,90	24,13	47,16
D-34	-	-	-	-	2,71	0,76	30,86	24,72
I-1[(1)]	*1,08*	*1,30*	*8,43*	*15,34*	*1,39*	*1,27*	*14,60*	*16,07*
I-2	2,83	2,05	37,79	35,79	3,01	1,11	23,30	21,04
I-3	1,57	0,90	15,52	12,30	2,36	0,94	16,79	16,08
I-4	2,91	1,97	36,46	77,57	2,89	1,73	26,20	51,56
I-5[(1) (2)]	*0,79*	*0,64*	*3,12*	*10,20*	*1,14*	*1,22*	*9,88*	*26,48*
I-6	1,88	0,78	21,71	26,40	2,09	1,22	21,69	44,93
I-7	1,56	0,94	13,65	50,04	1,71	0,85	14,99	47,45
I-8	2,26	0,97	26,23	39,28	2,84	0,99	26,63	46,02
I-10[(2)]	2,69	0,99	34,06	66,11	3,03	1,36	28,92	49,56

[(1)] Desagües que reciben aportes directos del Canal de Monegros (en cursiva).
[(2)] Desagües que reciben aguas residuales urbanas.

4.1.1.1. Clasificación de los desagües secundarios del polígono

Se ha realizado una clasificación de los 28 desagües secundarios independientes en las estaciones de riego y de no riego de los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96 para identificar zonas del polígono con aguas de drenaje de características químicas similares. Como variables se eligieron la *CE* media y las concentraciones medias de cloruro, sulfato y nitrato en cada desagüe. En la Tabla 4.4 se presenta la matriz de correlación entre las variables utilizadas.

Tabla 4.4. Desagües secundarios. Matriz de correlación entre la *CE* y la concentración de cloruro, sulfato y nitrato en las campañas de riego y en las estaciones de no riego de los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

	Campaña de riego CE	Cl⁻	SO_4^{2-}	NO_3^-	Temporada de no riego CE	Cl⁻	SO_4^{2-}	NO_3^-
CE	1	0,1928	0,9908*	0,2547	1	-0,2184	0,9729*	0,0905
Cl⁻		1	0,1216	0,3653		1	-0,2481	0,3720
SO_4^{2-}			1	0,1817			1	0,0259
NO_3^-				1				1

* Coeficiente de correlación significativo ($p < 0,05$).

Se calcularon las componentes principales sobre las veintiocho observaciones (los veintiocho desagües considerados) de las cuatro variables (*CE*, Cl^-, $SO_4^{=}$ y NO_3^-) estandarizadas para la estación de riego y no riego separadamente. La proyección de las variables sobre los ejes principales (Tabla 4.5) no resulta diferente en esencia en ambas estaciones. En la estación de no riego la primera componente está ligada a la salinidad global (*CE*) o la cantidad de sulfato, anión dominante, y en menor medida y con el mismo signo con el Cl^- y el NO_3^-, mientras la segunda se relaciona por igual con la concentración de cloruro y la de nitrato.

Tabla 4.5. Desagües secundarios. Coordenadas de las variables utilizadas en la clasificación (*CE* y concentración de cloruro, sulfato y nitrato), sobre los dos primeros ejes principales y varianza explicada por cada componente principal.

	Riego Eje 1	Eje 2	No riego Eje 1	Eje 2	Total Eje 1	Eje 2
CE	**0,9571**	-0,2839	**0,9089**	0,3524	**0,9732**	-0,2186
Cl⁻	*0,4040*	**0,7338**	0,2398	**-0,8660**	0,2511	**0,8141**
SO_4^{2-}	**0,9276**	-0,3688	**0,9387**	0,2639	**0,9479**	-0,3075
NO_3^-	*0,4790*	**0,6627**	*0,4812*	**-0,7488**	0,4127	**0,7263**
Varianza explicada	2,169 54,2 %	1,194 29,9 %	2,021 50,5 %	1,446 36,2 %	2,079 52,0 %	1,332 33,3 %

Durante la campaña de riegos estas relaciones se mantienen, pero el cloruro pasa a relacionarse algo más estrechamente con la primera componente; lo que corrobora una relación directa entre las cuatro variables durante la campaña de riego.

La clasificación de los desagües se ha realizado sobre las primeras dos componentes principales utilizando la distancia euclidiana entre las observaciones y el criterio de agregación de la mínima distancia media entre clases (Júdez, 1989). Se ha renunciado a utilizar la tercera componente, que permitiría separar tanto en riego como en no riego los desagües con comportamiento distinto de la concentración de cloruro y nitrato (en los dos casos la correlación de las variables con los ejes son altas y de signo contrario) porque su uso conducía a la aparición de una sola clase que incluía gran número de observaciones, es decir, no permitía separar los desagües.

Las clasificaciones, al igual que el peso de cada variable sobre las componentes principales, resulta diferente para la campaña de riegos que para la estación de no riego (Figura 4.4).

Tanto en la clasificación sobre los datos de campaña de riego como sobre el periodo de no riego se forma un grupo con los tres desagües que reciben aportes directos del Canal de Monegros (D-2, I-1 e I-5) caracterizado por tener los valores mínimos de salinidad global (*CE* y SO_4^{2-}, primera componente) y valores próximos a cero de la segunda componente. En los dos periodos estos desagües se caracterizan por valores bajos de todas las variables observadas, lo que permite afirmar que se produce una dilución importante de las aguas de estos desagües por los aportes del Canal de Monegros. También el desagüe I-3, que tiene su origen en la cola de la acequia Q-2.1, muestra una acusada dilución en verano, con valores bajos también de la concentración de Cl^- y NO_3^- (componente 2), y forma un grupo aparte.

Durante la campaña de riego también se agrupan una serie de desagües de la zona central y *N* del polígono: D-4, D-18, D-19, D-32, I-6 e I-7. Algunos de ellos tienen su cabecera en zonas más o menos altas (D-4, I-7) o bien claramente de sasos (D-19, I-6); mientras otros drenan íntegramente zonas interiores del polígono (D-18 y D-32).

Los desagües D-3 y D-5 de la zona de Valsalada y los I-4 e I-10 de la parte central del Barranco de Artasona forman durante la estación de riego dos grupos caracterizados por sus valores altos en las dos componentes: D-3 y D-5 tienen valores medios de sulfato en torno a

22 meq/L y una *CE* media de 2,3 dS/m (componente 1) pero presentan los valores más altos de Cl^- (superiores a 1,5 $mmol_c/L$). I-4 e I-10 se caracterizan por un valor de cloruro en torno a 1,5 $mmol_c/L$ (más alto en 1996 que en 1995), unos de los valores más altos de la concentración de nitrato de todos los desagües y un nivel relativamente alto de sulfato.

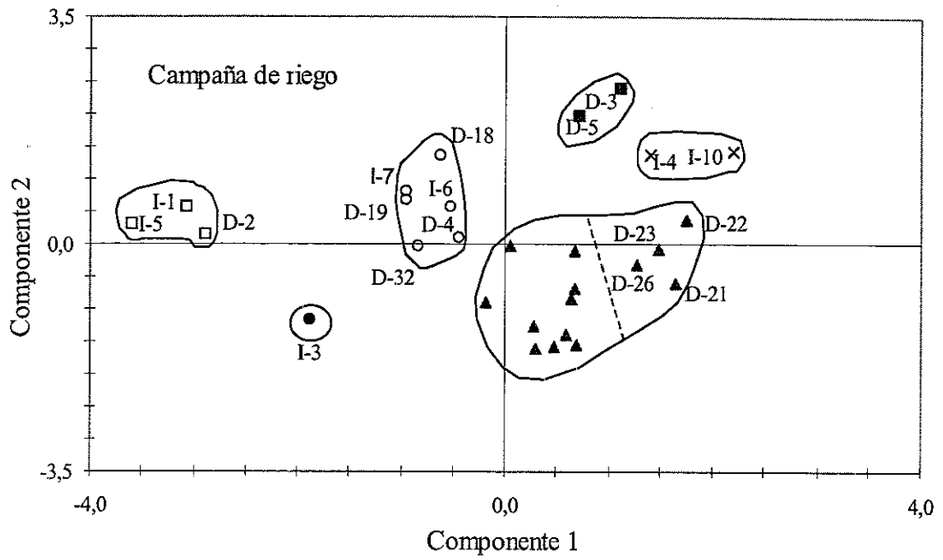


Figura 4.4. Desagües secundarios. Clasificación de los desagües en campaña de riegos y en periodo de no riego sobre las dos primeras componentes principales obtenidas con los valores medios de las variables *CE*, Cl^-, SO_4^{2-} y NO_3^-.

El grupo principal durante la temporada de riego se caracteriza por valores altos en la 1ª componente (sulfato) y más bien bajos en la 2ª (cloruro) Se trata de los desagües de la zona de la Acequia de La Violada (del D-20 al D-29 y el D-34), el I-2 y el D-17, que proceden de Artasona y el I-8, justo en el centro del polígono.

En la estación de no riego, además de formar grupo propio los desagües que reciben aportes del Canal de Monegros (D-2, I-1 e I-5), el desagüe D-3 forma también un grupo aislado, presentando el valor mínimo de la 2ª componente, debido a la alta concentración de Cl^- que presenta en 1995. En la estación de no riego son los desagües de la zona de la Acequia de La Violada los que presentan mayores valores de la 2ª componente (ligada al Cl^- y al NO_3^- con signo negativo, es decir, son desagües con valores bajos de Cl^- y NO_3^-) dando dos grupos independientes (D-21 y D-29 por un lado y D-20, D-24 y D-34 por el otro) además de que los dos puntos con mayor valor del grupo principal corresponden también a esta zona (D-27 y D-28). Desagües como D-5, I-4 (que ahora forman un grupo propio) e I-10 que en riego tenían valores altos de las dos componentes, mantienen valores altos de la 1ª componente (*CE* y SO_4^{2-}) pero pasan a tener valores bajos de la segunda componente (Cl^- y NO_3^-) es decir, mantienen valores altos de todas las variables.

En general, los desagües mantienen sus valores relativos de la componente 1 en estación de no riego y en campaña de riego (excepto los desagües D-27 y D-28, que disminuyen de riego a no riego, indicando que disminuye apreciablemente su contenido en SO_4^{2-}).

La clasificación de los desagües realizada con los datos de las campañas de riego se resumen en la Tabla 4.6 y la clasificación para los valores de la temporada de no riego en la Tabla 4.7.

En resumen, los desagües que reciben agua del canal (D-2, I-1 e I-5) se caracterizan por sus valores en general más bajos de todas las variables. Los desagües D-3, D-5, D-18, I-4 e I-10 presentan en riego y no riego los valores más altos de la componente 2 (cloruros y nitratos). En campaña de riego, las concentraciones de sulfato del grupo principal, formado por los desagües de la zona de la Acequia de La Violada (de D-20 a D-29 y D-34), el desagüe de San Jorge (D-17) y algunos del interior del polígono (I-2 e I-8) presentan mayores valores de *CE* y concentración de sulfato que el resto de los desagües excepto I-4 e I-10.

Tabla 4.6. Desagües secundarios. Clasificación de los desagües sobre las dos primeras componentes principales de los valores medios de las variables *CE*, Cl^-, SO_4^{2-} y NO_3^- obtenidas durante la campaña de riegos. Valores medios de *CE*, Cl^-, SO_4^{2-} y NO_3^- dentro de cada clase. Letras diferentes indican valores significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Campaña de riego					
Clases	**Elementos**	***CE*** **(dS/m)**	***Cl*** **(mmol$_c$/L)**	***SO_4^{2-}*** **(mmol$_c$/L)**	***NO_3^-*** **(mg/L)**
1 *(n=3)*	D2, I1, I5	1,07a	0,98ab	6,96a	20,29a
2 *(n=2)*	D3, D5	2,32 c	1,61 d	23,08 c	50,15 bc
3 *(n=6)*	D4,D18,D19,D32,I6,17	1,92 b	1,02 b	18,72 bc	44,95 bc
4 *(n=14)*	D17,D20,D21,D22, D23,D24,D25,D26,D27, D28,D29,D34,I2,I8	2,64 d	1,01 b	30,45 d	32,79ab
5 *(n=1)*	I3	1,75 b	0,71a	17,64 b	21,35a
6 *(n=2)*	I4, I10	2,68 d	1,32 c	30,09 d	63,47 c
Total	-	**2,26**	**1,06**	**24,41**	**37,08**

Tabla 4.7. Desagües secundarios. Clasificación de los desagües sobre las dos primeras componentes principales de los valores medios de las variables *CE*, Cl^-, SO_4^{2-} y NO_3^- obtenidas durante el periodo de no riego. Valores medios de *CE*, Cl^-, SO_4^{2-} y NO_3^- de cada clase. Letras diferentes indican valores significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Estación de no riego					
Clases	**Elementos[1]**	***CE*** **(dS/m)**	***Cl*** **(meq/L)**	***SO_4^{2-}*** **(meq/L)**	***NO_3^-*** **(mg/L)**
1 *(n=3)*	D2, I1, I5	1,06 a	1,15 a	6,89 a	19,45 a
2 *(n=1)*	D3	1,73 ab	2,65 c	8,73 a	57,05 bc
3 *(n=15)*	D4,D17,D18,D19,D22, D23,D27,D28,D32, I2,I3,I6,17,I8,I10	2,54 bc	1,16 a	25,30 b	38,75 abc
4 *(n=3)*	D20, D24, D34	2,77 c	0,83 a	29,47 bc	21,05 a
5 *(n=2)*	D21, D29	3,12 c	1,19 a	41,36 c	24,46 ab
6 *(n=2)*	D5, I4	2,72 c	1,84 b	29,48 bc	61,47 c
Total	-	**2,42**	**1,23**	**24,57**	**35,83**

[1] Los desagües D-25 y D-26 no se han incluido en la clasificación de no riego porque no se dispone de ningún dato de sulfato en los mismos durante las estaciones de no riego (Tabla 4.3).

El hecho de que los tres desagües que reciben agua del Canal de Monegros se clasifiquen tanto en riego como en no riego en una misma clase, identificable además por sus bajos valores de todos los iones, permite identificar las aguas del resto de los desagües como características del agua de drenaje. Se ha optado por considerar que el agua de drenaje media del polígono tiene unas características en cada fecha similares a la media de todos los desagües considerados, excluidos D-2, I-1 e I-5. Los valores medios en cada fecha de todos los desagües considerados menos D-2, I-1 e I-5 se han tomado como valores medios del agua de drenaje (caudal base) en la descomposición de los hidrogramas diarios del apartado 4.1.2. Aunque algunos de los desagües utilizados para tener la calidad media del agua de drenaje pueden estar recibiendo agua de colas de acequias en alguna de las fechas de muestreo, al promediar esos valores con los de los demás desagües, cabe esperar que esa dilución afectará poco al valor total. De todos modos, la media de los desagües debe considerarse como representativa del agua de drenaje o como ligeramente menos concentrada, por el efecto de estas posibles colas.

4.1.1.2. Evolución temporal de la salinidad y concentración de nitrato de los desagües

En general, todos los desagües presentan una evolución temporal de la *CE* y de la concentración de los aniones analizados bastante semejante a lo largo del tiempo, como se desprende de la pequeña desviación de las medidas realizadas en una misma fecha (Figura 4.5).

El comportamiento de la concentración de nitrato durante las dos campañas de riego es muy parecido: se presenta un pico entre abril y mayo y otros dos, más marcados, en julio y agosto. El primero se presenta tras la aplicación del abonado de presiembra y los riegos de huebra del maíz; y los segundos siguen a las fechas de aplicación de las coberteras del maíz. Soileau *et al.* (1994) también encontraron concentraciones máximas de nitrato en las aguas de drenaje de un cultivo de algodón en el mes de abril, como consecuencia del abonado de presiembra. Los picos de la campaña del año 1996 son bastante mayores que los del año 1995, como ocurre también con las dosis de abonado (apartado 4.5.6); este hecho determina asimismo que las concentraciones de nitrato en el punto D-14 sean más altas en el verano de 1996 que en el de 1995 (Figura 4.6).

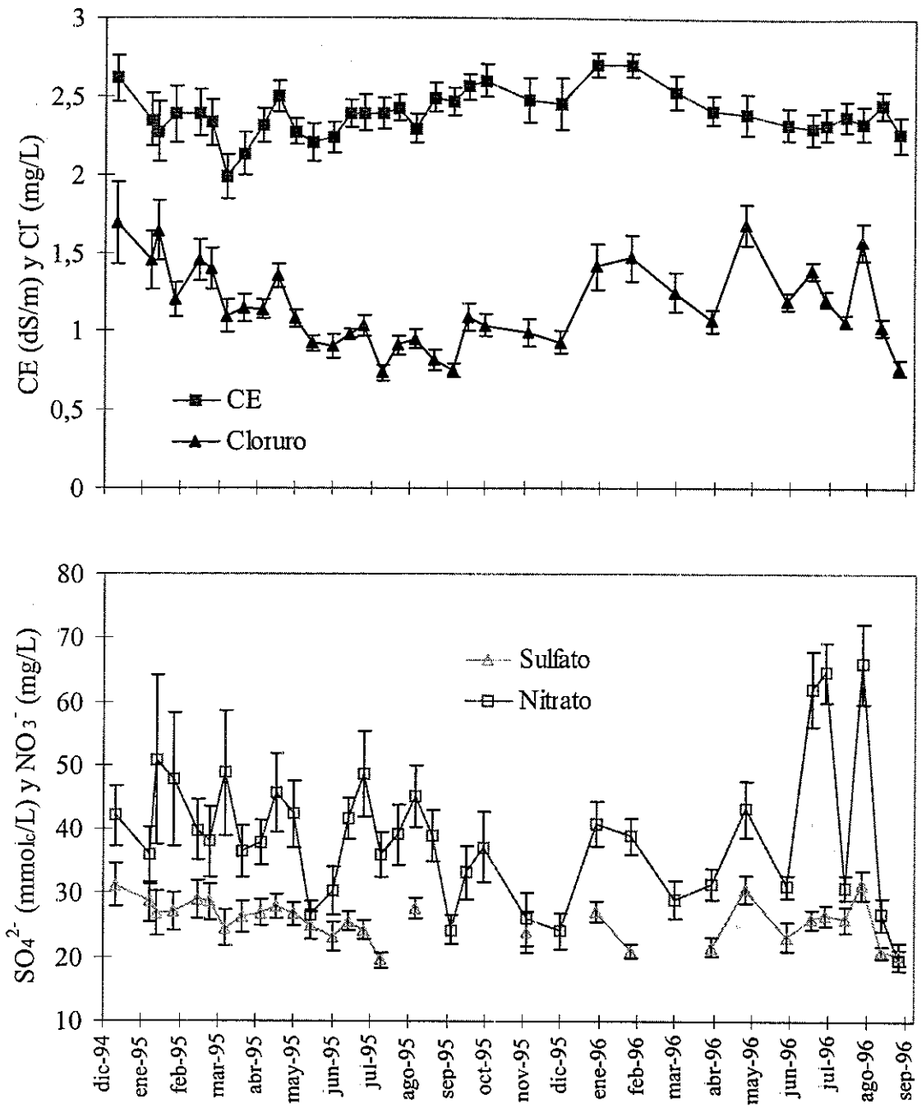


Figura 4.5. Desagües secundarios. Valores medios de conductividad eléctrica (*CE*), concentración de cloruro, sulfato y nitrato de los 25 desagües secundarios no afectados por la liberación de caudales del Canal de Monegros. Las barras verticales indican la desviación estándar de las observaciones.

El comportamiento en las estaciones de no riego es más diferente de un año a otro. En ambos años se presenta un pico acusado en enero y febrero, que puede deberse al lavado por la lluvia del nitrógeno aplicado en las coberteras de los cereales de invierno; pero en 1995 los

niveles son, en general, algo más altos y se presenta otro pico en marzo, quizás debido a que en 1995 se riega desde fechas más tempranas del mes de marzo y en mayor cantidad. Finalmente, el abonado de sementera de los cereales puede explicar también el incremento de la concentración de nitrato de los meses de octubre y noviembre de 1995.

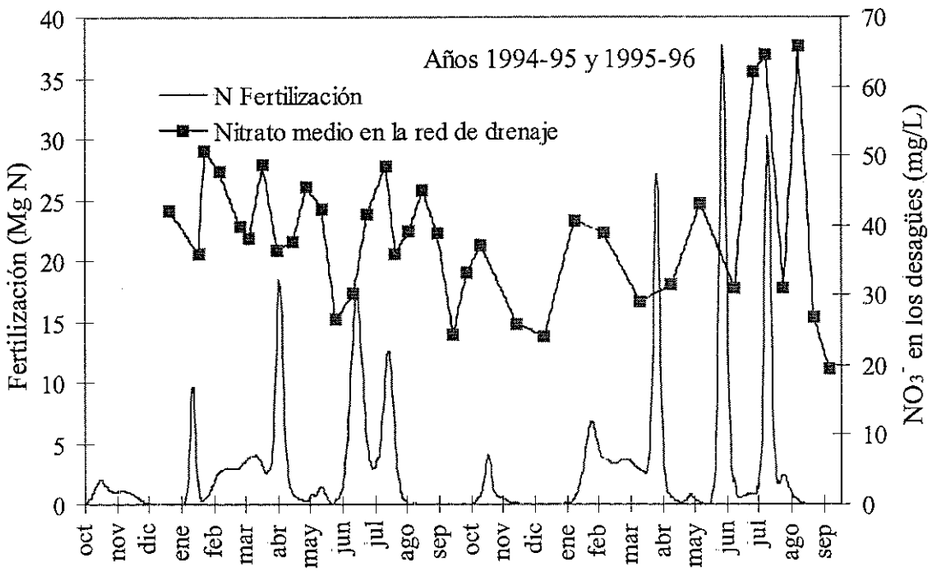


Figura 4.6. Desagües secundarios. Variación de la masa de nitrógeno aplicada por fertilización (Mg/día) y la concentración media de nitrato (mg/L) en los 25 desagües no afectados por liberaciones de agua del Canal de Monegros.

La concentración de cloruro sigue una pauta muy similar a la del nitrato (Figura 4.5), sobre todo durante las campañas de riego, en las que coinciden los picos de ambas, pero se da la circunstancia que el pico de abril-mayo es mucho más marcado para el cloruro que para el nitrato y pasa al revés en julio y agosto. Este hecho puede indicar que los primeros riegos, en abril, arrastran una cantidad de cloruro disponible en el suelo así como de nitrato, pero mientras el abonado de cobertera restablece los niveles de nitrógeno que puede ser lavado no ocurre así con el cloruro, por lo que los picos de las concentraciones son mayores para el nitrato que para el cloruro durante el verano.

La pauta que sigue la concentración de sulfato es similar, pero mucho menos marcada, como corresponde a unas aguas que están próximas a la saturación en yeso. La oscilación de

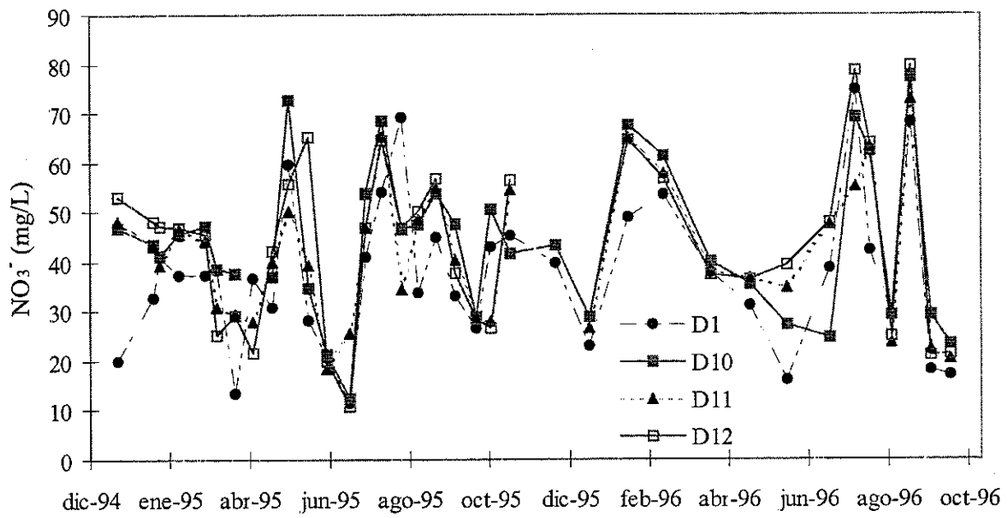
la *CE* es también bastante menos acusada y no presenta ninguna pauta definida en relación con las campañas de riego o la aplicación de fertilizantes.

Esta misma oscilación de los valores de las concentraciones se presenta también en los puntos de muestreo situados sobre el desagüe de Valsalada (Plano 2) y nombrados como D1, D10, D11 y D12 (Figura 4.7). Se puede apreciar que en los cuatro puntos se obtienen valores similares cada día, esto es, siguen una tendencia muy parecida y similar a la de los desagües secundarios. Así, en cada campaña de riegos se presentan dos grandes picos de concentración de nitrato, en julio y agosto, de mucha más altura los de 1996 y que se repiten, atenuados, en la concentración de cloruro. Se repiten también las subidas de la concentración de nitrato y cloruro de febrero y marzo de 1996 y de abril de 1995 observadas en los desagües secundarios, con una diferencia importante: la concentración de cloruro en el desagüe de Valsalada toma sus máximos valores en febrero y marzo de 1996, incrementándose en mucha mayor medida que en los desagües secundarios.

No existe una tendencia definitiva a aumentar la concentración de nitrato o cloruro a lo largo del desagüe de Valsalada; frecuentemente las concentraciones son mayores aguas arriba que aguas abajo, lo que puede explicarse por la llegada de aportes más diluidos (desagües secundarios o aguas de cola de acequias) entre los puntos de muestreo.

Algunos picos de la concentración de nitrato, especialmente en la campaña de 1995, están desplazados en alguno de los puntos de muestreo respecto de los demás, lo que puede deberse a la incorporación de desagües secundarios de distintas concentraciones y aguas de cola de acequias entre los puntos de muestreo.

En definitiva, la variación de la salinidad en los desagües secundarios durante los dos años hidrológicos es relativamente baja, siendo mucho más clara la variación de la concentración de nitrato. La concentración de nitrato, tanto en los desagües secundarios como sobre el desagüe de Valsalada refleja las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados dentro del polígono lo que permite afirmar que una parte del nitrógeno aplicado como fertilizante se pierde en un plazo breve después de su aplicación.



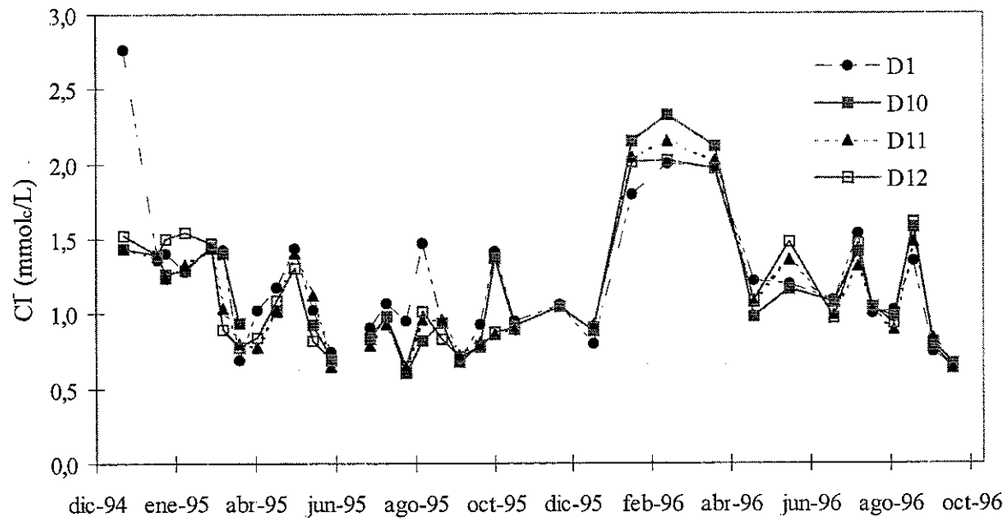


Figura 4.7. Desagües secundarios. Evolución durante el periodo de estudio de la concentración de nitrato (mg/L) y de cloruro ($mmol_c/L$) medida en cuatro puntos de muestreo (D1 a D12) a lo largo del desagüe de Valsalada.

4.1.2. El agua del Barranco de La Violada en D-14

El agua de drenaje del conjunto de la zona de estudio deja el sistema a través del Barranco de La Violada por el punto D-14; de ahí que se haya analizado de modo especial la calidad del efluente en dicho punto. Así, 1) se ha analizado la variación diaria de la concentración salina (*CE*) y de nitrato, 2) se ha establecido el efecto de las pautas de variación horaria de *CE* y concentración de nitrato sobre la masa de sales y nitrógeno exportada calculada sobre una base diaria, 3) se han analizado las variaciones semanales de la *CE* y de la concentración de nitrato y se ha establecido un calendario de muestreo adecuado para determinar la masa de sales y nitrato exportadas y 4) se ha analizado la composición iónica de las muestras con análisis completos y su evolución respecto a los datos obtenidos en trabajos anteriores.

4.1.2.1. Variación diaria de la calidad durante la campaña de riego

La presencia de oscilaciones diarias del caudal durante la campaña de riego (Figura 4.8) se atribuyó a la afluencia al cauce del barranco de aguas de cola de acequias que presentan un contenido en sales y nitrato muy inferiores a las aguas de drenaje que discurren a través del suelo. La existencia de estas dos componentes en el agua del Barranco de La Violada en D-14, sugerida por Torres (1983), se pone de manifiesto en los muestreos correspondientes a la campaña de riegos de 1995 realizados cada dos horas durante periodos de dos días (muestreos bihorarios). En estos días no se produjeron lluvias que dieran lugar a escorrentías apreciables. En la Figura 4.8 se puede apreciar como las oscilaciones diarias de caudal van asociadas a una oscilación de la *CE* y de la concentración de nitrato en sentido contrario, aunque esta última esté sujeta a irregularidades más fuertes. Los valores máximos de caudal se presentan, por término medio, en torno a las 10 de la mañana, mientras que los valores máximos de *CE* y de la concentración de nitrato se dan sobre las 2 de la madrugada, algo retrasados con respecto a los caudales mínimos, que se dan en promedio en torno a las 10 de la noche.

Los valores medios de caudal son diferentes para cada una de las series estudiadas, oscilando entre 1,5 m^3/s y 2,5 m^3/s. La *CE* se mantiene mucho más estable, en torno a 2 dS/m para todas las series, y sólo en octubre, fuera de la campaña de riegos, muestra un valor claramente más alto. La variación de la concentración de nitrato dentro de cada serie sigue una

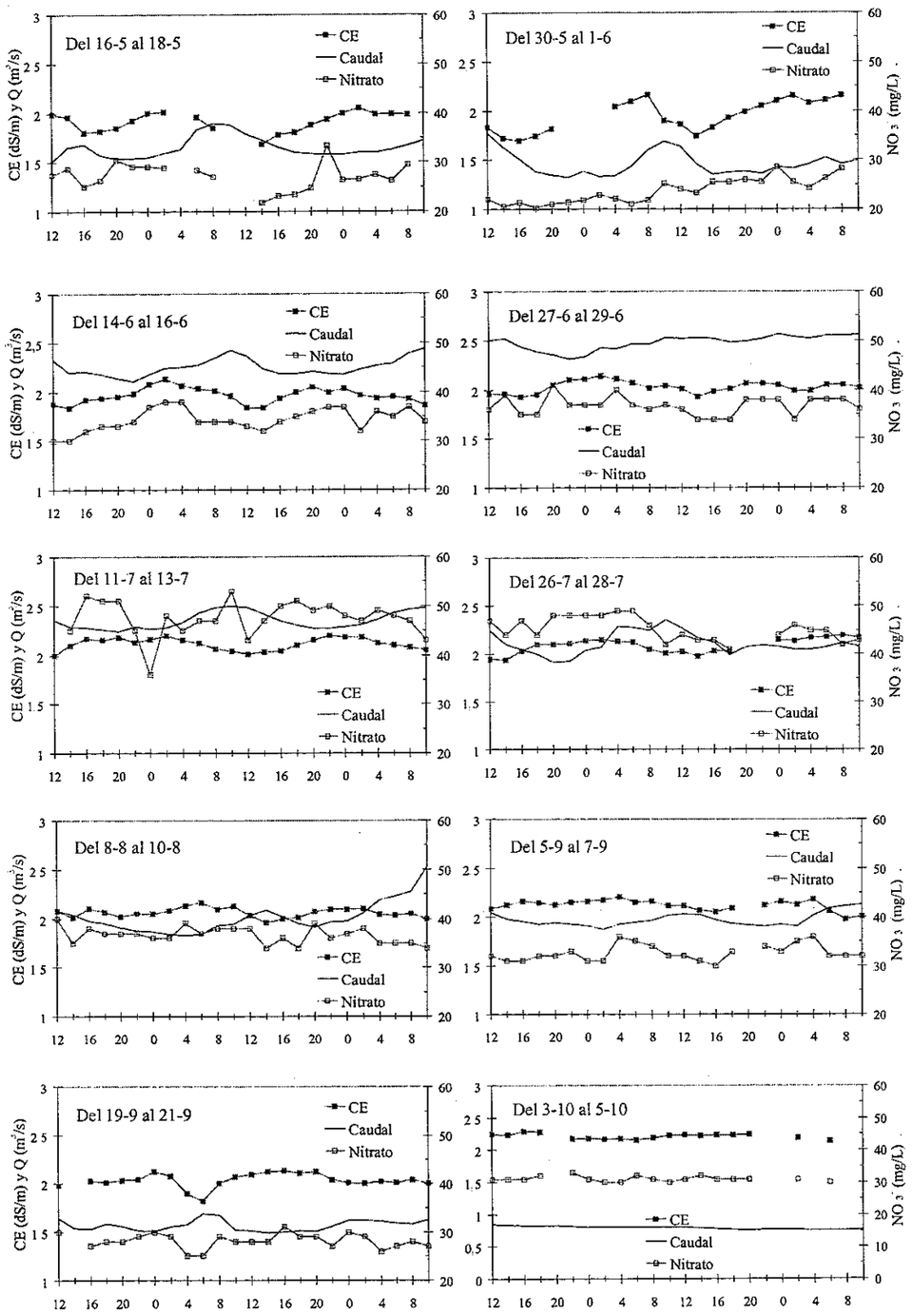


Figura 4.8. Desagüe de Violada en D-14. Valores del caudal, conductividad eléctrica y concentración de nitrato medidos cada 2 horas en diferentes periodos de 48 horas durante 1995.

pauta similar a la de la *CE*, aunque con irregularidades más pronunciadas y con un valor medio muy variable de una serie a otra, desde los 25 mg/L en mayo a los 45 mg/L del 22 de julio.

Para analizar estas oscilaciones diarias se obtuvieron las series medias de un día de las tres variables (caudal, *CE* y NO_3^-) excluida la serie obtenida del 3 al 5 de octubre. En primer lugar, como el nivel medio de cualquiera de las tres variables puede considerarse el mismo para cada periodo de dos días, se tomaron las medias de cada dos días consecutivos, para formar un total de nueve series de un día dentro de la campaña de riegos. De esta manera se evita el efecto que sobre el valor medio de cada hora tendría la presencia de valores perdidos en alguna de las series, debido a los distintos niveles de las variables dentro de cada serie. Los valores perdidos dentro de las series podrían interpolarse en cada una de ellas, pero no los valores extremos. Al tomar la media de los dos días consecutivos (que se asume que tienen un mismo nivel de las variables) las nueve series resultantes están completas (excepto por un punto de una de las series).

Aunque las series no son independientes (todas ellas corresponden a los mismos días de la semana: de martes a jueves o de miércoles a viernes), se han tratado como si lo fuesen obteniéndose la serie media de un día (Figura 4.9) como la media de esas nueve series. Sobre esas series medias se ajustaron los armónicos más adecuados para las tres variables caudal, *CE* y concentración de nitrato.

Los periodogramas de las tres variables (Figura 4.10) presentan una misma frecuencia principal (1) que supone la presencia de un ciclo por día, aunque la serie de NO_3^- presenta además picos adicionales a frecuencias más altas. La existencia de una sola frecuencia que recoge casi toda la variabilidad de los datos permite ajustar las tres variables con funciones armónicas de pulsación $\omega = 1$. La ecuación tiene la forma:

$$X = \overline{X} + A \times \cos(t - \varphi)$$

donde X es la variable correspondiente (Q, CE o NO_3^-), $\overline{X}$ su valor medio, A es la amplitud de la onda y φ el desfase respecto del tiempo $t = 12$ h. El valor de t se ha tomado como unidades de 2 horas desde 0 hasta 11. Los parámetros se han estimado por mínimos cuadrados no lineales.

Servicio de Investigación D. G. A. Biblioteca Huesca

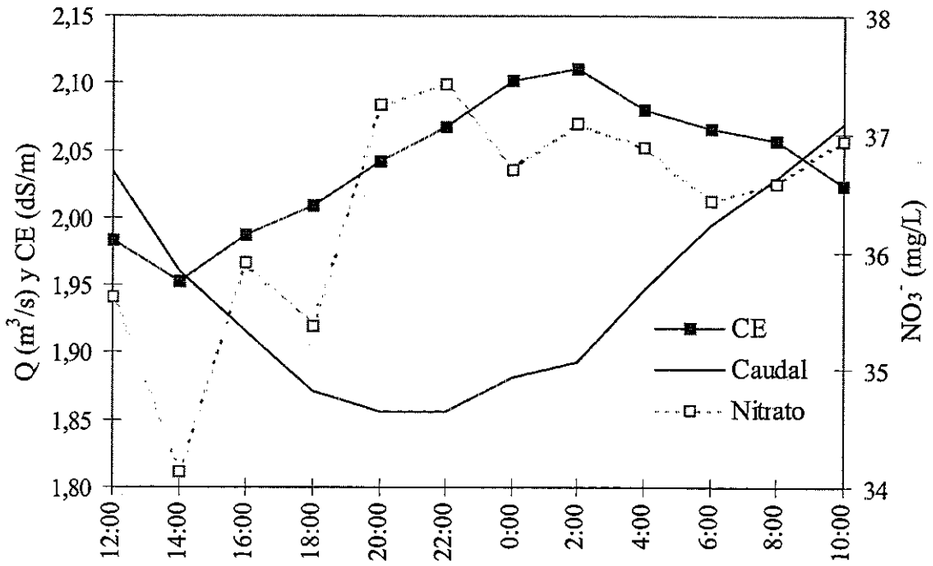


Figura 4.9. Desagüe de Violada en D-14. Variación media a lo largo del día de caudal, *CE* y concentración de nitrato durante la campaña de riego de 1995.

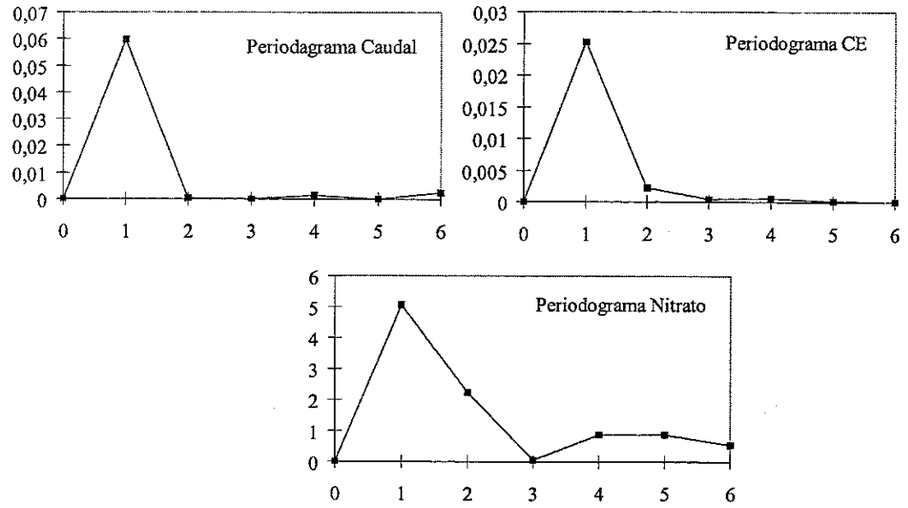


Figura 4.10. Desagüe de Violada en D-14. Periodogramas calculados sobre la series medias de 24 horas de caudal, *CE* y concentración de nitrato.

Los resultados del ajuste (Tabla 4.8) resultan mucho peores para la concentración de nitrato, indicando que hay mucha más variabilidad en su concentración o que su comportamiento no se ajusta al de una sola onda de periodo un día como se observa en el

periodograma. Más importancia tiene la diferencia entre los desfases de las ondas de *CE* y concentración de nitrato respecto a la de caudal. La diferencia entre los valores de φ de las funciones ajustadas a la *CE* y a la concentración de nitrato es casi exactamente de cuatro, indicando que las series de *CE* y NO_3^- están 8 horas adelantadas, o 16 horas retrasadas, respecto a la serie de caudales. Esto es, los valores máximos de *CE* y NO_3^- se presentan 16 horas después de los valores máximos de caudal.

Tabla 4.8. Desagüe de Violada en D-14. Valores estimados de los parámetros de la ecuación cosenoidal $X = \overline{X} + A \cdot cos(t - \varphi)$, donde $\overline{X}$ es el valor medio, A la amplitud, φ el desfase y las unidades de t son dos horas, para las series de valores medios de caudal, *CE* y concentración de nitrato. En la ultima columna se presenta el coeficiente de determinación (r^2)

Variable	Valor medio	Amplitud (A)	Desfase (φ)	r^2
Caudal	1,94	0,10	-0,15	0,961
CE	2,04	0,07	4,23	0,946
Nitrato (NO_3^-)	36,36	0,91	4,15	0,512

Si la variación de las concentraciones de sales (*CE*) y de nitrato se debiera a un efecto simple de dilución de una componente del caudal con mayor carga de sales y nitrato constante en su concentración y en cuantía, que se mezcla con otra componente de menor concentración (las aguas de cola), los valores mínimos de concentración se deberían alcanzar justamente cuando se presentasen los valores máximos de caudal. Sin embargo, los valores mínimos de concentración se presentan unas cuatro horas después de producirse los valores máximos de caudal y los valores máximos de concentración, unas cuatro horas después de los caudales mínimos.

Esta situación se traduce en la existencia de una histéresis entre los valores de caudal y de concentración (Figura 4.11). Para un mismo valor de caudal a lo largo del ciclo diario, la *CE* y por tanto la concentración y la masa de sal exportada son diferentes.

Esta histéresis puede explicarse por la existencia de un caudal de drenaje también variable con el tiempo a lo largo del día, bien en volumen o bien en su concentración. Asumiendo que en el plazo de un día la composición del agua de drenaje no puede variar

substancialmente y sí puede hacerlo su volumen, se ha efectuado la separación del caudal del día medio de la campaña de riego de 1995 con estas premisas (Figura 4.12).

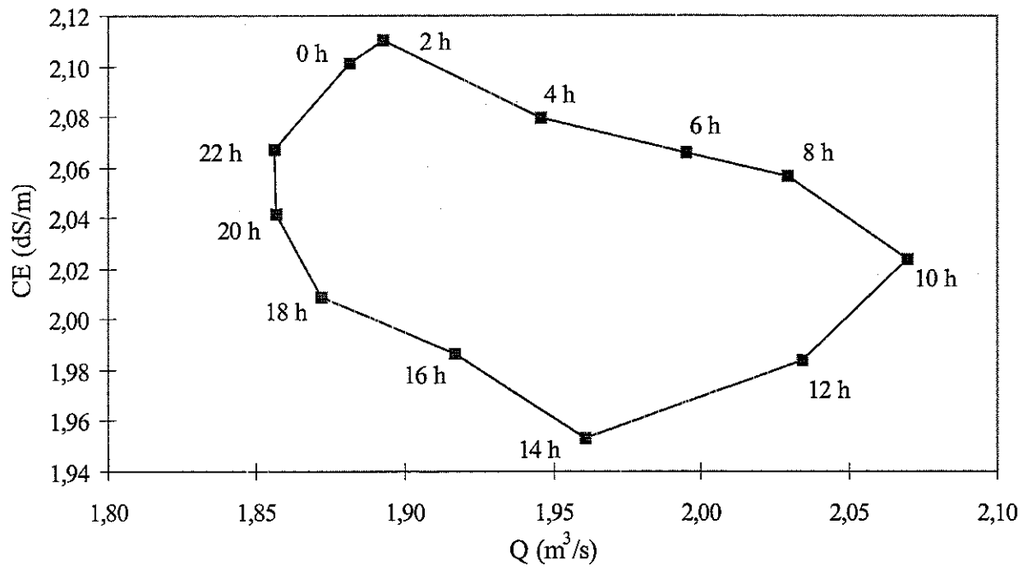


Figura 4.11. Desagüe de Violada en D-14. Variación de la *CE* (dS/m) y el caudal (*Q*) a lo largo del día medio de la campaña de riego de 1995.

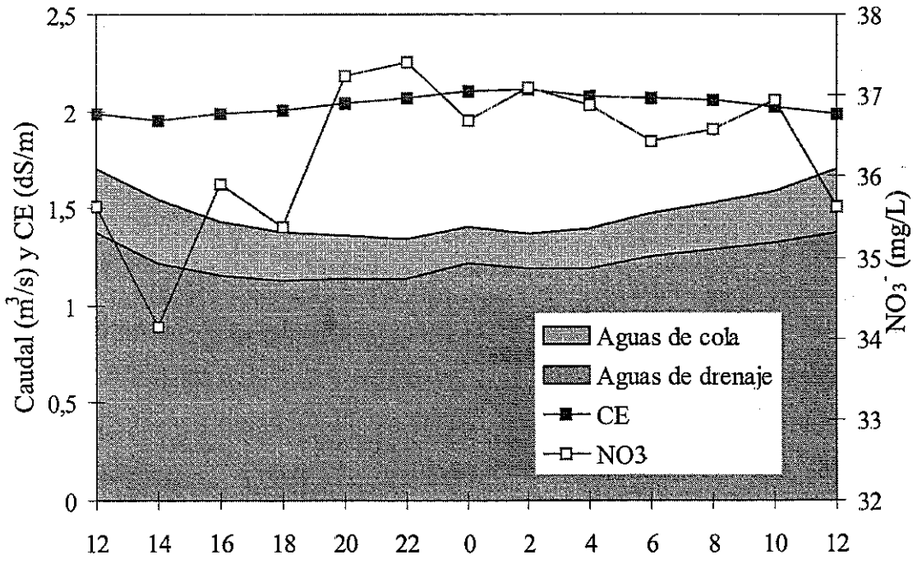


Figura 4.12. Desagüe de Violada en D-14. Separación del caudal total por D-14 del día medio de la campaña de 1995 en aguas de drenaje y aguas de cola.

Para la separación del hidrograma del día medio se tomó como calidad del agua de riego y, por tanto, del agua de cola de las acequias, la calidad media del agua del Canal de Monegros (Tabla 3.11) y como calidad del agua de drenaje la media de los valores de los días correspondientes de los desagües secundarios muestreados (excluidos D-2, I-1 e I-5; Anejo 3). Se ha utilizado la *CE* como variable para la separación, con lo que las ecuaciones que determinan el caudal de drenaje (Q_G, de mayor concentración) y el caudal de aguas de cola (Q_T, más diluido y que incluye no sólo las aguas de cola de acequias sino cualesquiera otros aportes directos de concentración similar a la de las aguas del canal) son:

$$Q = Q_G + Q_T$$

$$Q \times CE = Q_G \times CE_G + Q_T \times CE_T$$

donde Q y CE son el caudal y la CE de las doce muestras bihorarias de la serie media y CE_G y CE_T las conductividades de las aguas de drenaje y de cola, respectivamente. El resultado de esta descomposición (Figura 4.12) indica que la componente profunda del caudal (Q_G) presenta un valor máximo a las 128 h y un valor mínimo a las 18 h, mientras que las aguas de cola (Q_T) presentan su máximo valor a las 12 h y el mínimo a las 2 h. El máximo valor de la componente profunda del caudal se presenta, pues, a la misma hora que el de la componente superficial, y el valor mínimo, unas 16 horas después del valor mínimo de la componente superficial (aguas de cola). El valor medio de agua de drenaje resulta del 83,6% y el 16,4% restante resulta ser agua de cola o aportes directos de los canales.

La separación de los hidrogramas individuales de cada una de las nueve fechas de muestreo (48 horas) da resultados parecidos, aunque cada periodo es singular. Para realizarlo se ha tomado como valor de *CE* del agua de drenaje la media de los desagües secundarios (excluidos los D-2, I-1 e I-5) en uno de los tres días que incluye el periodo (puesto que siempre se realizaba el muestreo del polígono en uno de los días de recogida de muestras cada dos horas), y se supone implícitamente que la *CE* del agua de drenaje no varía ostensiblemente en el plazo de 48 horas.

Los resultados no difieren demasiado de los obtenidos para el día medio (Tabla 4.9), la cantidad de agua de colas de acequias y de aportes directos del Canal de Monegros está en torno al 17%, oscilando entre el 14,2% y el 21%. Estos resultados no pueden considerarse como definitivos en cuanto a la separación del caudal por D-14 en 1995 porque los periodos

elegidos no son una muestra aleatoria representativa de la campaña de riegos sino que son periodos de dos días, separados (aproximadamente) por catorce días y que coinciden prácticamente siempre en los días centrales de la semana. En particular, es presumible que los fines de semana haya más agricultores que renuncien a regar, dando lugar a volúmenes mayores de aguas de cola.

Tabla 4.9. Desagüe de Violada en D-14. Caudal atribuido a agua de drenaje y agua de cola estimado por separación del hidrograma para los periodos de cuarenta y ocho horas del hidrograma con datos cada dos horas, durante la campaña de riego de 1995.

Periodos (Fechas)	*Q* medio (m^3/s)	*CE* media (dS/m)	Agua de drenaje		Agua de cola	
			Q (m^3/s)	%	*Q* (m^3/s)	%
16-5 a 18-5	1,65	1,90	1,32	80,3%	0,33	19,7%
30-5 a 1-6	1,46	1,95	1,25	85,8%	0,21	14,2%
14-6 a 16-6	2,25	1,96	1,92	85,2%	0,33	14,8%
27-6 a 29-6	2,48	2,03	2,03	82,1%	0,44	17,9%
11-7 a 13-7	2,35	2,11	2,02	86,0%	0,33	14,0%
26-7 a 28-7	2,11	2,09	1,79	84,8%	0,32	15,2%
8-8 a 10-8	2,01	2,06	1,65	82,1%	0,36	17,9%
5-9 a 7-9	1,97	2,12	1,62	82,2%	0,35	17,8%
19-9 a 21-9	1,56	2,03	1,23	79,0%	0,33	21,0%
Media	***1,98***	***2,03***	***1,65***	***83,1%***	***0,33***	***16,9%***

Los resultados de este apartado indican que a lo largo del día se presenta una variación de la concentración salina del agua del barranco que puede explicarse por la incorporación de las aguas de cola de las acequias, de menor concentración que las aguas de drenaje. Ambas componentes presentan una oscilación diaria, presentándose un desfase de 18 horas del agua de drenaje con respecto al agua de cola. El agua de cola supone en torno a un 16-17% del volumen total (indicando una eficiencia de distribución del riego del 83-84%), pero este cálculo se basa en la suposición de que la *CE* del agua de cola es igual a la del agua del canal, que no hay escorrentías desde las parcelas y que el agua de drenaje tiene una *CE* constante durante periodos de dos días e igual a la *CE* media de los desagües secundarios.

4.1.2.2. Efecto de la hora de muestreo sobre la determinación de la masa de sales y nitrato exportada a través del Barranco de La Violada

Tanto la *CE* como la concentración de nitrato en D-14 presentan una clara variación dentro de cada día por lo que la estimación de las masas exportadas puede diferir substancialmente en función de la hora de muestreo. Por ello, para la obtención de un valor insesgado de la masa exportada a partir de un valor diario instántaneo de concentración es importante seleccionar la hora de muestreo más adecuada o bien establecer una hora de muestreo aleatoria, de modo que todas las horas estén representadas en el muestreo (Gilbert, 1987). La misma consideración debe tenerse en cuenta para la periodicidad semanal de las concentraciones de solutos.

Además se presentan también variaciones fuertes en la concentración de nitrato a lo largo de la campaña de riegos, por lo que sería útil establecer un calendario de muestreo óptimo para no perder temporadas de concentraciones superiores a la normal y evitar sesgos en la estimación de la masa exportada cuando sea necesario reducir la frecuencia de muestreo.

Para la primera de las consideraciones anteriores se evalúa en primer lugar la precisión de la estimación realizada en este trabajo de la masa de sales y nitrato a partir de una o dos muestras instantáneas diarias de agua y se presentan ecuaciones para su corrección dependiendo de la hora de toma de muestras durante los dos años; y en segundo lugar se intenta identificar cual sería la hora de muestreo óptima conjunta para medir la concentración de sales y nitrato que produjera masas de ambas componentes no sesgadas en D-14.

Para lograr estos objetivos se necesitan series completas de datos, de ahí que se rellenaran los valores perdidos en las nueve series de cuarenta y ocho horas. En el interior de las series los valores perdidos se estimaron por interpolación y los de los extremos mediante los armónicos (Tabla 4.8).

En cuanto a la variación a lo largo de la campaña de riegos de la masa de sales o nitrato, se ha analizado su variación semanal y se ha determinado el número de muestras mínimo necesario para obtener una estimación aceptable de las mismas, al objeto de disponer de un calendario de muestreo para la determinación insesgada de las masas exportadas.

1º *Evaluación y corrección de las masas estimadas*

Los resultados del apartado anterior muestran que la hora de muestreo puede influir en el valor de *CE* y de concentración de nitrato que se asigna a cada día (Figura 4.9).

Para evaluar el efecto que la hora de muestreo puede tener sobre la estimación de la masa de nitrato y sales exportada se ha tomado como la masa verdaderamente exportada, o masa de referencia, la masa calculada como la integración (mediante la regla de Simpson) de los doce productos de caudal instantáneo por concentración instantánea para los nueve días centrales, de 0 horas a 24 horas, de cada periodo de dos días con datos cada dos horas (*L* para la masa de sales y *LN* para la masa de nitrógeno nítrico).

Dado que durante la campaña de riegos de 1995 se tomaron muestras a las 0 horas y/o a las 12 horas y en la campaña de riegos de 1996 a las 10 horas, tiempo para el que la curva de *CE* se encontraba aproximadamente sobre el valor medio diario, se han considerado cuatro maneras de calcular la masa de sales y nitrato a partir de las muestras que se han tomado durante los dos años. La masa diaria se ha estimado como el producto del caudal medio diario por la concentración instantánea (*SDT* calculada a partir de la *CE* o NO_3^-) analizada en las aguas muestreadas a las 12 horas (L_{12} LN_{12}), a las 0 horas (L_0, LN_0) o a las 10 horas (L_{10} LN_{10}), o bien como media de las muestras obtenidas a las 0 y a las 12 horas de cada día (L_{12y0}, LN_{12y0}).

Para la masa de sales, la pendiente de la regresión forzada por el origen entre *L* y L_{12}, L_0 y L_{10} difiere significativamente de uno; mientras que la pendiente de la regresión entre *L* y L_{12y0} no resulta significativamente distinta de uno (Tabla 4.10). Por eso se han calculado las ecuaciones de regresión lineal ($Y = a + b\,X$) entre *L* y L_{12}, L_0 y L_{10} y con esas ecuaciones se han corregido las masas calculadas con las muestras recogidas a las 12h, 0h y 10h (Tabla 3.16). El valor diario estimado a partir de las muestras instantáneas tomadas a las 12 y a las 0 horas no se ha corregido.

Las masas de nitrógeno calculadas con las muestras de las distintas horas (a las 12 h, 10 h, 0 h y con la media de las 12 y las 0 h) no difieren significativamente de la masa de referencia (Tabla 4.10). Por ello la masa de nitrógeno exportada no se ha corregido según la hora de muestreo.

También se ha efectuado un análisis de la varianza sobre las diferencias de la *CE* y la concentración de nitrato medidas cada dos horas con los valores medios de cada periodo de 48

horas. En el caso de la *CE* se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las distintas horas de muestreo, que sin embargo no se detectaron en el caso del nitrato ($p > 0,05$). Es decir, existen diferencias en la *CE*, descontado el efecto de la variación de los caudales entre los periodos de muestreo, según la hora a la que se tome la muestra y no hay tales diferencias en los valores de concentración de nitrato.

Tabla 4.10. Desagüe de Violada en D-14. Parámetros estimados de la regresión lineal ($Y = b\,X$) entre la masa diaria de sales y nitrógeno nítrico de referencia y la masa obtenida como producto del caudal medio diario y las concentraciones instantáneas; *s(b)* es el error estándar de estimación de *b*.

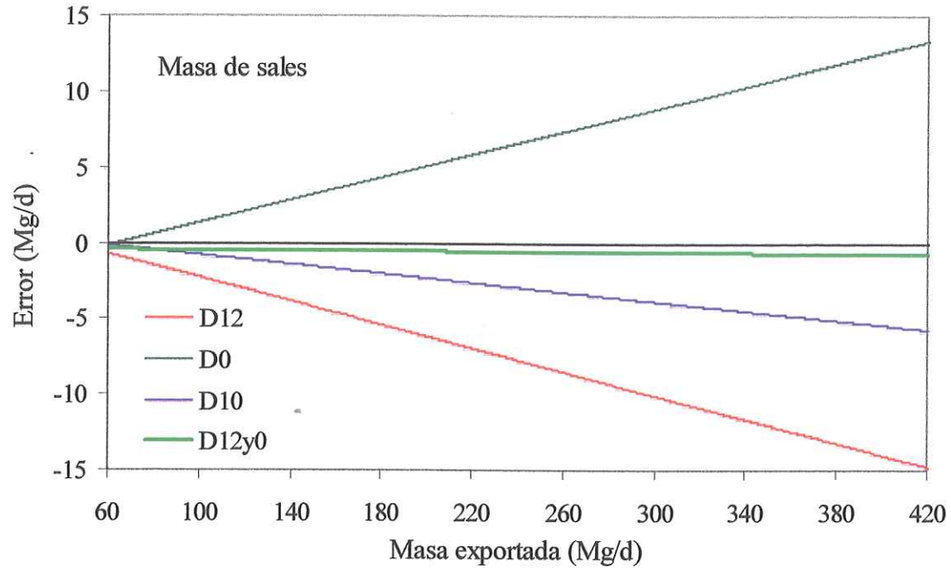
Masa de sales (Mg/d)			
Hora de muestreo	***b*** [(2)]	***s(b)***	***r²***
12	1,032[(1)]	0,010	0,977
0	0,972[(1)]	0,007	0,989
10	1,012[(1)]	0,007	0,989
12 y 0	1,001	0,005	0,994
Masa de $N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)			
Hora de muestreo	***b*** [(2)]	***s(b)***	***r²***
12	1,039	0,019	0,973
0	1,029	0,051	0,812
10	0,979	0,020	0,966
12 y 0	1,038	0,032	0,925

[(1)] Los valores de *b* son significativamente distintos de uno ($p < 0,05$).
[(2)] Todas las regresiones son significativas ($p < 0,05$)

Para comparar los errores que durante las campañas de riego de 1995 y 1996 hubieran supuesto cada una de las cuatro modalidades de muestreo se han calculado las masas diarias de sales que se hubieran obtenido con cada modalidad para el intervalo de valores de masas estimadas en las dos campañas de riego mediante las ecuaciones de regresión lineales de la forma $Y = a + b\ \ X$, donde *X* es la masa de referencia (*L*) e *Y* es L_{12}, L_0, L_{10} o L_{12y0}.

La diferencia entre los valores de masa de sales calculados con una o dos muestras diarias y los valores de referencia no llegarían a superar los 15 Mg/d, inferior al 4% del valor correcto en el peor de los casos, para todo el intervalo de valores diarios de *L* que se presentan en las dos campañas de riego: de 67 Mg/d a 415 Mg/d (Figura 4.13). La estima con la muestra de las 12 horas resultaría sistemáticamente en un valor por defecto, la estima con la muestra

de las 0 horas sistemáticamente en un valor por exceso, y las estimas con la muestra de las 10 horas o con la media de las muestras de las 12 y las 0 horas en valores ligeramente por defecto (Tabla 4.11).



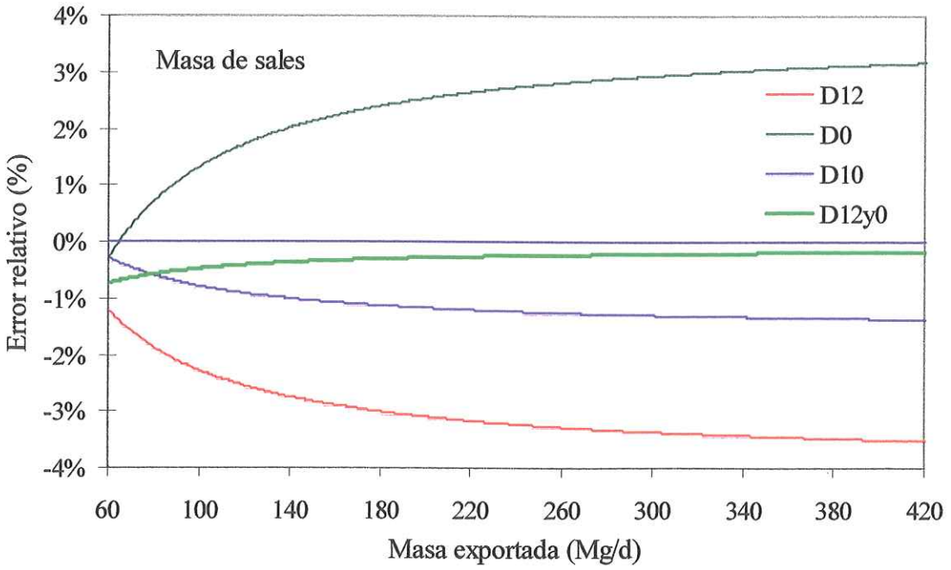


Figura 4.13. Desagüe de Violada en D-14. Errores absolutos y relativos cometidos al estimar la masa de sales exportada como el producto del caudal medio diario por los *SDT* (estimados a partir de la *CE*) de una muestra tomada a las 12 horas (*D12*), a las 0 horas (*D0*), a las 10 horas (*D10*) o la media de las muestras tomadas a las 12 y a las 0 horas (*D12Y0*).

En resumen (Tabla 4.11), la estimación de la masa de sales exportada en el conjunto de la campaña resultaría infraestimada si se utilizara la muestra de las 12 horas y sobreestimada utilizando la de las 0 horas. La estimación sería bastante mejor con la muestra de las 10 horas y prácticamente perfecta utilizando la media de las muestras de las 12 y las 0 horas.

En cuanto a la comparación de las masas de nitrato (*LN*), ofrece mayores dificultades porque la variación diaria en la concentración de nitrato se produce de un modo más irregular y también porque la diferencia entre días es mayor. Las regresiones de la Tabla 4.10 muestran que aún siendo buena la relación entre la masa estimada con una sola muestra diaria y la masa de referencia, la precisión de la estima es menor que para la masa de sales (los valores de r^2 son menores) en especial para la estimación con la muestra tomada a las 0 horas, debido a la gran variabilidad de la concentración de nitrato a esa hora.

Tabla 4.11. Desagüe de Violada en D-14. Errores cometidos en la estimación de la masa total de sales exportada como producto del caudal medio diario por la concentración instantánea según la hora de muestreo durante las campañas de riego de 1995 y 1996.

Campaña de 1995

	Masa corregida	Hora de muestreo			
		12 h	**0 h**	**10 h**	**12 y 0 h**
Valores estimados (Mg)	***53215***	51129	55193	52382	53077
Error relativo		-3,9%	3,7%	-1,6%	-0,3%

Campaña de 1996

	Masa corregida	Hora de muestreo			
		12 h	**0 h**	**10 h**	**12 y 0 h**
Valores estimados (Mg)	***38136***	36545	39564	37415	38104
Error relativo		-4,2%	3,7%	-1,9%	-0,1%

Total de las dos campañas

	Masa corregida	Hora de muestreo			
		12 h	**0 h**	**10 h**	**12 y 0 h**
Valores estimados (Mg)	***91351***	87673	94756	89797	91180
Error relativo		-4,0%	3,7%	-1,7%	-0,2%

Para la masa de nitrato exportada se han realizado los mismos cálculos. La Figura 4.14 muestra las diferencias absolutas y relativas calculadas para cada valor de masa de nitrato exportada entre el valor estimado y el valor de LN_{12}, LN_0, LN_{10} o LN_{12y0}, para el intervalo de valores de *LN* que se presentan en las campañas de riego de 1995 y 1996 (entre 0,23 Mg/d y 2,6 Mg/d).

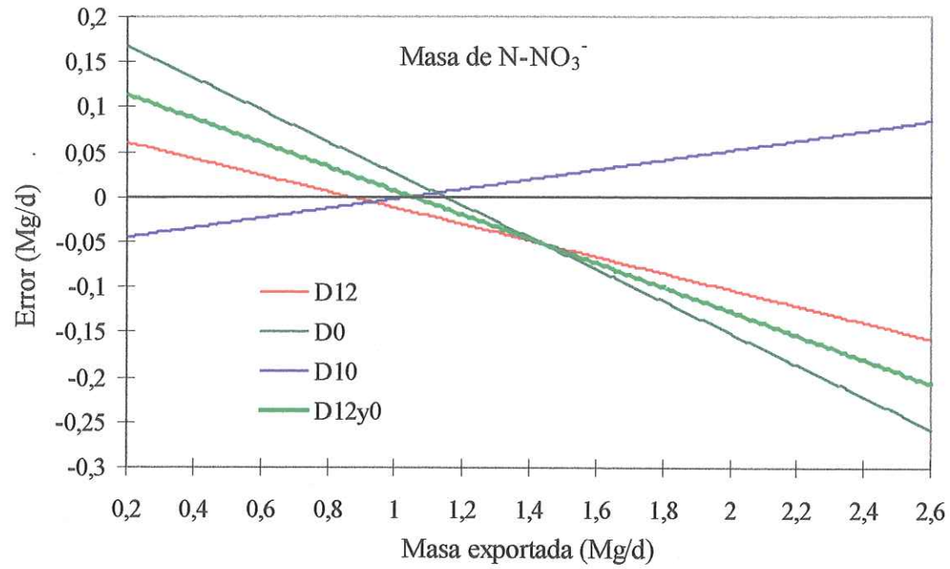
El error cometido depende de la masa exportada y de la hora de muestreo y es mínimo, para todas las horas de muestreo, entre los 0,8 y los 1,2 Mg/d (muy cerca del valor medio de masa de nitrógeno exportada por día: 1,07 Mg/d en 1995 y 0,84 Mg/d en 1996). Los errores relativos que se cometen son muy altos para valores bajos de masa exportada, pero a partir de los 0,8 Mg/d están siempre por debajo del 10%.

La estima de valores puntuales diarios de masa de nitrato exportada a partir de una sola muestra diaria resulta en errores que pueden ser muy altos, sobre todo para valores bajos de *LN*; pero la estima de las cantidades totales exportadas durante la campaña resulta mucho mejor, al compensarse los errores cometidos por exceso y por defecto (Tabla 4.12).

El error cometido en la estimación de la cantidad anual depende de los valores diarios de *LN*, y la mejor hora de muestreo depende también de la distribución de los valores de *LN*. Sea cual sea la hora de muestreo elegida, los errores en las dos campañas no superan el 6,5% de la masa total, valor muy pequeño si se tienen en cuenta las otras incertidumbres (analíticas y de falta de días de muestreo) que se presentan en cálculo de la masa exportada.

La estimación de la masa de $N\text{-}NO_3^-$ exportada da lugar, los dos años, a un error por defecto cuando se utiliza la muestra tomada a las 12 horas y a un error por exceso con la muestra de las 0 horas. En cambio, con la media de ambas muestras se obtiene un valor de la masa por defecto en 1995 y por exceso en 1996, y menor que los obtenidos con las muestras individuales. Para el conjunto de los dos años, el error cometido con la muestra de las 10 horas (en 1995 por exceso y en 1996 por defecto) es menor que el cometido con cualquiera de las otras horas e igual al cometido con la media de las 12 y las 0 horas.

En definitiva, estos resultados indican que tomar dos muestras (a las 12 h y a las 0 h, y utilizar la concentración media de ambas muestras) no produce resultados mucho mejores que tomar una sola a las 10 horas, aunque sí aporta seguridad, puesto que un valor erróneo en una determinación analítica se verá compensado al promediarlo con el otro valor del día.



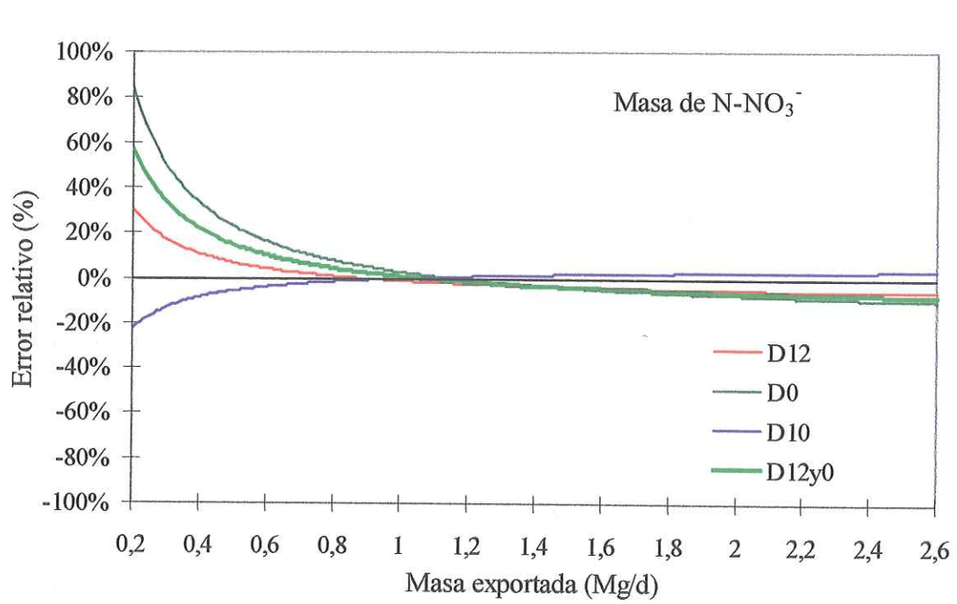


Figura 4.14. Desagüe de Violada en D-14. Errores absolutos y relativos cometidos al estimar la masa de nitrato exportada como el producto del caudal medio diario por la concentración de una muestra tomada a las 12 horas (*D12*), a las 0 horas (*D0*), a las 10 horas (*D10*) o la media de las muestras tomadas a las 12 y a las 0 horas (*D12Y0*).

Asimismo, se puede concluir que existe una diferencia notable entre la masa de sales y la de $N\text{-}NO_3^-$ estimadas con una muestra diaria. En el caso de la masa de sales exportada, si se utilizan las muestras de las 12 h o las 10h se tienen estimas por defecto de la masa de sales, es decir la utilización de esas muestras da valores por debajo de los reales para todo el intervalo de *L* que se presenta en los dos años de estudio (Figura 4.13), mientras que con la muestra de las 0 h se tiene un ligero error por exceso. El error cometido al estimar la masa de $N\text{-}NO_3^-$, en cambio, no es mayor o menor sistemáticamente según la hora de muestreo, pues para cada hora de muestreo se tienen estimas por exceso o por defecto de la masa exportada según el valor de *LN* (como puede observarse en la Figura 4.14 para todo el intervalo de valores de *LN* que se ha presentado en 1995 y 1996) con lo que el error no será por exceso o por defecto sistemáticamente sino que dependerá de la distribución en el año de los valores de *LN*.

Tabla 4.12. Desagüe de Violada en D-14. Errores cometidos en la estimación de la masa de $N\text{-}NO_3^-$ exportada como producto del caudal medio diario por la concentración instantánea según la hora de muestreo durante las campañas de riego de 1995 y 1996.

Campaña de 1995

	Masa corregida	Hora de muestreo			
		12 h	**0 h**	**10 h**	**12 y 0 h**
Valores estimados (Mg)	***224,54***	220,54	227,20	224,83	222,14
Error relativo		-1,8%	1,2%	0,1%	-1,1%

Campaña de 1996

	Masa corregida	Hora de muestreo			
		12 h	**0 h**	**10 h**	**12 y 0 h**
Valores estimados (Mg)	***172,01***	171,82	183,15	168,30	177,83
Error relativo		-0,1%	6,5%	-2,2%	3,4%

Total de las dos campañas

	Masa corregida	Hora de muestreo			
		12 h	**0 h**	**10 h**	**12 y 0 h**
Valores estimados (Mg)	***329,36***	392,36	410,34	393,13	399,97
Error relativo		-1,1%	3,5%	-0,9%	0,9%

2º *Selección de la hora de muestreo óptima*

Con las dieciocho series diarias con datos cada dos horas (con los valores perdidos completados por interpolación o mediante los armónicos ajustados) se ha calculado la masa diaria exportada de sales y nitrógeno (de 12 horas a 12 horas) de las siguientes maneras: 1) como integración por la regla de Simpson de las masas exportadas cada dos horas, que es la manera más precisa para calcular la masa exportada y se toma como masa de referencia, 2) como producto de las concentraciones instantáneas en cada una de las doce horas con muestras por los caudales medios diarios, 3) como producto de la media de las concentraciones instantáneas de dos muestras separadas doce horas, para cada una de las doce posibles combinaciones, por el caudal medio diario y 4) como producto de la concentración instantánea por el caudal instantáneo en cada una de las horas con muestra.

La masa de sales calculada para cada hora por cada uno de los procedimientos 2 y 4 se ha promediado para las dieciocho series disponibles y se ha comparado con la media de las masas de referencia en la Figura 4.15. No se aprecia que se cometan errores mayores si se estima la masa exportada como producto de una concentración instantánea por un caudal instantáneo que si se estima como producto de la concentración instantánea por el caudal medio diario. Con los caudales instantáneos el error máximo llega a ser del 5,1% (para las 8 de la mañana) y para las masas calculadas con los caudales medios diarios del -4,8% (a las 14 horas) mientras que la desviación estándar de las diferencias con la masa de referencia supone el 3,2% de la misma para los caudales instantáneos y el 2,7% para los caudales medios diarios.

Donde sí hay diferencias entre el cálculo de la masa con los caudales instantáneos o con los caudales medios diarios es en la hora que debe elegirse para realizar el muestreo. Si se dispone de los caudales medios diarios se debe muestrear bien entre las 8 y las 10 horas o bien entre las 18 y las 20 horas; mientras que si se emplean los caudales instantáneos las horas de muestreo para las que las masas obtenidas se desvían menos de la masa de referencia serían entre las 12 y las 14 horas (y más cerca del mediodía que de las 14 horas) o entre las 22 y las 0 horas.

Si la masa de sales se estima como el producto de la media de dos concentraciones medidas con un intervalo de separación de doce horas por el caudal medio diario (procedimiento 3) el error cometido resulta muy pequeño cualesquiera que sean las horas de

muestreo, con unas diferencias respecto a la masa de referencia que no superan en ningún caso el 1% y que tienen una desviación estándar que supone sólo el 0,54% de la masa de referencia. Idealmente debería utilizarse la media de las muestras obtenidas a las 12 y a las 24 horas o a las 16 y a las 4 horas, aunque prácticamente cualquier par de muestras separadas por un intervalo de doce horas dará un buen resultado (Figura 4.16).

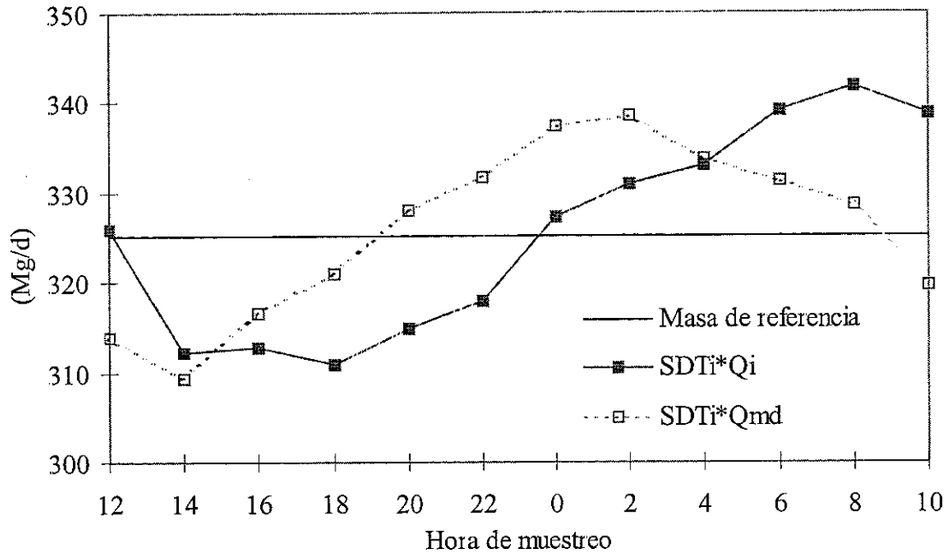


Figura 4.15. Desagüe de Violada en D-14. Masa de sales exportada calculada como producto de las concentraciones instantáneas por el caudal instantáneo (SDTi · Qi) o de la concentración instantánea por el caudal medio diario (SDTi · Qmd) según la hora de muestreo.

En cuanto al cálculo de la masa de nitrógeno exportada, si se emplean muestras individuales las diferencias en porcentaje de las masas calculadas con los caudales instantáneos o con los caudales medios diarios respecto de la masa de referencia son ligeramente mayores que para la masa de sales. Las masas calculadas con los caudales instantáneos difieren en promedio un 3,3% de la masa de referencia y las calculadas con los caudales medios diarios un 2,2%. Las horas óptimas para muestrear vuelven a situarse entre las 8 y las 10 horas o entre las 18 y las 20 horas si se utilizan los caudales medios diarios. Si se emplean los caudales instantáneos las mejores horas estarían entre las 12 y las 14 y algo después de las 2, esta última retrasada respecto a la hora correspondiente para estimar la masa de sales (Figura 4.17).

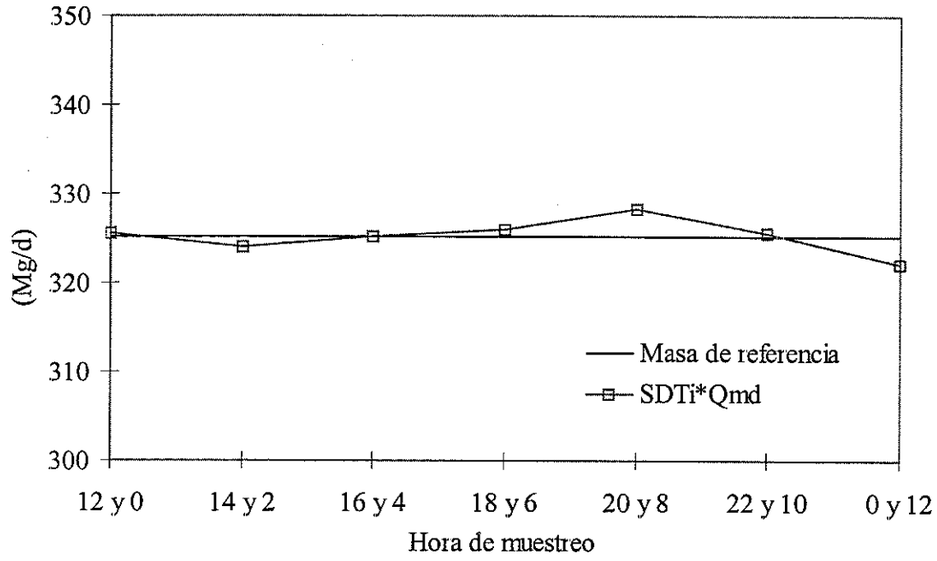


Figura 4.16. Desagüe de Violada en D-14. Masa de sales exportada calculada como producto de la media de las concentraciones instantáneas medidas con 12 horas de diferencia por el caudal medio diario (SDTi · Qmd) según la hora de muestreo.

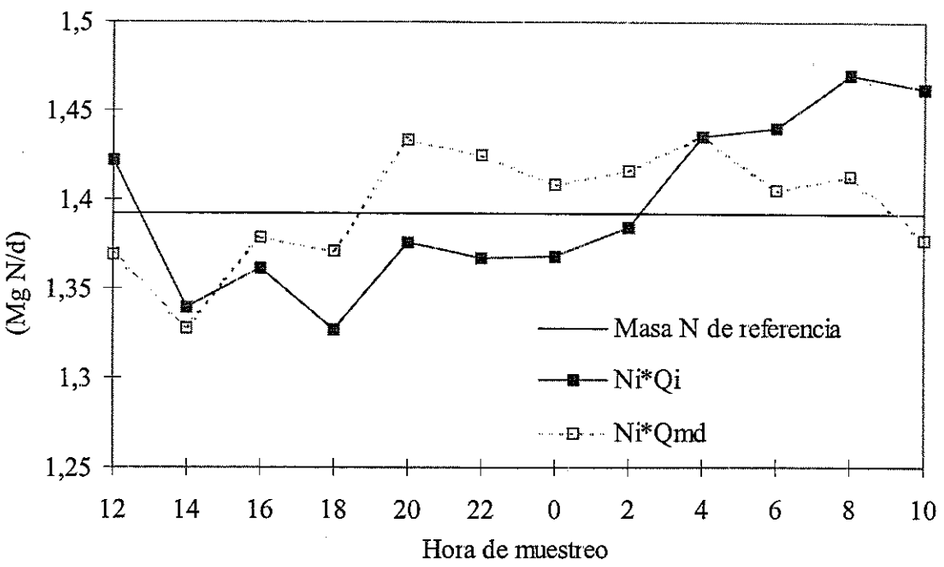


Figura 4.17. Desagüe de Violada en D-14. Masa de $N\text{-}NO_3^-$ exportada calculada como producto de las concentraciones instantáneas por el caudal instantáneo (Ni · Qi) o por el caudal medio diario (Ni · Qmd) según la hora de muestreo.

Si se emplean dos muestras (Figura 4.18), el error máximo supone tan sólo el 2,2% de la masa de referencia (con las muestras de las 8 y las 14 horas) y la desviación estándar de los errores supone sólo el 1,2% de la masa de referencia. Cualquier hora de muestreo daría resultados satisfactorios, pero las mejores horas resultan ser las 12 y las 0 o las 18 y las 6 horas.

Para estimar la masa de sales y de $N\text{-}NO_3^-$ exportada con una sola muestra diaria, ésta debería tomarse a las nueve de la mañana si se dispone de los caudales medios diarios. Si, además, ha de utilizarse la lectura de caudal instantáneo y estimar la masa como producto de la concentración por el caudal instantáneo, la hora de muestreo debería estar entre las doce y la una del mediodía.

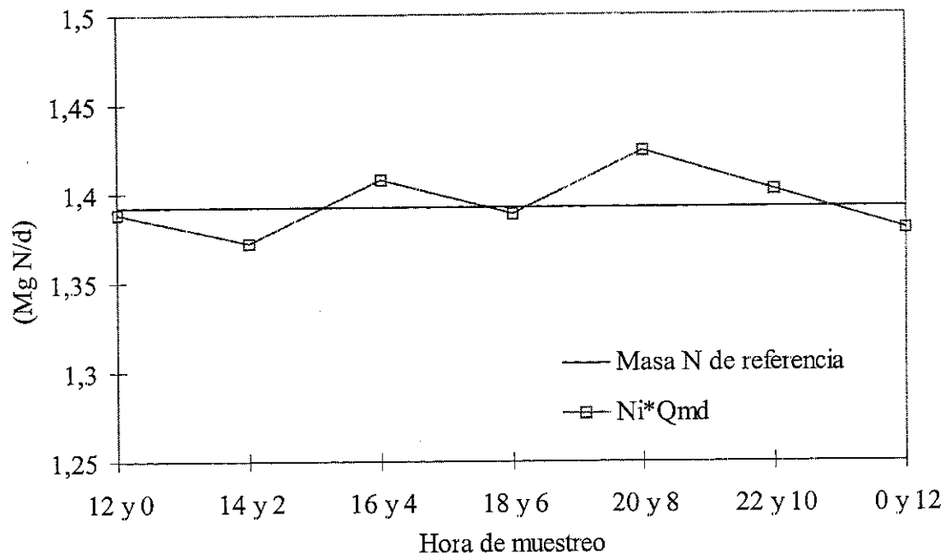


Figura 4.18. Desagüe de Violada en D-14. Masa de nitrógeno exportada calculada como producto de la media de las concentraciones instantáneas medidas con 12 horas de diferencia por el caudal medio diario (Ni · Qmd) según la hora de muestreo.

4.1.2.3. Calendario de muestreo

La estimación de la masa total de sales o nitrógeno exportada en la campaña de riegos presenta sólo ligeras diferencias en función de la hora de muestreo; pero tener esa fiabilidad en el resultado se basa en la posibilidad de tomar una muestra diaria de agua, lo que puede ser inabordable si no se dispone de un muestreador automático. En este apartado se analiza cual

es la frecuencia mínima de muestreo en D-14 para tener una estima suficientemente precisa de la masa exportada.

En primer lugar se analiza la variación semanal de la *CE* y la concentración de nitrato y por tanto de la masa de sales y nitrógeno nítrico exportada. La posibilidad de que exista una variación semanal sistemática en las concentraciones del agua de D-14 se justifica por la existencia de una periodicidad semanal en los caudales de riego (apartado 4.3.10).

1º *Variación semanal de la masa de sales y nitrógeno exportada*

Los muestreos llevados a cabo durante la campaña de 1995 permitieron apreciar una variación semanal de la *CE* y de la concentración de nitrato. La variación de estos parámetros durante la campaña de 1996 fue algo diferente, como se aprecia en la Figura 4.19, lo que puede deberse a las precipitaciones más intensas de 1996 que alteran algo la oscilación semanal más patente de 1995.

Mientras en la campaña de 1995 la *CE* es alta de lunes a jueves y disminuye de viernes a domingo, en 1996 los valores más bajos se presentan en domingo y en lunes. La pauta de variación de la concentración de nitrato es más compleja y difícil de explicar. En 1995 se dan los valores mínimos en miércoles y sábado, mientras en 1996 se distinguen los lunes y martes por su valor más alto de NO_3^-.

No existen diferencias significativas entre los días de la semana para las diferencias entre los valores diarios de *CE* y concentración de NO_3^- y el valor medio de cada semana en ninguno de los dos años ($p > 0,05$), lo que indica que no se obtendrían resultados significativamente distintos muestreando en distintos días de la semana.

El efecto de la hora de muestreo conjuntamente con el día de la semana, que se puede estudiar en las semanas completas con muestras recogidas a las 0 y a las 12 horas de 1995, sí es, en cambio, significativo para la *CE*, aunque no para el nitrato ($p < 0,05$), lo que evidencia que puede haber diferencias significativas si se muestrea a distintas horas (a las 0 o a las 12 horas) en distintos días de la semana (Figura 4.20).

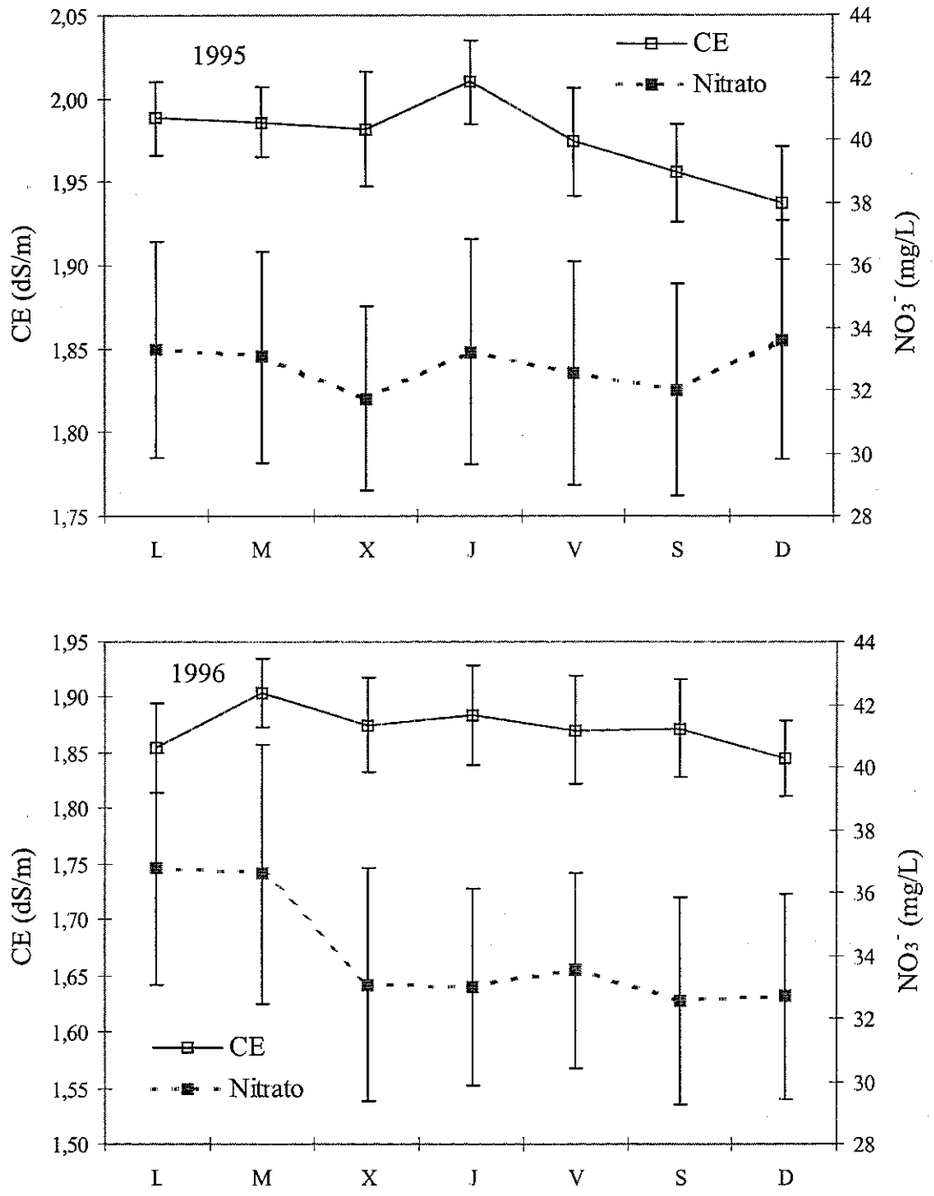


Figura 4.19. Desagüe de Violada en D-14. Variación semanal de la *CE* y la concentración de nitrato durante las campañas de riego de 1995 y 1996. Cada valor es la media de los valores correspondientes a ese día de la semana para todas las semanas completas de cada campaña de riego (14 en 1995 y 16 en 1996). Los valores de 1995 son medias de las medidas tomadas a las 0 y las 12 horas y los de 1996 son resultados de las muestras tomadas a las 10 horas. Las barras indican el error estándar de las observaciones.

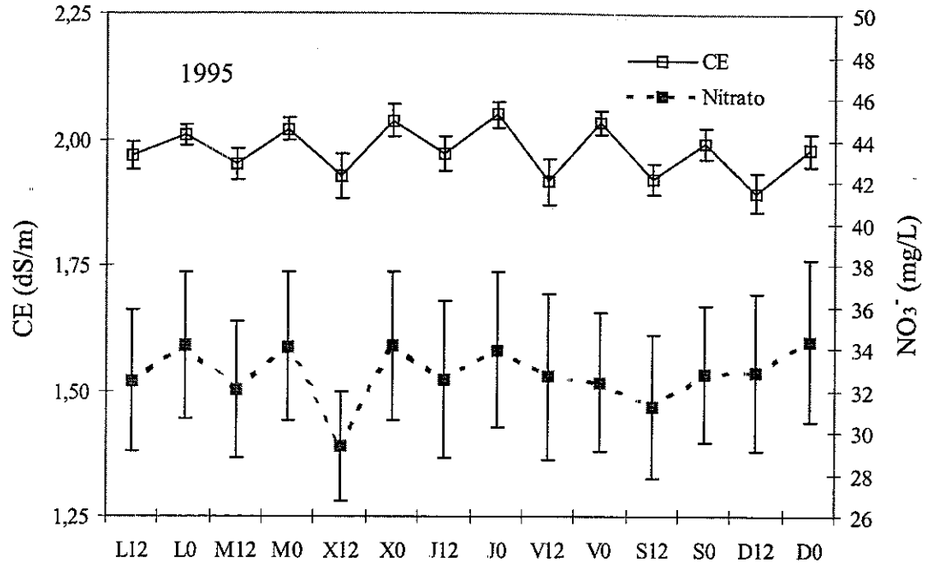


Figura 4.20. Desagüe de La Violada en D-14. Variación del valor de *CE* y de concentración de NO_3^- a las 0 horas y a las 12 horas a lo largo de la semana, para las 14 semanas con datos completos de la campaña de riego de 1995. Las barras verticales representan el error estándar de las observaciones.

La influencia del día de la semana elegido para el muestreo se ha evaluado también mediante las ecuaciones de regresión forzadas por el origen ($Y = b\,X$) entre las masas exportadas de sales y nitratos de cada día de las semanas completas y la masa diaria media de la semana.

Las regresiones resultantes (Tabla 4.13) muestran que las pendientes de las masas de sales no son para ningún día de la semana significativamente distintas de uno, con lo que no hay diferencias significativas según el día de muestreo, aunque para algún día de la semana (los domingos en la campaña de 1996, en particular) los ajustes que se obtienen son pobres.

Estos resultados indican que se debe tener cierta precaución con la periodicidad semanal de las masas exportadas, siendo preferible no utilizar un esquema de muestreo semanal, en el que periodo de muestreo coincida con el periodo de oscilación del caudal y de la masa exportada (Sanders *et al.*, 1983).

Tabla 4.13. Desagüe de La Violada en D-14. Parámetros estimados de la regresión lineal forzada por el origen ($Y = b\,X$) entre la masa semanal media de sales y nitrógeno nítrico de referencia para las semanas completas de las campañas de riego de 1995 (n = 14) y 1996 (n = 16) y la masa obtenida cada día de la semana; *s(b)* es el error estándar de estimación de *b*.

Masa de sales (Mg/d)						
	1995			1996		
Día de la semana	***b*** [2]	***s(b)***	r^2	***b*** [2]	***s(b)***	r^2
Lunes	0,984	0,022	0,881	0,992	0,020	0,694
Martes	0,983	0,016	0,938	0,999	0,017	0,786
Miércoles	1,014	0,017	0,936	1,005	0,015	0,829
Jueves	1,004	0,010	0,977	0,979	0,019	0,729
Viernes	1,003	0,020	0,903	0,985	0,014	0,850
Sábado	0,997	0,018	0,926	0,989	0,017	0,778
Domingo	0,987	0,019	0,917	1,014	0,027	0,460
Masa de $N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)						
	1995			1996		
Día de la semana	***b*** [2]	***s(b)***	r^2	***b*** [2]	***s(b)***	r^2
Lunes	0,970	0,029	0,920	0,882[1]	0,037	0,857
Martes	0,952	0,039	0,854	0,909[1]	0,038	0,857
Miércoles	1,064[1]	0,028	0,939	1,004	0,027	0,939
Jueves	0,994	0,024	0,950	1,021	0,024	0,956
Viernes	1,020	0,034	0,905	1,014	0,023	0,959
Sábado	0,991	0,035	0,894	1,024	0,046	0,836
Domingo	0,924[1]	0,034	0,883	1,031	0,046	0,839

[1] Los valores de *b* son significativamente distintos de uno ($p < 0,05$).
[2] Todas las regresiones son significativas ($p < 0,05$).

En definitiva la influencia del día de la semana elegido para el muestreo sobre la masa de sales o nitrato estimada no está clara. Sobre muestras tomadas a una misma hora, las diferencias que se encuentran entre los días de la semana en 1995 o en 1996 son diferentes. Aunque los valores de *CE* y nitrato de cada día de la semana no son significativamente distintos de la media semanal, la pendiente de la regresión entre la masa de nitrato exportada los miércoles y los sábados en 1995 o los lunes y martes en 1996 frente a la masa media semanal resultó significativamente distinta de uno.

2º *Determinación de un calendario de muestreo para la campaña de riego*

Para determinar el número mínimo de observaciones necesario para estimar con suficiente aproximación las masas de sales y de nitrato exportadas se analizaron las poblaciones de estas variables en las campañas de riego de 1995 y 1996. Se supone que las masas exportadas se calculan a partir de una o dos muestras diarias mediante alguno de los procedimientos señalados en el apartado anterior que no introducen sesgo en la estima de las masas.

La varianza de las poblaciones de la masa de sales es de 9402 $(Mg/d)^2$ en la campaña de 1995 y de 1521 $(Mg/d)^2$ en la de 1996. Para las masas de nitrato las varianzas ascienden a 6,8 $(Mg/d)^2$ en 1995 y a 4,2 $(Mg/d)^2$ en 1996. Se tomó un nivel de significación del 95% y se calculó el número de muestras necesario para obtener una estima de la masa media diaria de sales o nitrato que no difiriera de la masa media diaria real de las poblaciones de cada campaña en más de un 5, 10, 15 o 20% mediante la ecuación (Gilbert, 1987):

$$n = \frac{\left(\frac{t_{1-\alpha/2;n-1}\cdot\sigma}{d}\right)^2}{1+\frac{\left(\frac{t_{1-\alpha/2;n-1}\cdot\sigma}{d}\right)^2}{N}}$$

en la que α es el nivel de significación (el 95%), n es el número de muestras necesario, σ es la desviación estándar de la población, d es el valor de la desviación de la media muestral respecto de la de la población que aceptamos en cada caso (el 5, 10, 15 o 20%) y N es el número de elementos de la población (como se toma la totalidad de las dos campañas de riego, incluidos los días de riego de los meses de marzo y octubre son 209 días en 1995 y 205 días en 1996). Mediante este procedimiento no se tiene en cuenta la autocorrelación entre los valores diarios, pero como se verá da resultados satisfactorios. Los resultados se presentan en la Tabla 4.14.

Existe muy poca discrepancia entre el número de muestras necesario para estimar la masa de $N\text{-}NO_3^-$ entre las dos campañas de riego, para los distintos niveles de exactitud prefijados. En cambio, para estimar la masa de sales con una exactitud dada son necesarias más muestras en la campaña de 1995 que en la de 1996, más del doble, debido a la mayor variabilidad de la masa exportada diaria en 1995 que en 1996.

Tabla 4.14. Desagüe de La Violada en D-14. Número de muestras necesario (n) para obtener estimaciones de la masa media diaria (y por lo tanto de la masa total) exportada durante las campañas de riego de 1995 y 1996 que no difieran de la media de las poblaciones en más de un porcentaje prefijado (P %) con un nivel de confianza del 95%.

	Masa de sales		Masa de $N\text{-}NO_3^-$	
P	1995	1996	1995	1996
5%	110	53	147	145
10%	46	18	78	77
15%	25	10	45	45
20%	16	7	29	29

Para un mismo nivel de exactitud son necesarias más muestras para estimar la masa de nitrato que para estimar la masa de sales; esto es, la estimación de la masa de nitrato con una exactitud dada requiere un mayor esfuerzo de muestreo que la estimación de la masa de sales. Por eso se ha optado por proponer, sobre los resultados de la Tabla 4.14 un muestreo consistente en 46 muestras durante la campaña de riego, que permite asegurar unos resultados que no difieren en más de un 10% del valor real en masa de sales ni más de un 15% en la masa de nitrato para un intervalo de confianza del 95%.

Las muestras se tomarán sistemáticamente, con un intervalo entre muestras de 5 días y los días de muestreo se establecerán según el procedimiento de Lahiri (Gilbert, 1987). De esta manera se asegura además que todos los días de la semana estén representados en la muestra, puesto que la periodicidad del muestreo no es de una semana y no coincide con las posibles oscilaciones semanales. Las muestras se tomarían a las horas determinadas en el apartado anterior para obtener estimas correctas de las masas de referencia: a las 9 horas si se dispone de los caudales medios diarios o a las doce y media de la mañana si no se va a disponer de ellos. El efecto de la autocorrelación entre los valores cada 5 días (las muestras del plan propuesto) no puede tenerse en cuenta porque la serie presenta saltos manifiestos, en el caso del nitrato, y una clara periodicidad en el caso de la masa de sales. No obstante, la masa calculada con las primeras cinco posibilidades de muestreo derivadas del plan propuesto da valores muy acordes con la masa de referencia (Tabla 4.15).

Tabla 4.15. Desagüe de La Violada en D-14. Masas exportadas de sales y de $N\text{-}NO_3^-$ estimadas con las cinco posibilidades del plan de muestreo propuesto y masas exportadas calculadas con todos los datos diarios (masa de referencia). N es el número de días de la campaña de riego y n el número de muestras; en 1995 el intervalo entre muestras es de 5 días y en 1996, de 4 días.

Plan de	1995 (N = 209)			1996 (N = 205)		
muestreo	n	Sales	$N\text{-}NO_3^-$	n	Sales	$N\text{-}NO_3^-$
1	42	53067	215,5	52	37985	168,2
2	42	52674	217,5	51	38680	170,7
3	42	52429	217,7	51	37984	172,4
4	42	53596	222,1	51	37898	169,4
5	41	54333	223,9	51	38231	170,0
Masa de referencia	-	53215	219,3	-	38136	170,2

La media de los valores obtenidos por cada una de las posibilidades de muestreo no difiere significativamente de la masa exportada calculada con todos los valores diarios ($p >$ 0,05), y en ningún caso los resultados difieren del valor de referencia en más del porcentaje prefijado (10% para la masa de sales y 15% para la masa de nitrato) lo que viene a corroborar que el número de muestras es suficiente para los objetivos propuestos y que la influencia de la autocorrelación no es relevante.

En definitiva, un muestreo sistemático consistente en tomar 46 muestras durante la campaña de riego cada cuatro o cinco días (elegido el primero de modo aleatorio) en torno a las 9 horas, permitiría obtener la masa de sales exportada con un error inferior al 10% de su valor real y la masa de nitrato con un error inferior al 15% de su valor real con una seguridad del 95%.

4.1.3. Masa de sales exportada por el Barranco de La Violada

La masa de sales exportada diariamente por el Barranco de La Violada a través del punto D-14 se calculó como el producto de las concentraciones de sólidos disueltos totales (calculadas a partir de la *CE* medida en dos (1995) o una (1996) muestra de agua diaria) por el caudal medio diario. Los valores mensuales se han obtenido como la suma de los valores diarios corregidos según la hora de muestreo.

La masa de sales exportada por D-14 asciende a 68786 Mg en 1995 y a 59428 Mg en 1996 (Tabla 4.16). La diferencia entre ambos años se debe sobre todo al mayor volumen de drenaje de 1995, especialmente durante la campaña de riego

La concentración de sólidos disueltos totales (*SDT*) es prácticamente la misma en las dos campañas de riego, 1804 mg/L en 1995 y 1777 mg/L en 1996, mientras que el volumen de agua exportada es muy superior en 1995, dando lugar a una masa exportada mucho mayor en la campaña de riego de 1995: 50736 Mg en 1995 y 35444 Mg en 1996

Tabla 4.16. Desagüe de Violada en D-14. Concentración media mensual de sales (*SDT*, mg/L) y masa mensual de sales exportada (*L*, Mg) durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96. El valor de *SDT* es el cociente entre el valor de *L* y el volumen de drenaje mensual.

Meses	1994-95		1995-96	
	SDT (mg/L)	L (Mg)	SDT (mg/L)	L (Mg)
Octubre	1461	5248	1703	3604
Noviembre	1473	3697	1879	2580
Diciembre	1713	2941	1818	2793
Enero	605	1515	1674	5885
Febrero	1018	2038	1954	5188
Marzo	930	2611	1940	3934
Abril	1679	5350	1871	5531
Mayo	1815	6337	1857	4816
Junio	1811	9878	1794	6327
Julio	1850	11314	1712	7238
Agosto	1816	10295	1667	6412
Septiembre	1849	7563	1765	5121
Campaña de riego (abril-septiembre)	*1804*	*50736*	*1777*	*35444*
Periodo de no riego (octubre-marzo)	*1207*	*18049*	*1836*	*23984*
Total anual	**1503**	**68786**	**1812**	**59428**

En las estaciones de no riego el valor de *SDT* fue muy superior en 1996 (1836 mg/L frente a 1201 mg/L en 1995) debido sobre todo a los aportes directos del canal, más elevados en 1995. La masa de sales exportada resultó mayor en la estación de no riego de 1996 que en la de 1995 (23984 Mg en 1996 frente a 18049 Mg en 1995) por la contribución de los meses de enero a marzo de 1996, en los que se presentaron grandes volúmenes de drenaje con valores altos de *CE* debido a la elevación del caudal base que supusieron las precipitaciones de esos meses.

El hecho de que la concentración media de 1994-95 (1503 mg/L) sea menor que la de 1995-96 (1812 mg/L) se debe a la menor concentración del agua en la estación de no riego de 1994-95, por los aportes de agua del Canal de Monegros.

En cambio, la concentración media de la campaña de riego de 1995 es algo mayor que la de 1996. Si los aportes de agua del canal son mayores en 1995 que en 1996 (como se deduce de la menor concentración de los desagües D-2 e I-5 en 1995, apartado 4.1.1) es necesario que en 1995 sea también mayor la proporción de agua de drenaje (caudal base) para que la concentración resultante sea similar o ligeramente más alta. Esto supone que en 1995 no sólo es mayor el volumen de agua de cola sino también el volumen de agua de percolación, de lo que debe resultar un riego más ineficiente, puesto que los volúmenes de riego son prácticamente los mismos los dos años.

En la Figura 4.21 se observa que la variación de la masa de sales sigue la misma pauta que la variación del caudal, sobre todo en 1995-96 en que los *SDT* se mantienen prácticamente constantes. En 1994-95 se presenta un menor paralelismo entre las dos curvas por las mayores oscilaciones de los *SDT*. Mientras en 1995-96 los mayores valores de *SDT* se dan en los periodos de caudales bajos de la estación de no riego, con un valor máximo diario en octubre de 1995 de 2392 mg/L, los valores de la estación de no riego del año 1994-95 son mucho más bajos, con un valor máximo diario de 1980 mg/L.

El valor máximo diario en la masa de sales disueltas exportadas por D-14 se produce durante la campaña de riego de 1995 (el 28 de junio) y es de 415 Mg/día, mientras que en la campaña de riego de 1996 sólo se alcanzan los 267 Mg/día (el 27 de julio). La parte más importante de la exportación de sales tiene lugar durante las dos campañas de riego (Figura 4.22) como consecuencia de los mayores volúmenes de agua de drenaje y de las altas

concentraciones; pero las concentraciones máximas puntuales se presentan en el periodo de no riego.

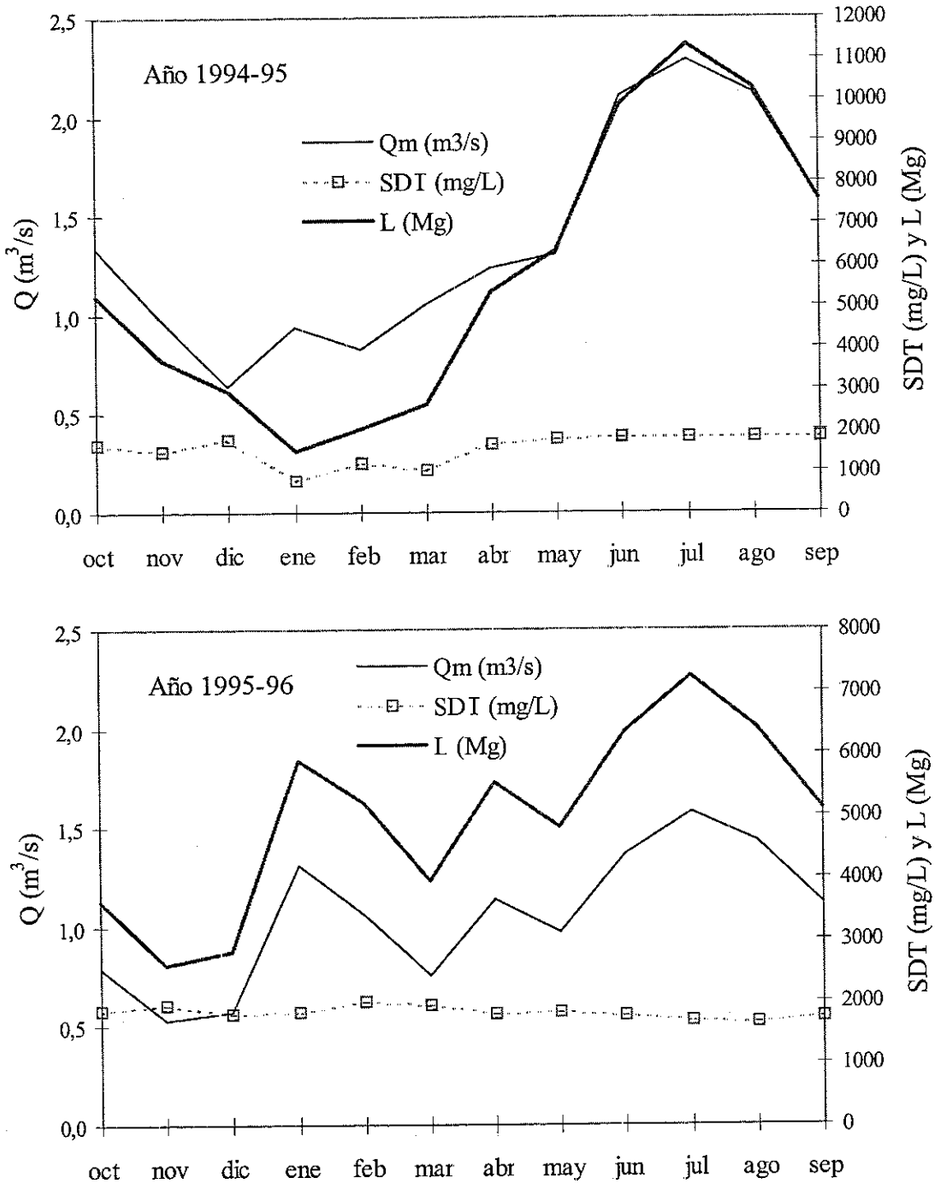


Figura 4.21. Desagüe de Violada en D-14. Sólidos disueltos totales (*SDT*) y caudal (*Q*) medios mensuales y masa de sales exportada cada mes (*L*) durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Los valores mínimos absolutos de concentración (*SDT*) se presentan fuera de la estación de riego, coincidiendo con aportaciones de agua del canal, tanto en 1995 como en 1996 (210 mg/L el 5 de octubre de 1994 y 363 mg/L el 21 de noviembre de 1995).

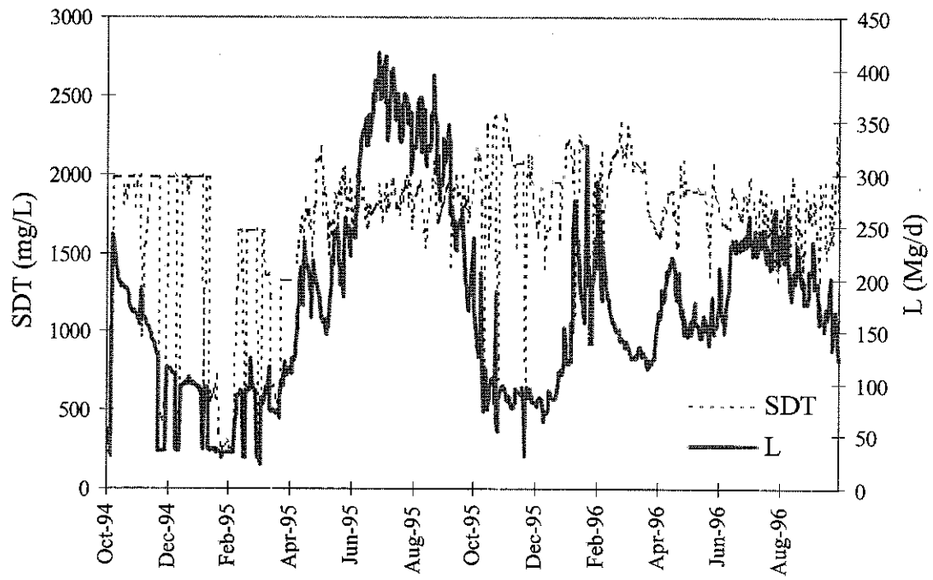


Figura 4.22. Desagüe de Violada en D-14. Valores diarios estimados de sólidos disueltos totales (*SDT*) y de masa de sales exportada por D-14 (*L*) durante los años de estudio.

4.1.3.1. Comparación entre las masas de sales exportadas en los años 80 (1981-84) y 90 (1994-96)

En trabajos anteriores realizados en la misma zona de estudio Torres (1983) y Quílez (1985) calcularon la masa de sales exportada por D-14 y la concentración de sólidos disueltos totales *SDT* (mg/L). También en esos trabajos la *CE* de las muestras de agua se transformaba a *SDT* mediante un regresión lineal y la masa exportada cada día se tomaba como el producto de los *SDT* por el caudal medio diario (*Q*) si bien la frecuencia de muestreo no era diaria y los resultados se obtenían sobre una base mensual. Los valores medios mensuales de caudal, *SDT* y masa de sal medida por estos autores en D-14 durante los años 1981/82 a 1983/84 y los medidos en este trabajo se presentan en la Figura 4.23.

Servicio de Investigación Agraria D.G.A. BIBLIOTECA

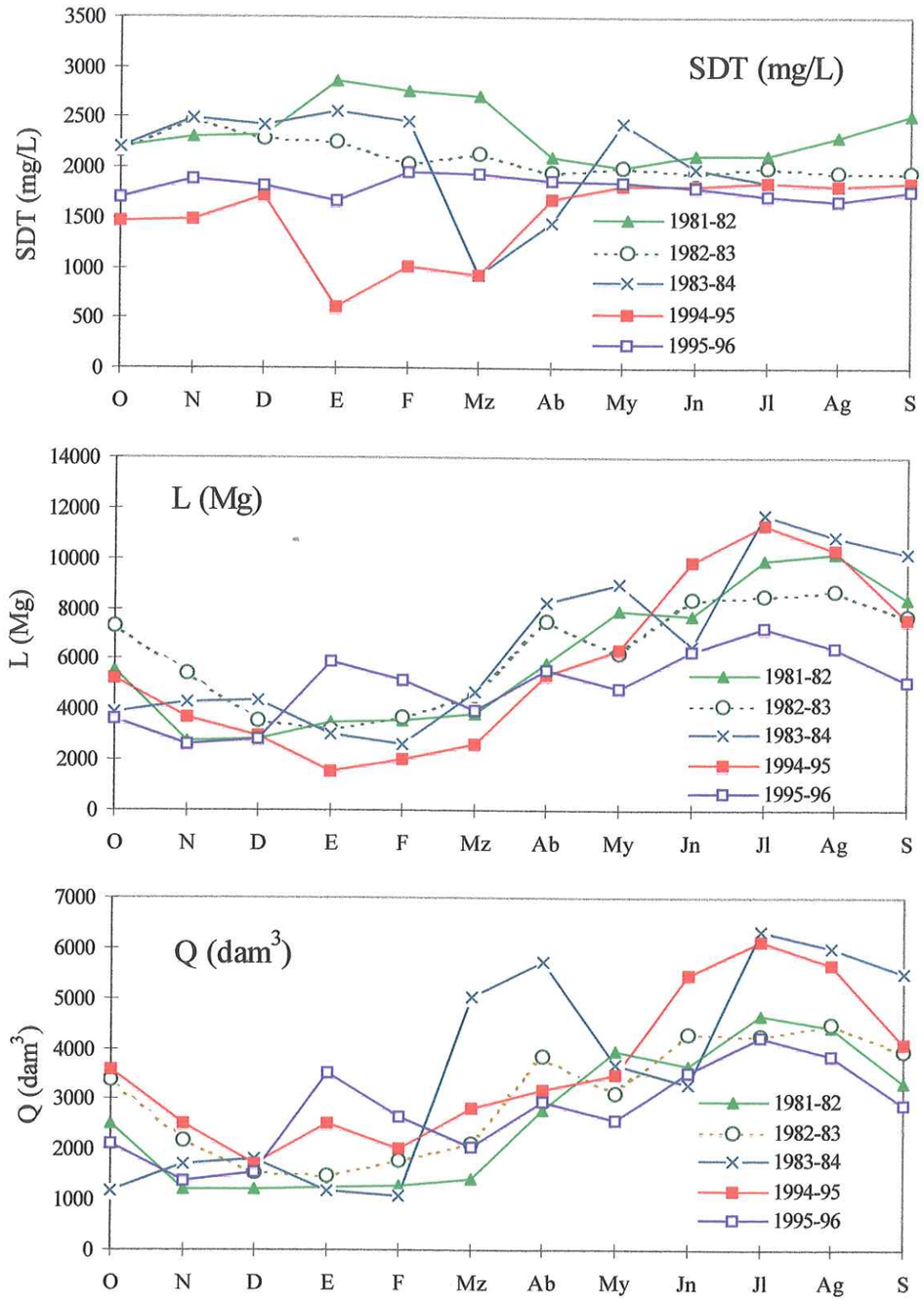


Figura 4.23. Desagüe de Violada en D-14. Valor medio mensual de sólidos disueltos totales (*SDT*) y caudal (*Q*) y masa de sales (*L*) exportada mensualmente por D-14 durante los años hidrológicos 1981-82, 1982-83, 1983-84, 1994-95 y 1995-96.

La concentración de sólidos disueltos en el agua de drenaje es en general ligeramente mayor durante los meses de no riego que en la estación de riego, aunque los aportes del canal durante la época de no riego producen algunos mínimos en los *SDT* como ocurre en 1994-95 y en marzo de 1984. En la estación de no riego se presenta una gran variabilidad de *SDT* dentro de cada año y entre años, mientras que los valores son mucho más estables y parecidos dentro de la campaña de riego.

La masa de sales exportada es siempre mucho mayor durante la campaña de riego (oscilando entre el 60% del total en 1996 y el 74% en 1995) y es máxima en los meses de julio y agosto; sólo en 1996 la masa de sales de enero y febrero llega a ser tan alta como la de los meses de verano. Esto es debido a los volúmenes de drenaje mayores de la campaña de riego.

Los valores medios mensuales de los *SDT* son menores en general en los años 90 que en los 80. La masa anual de sales exportada por D-14 es menor en los años 1994-95 y 1995-96 que en los años de 1981-82 a 1983-84. La masa exportada durante la campaña de riegos es menor en 1995-96 que en los años 1982 a 1984 y 1994-95 (Tabla 4.17).

Los valores de sal exportada por unidad de superficie son difíciles de determinar porque es poco riguroso afirmar que toda la sal procede del regadío. Si aceptamos que la sal exportada en los meses de riego (de abril a septiembre) procede íntegramente de la superficie en regadío del polígono la masa exportada por unidad de superficie ascendería a 13,2 Mg/ha en 1995 y 9,2 Mg/ha en 1996. La Tabla 4.17 presenta los valores de masa de sales exportada por unidad de superficie en los cinco años para los que se dispone de datos.

La masa anual de sales exportada por unidad de superficie es un 14% menor en los años 90 que en los años 80, 16,6 Mg/ha como media en los años 90 frente a 19,3 Mg/ha de media en los 80 (Tabla 4.17). Dentro de las campañas de riego se repite el mismo fenómeno, la masa de sales exportada es un 15% menor en los años 90 (11,2 Mg/ha) que en los 80 (13,1 Mg/ha), aunque esas diferencias pueden deberse a los años empleados y no a una reducción real de la masa de sales exportada por unidad de superficie.

Servicio de Investigación Agraria D.G.A. BIBLIOTECA

Tabla 4.17. Desagüe de Violada en D-14. Masa de sales exportada y superficie regada durante todo el año y durante la campaña de riego por unidad de superficie de regadío cada uno de los años en que se dispone de datos.

Año hidrológico							
	Años 80				**Años 90**		
	1981-82	**1982-83**	**1983-84**	**Media 80**	**1994-95**	**1995-96**	**Media 90**
Masa de sales exportada (Mg)	71910	74749	79392	75350	68786	59428	64168
Volumen de drenaje (dam^3)	31639	36434	42471	36848	43122	33250	38186
Superficie de regadío (ha)	3913	3913	3913	3913	3862	3864	3863
Masa unitaria de sales exportada (Mg/ha)	18,4	19,1	20,3	19,3	17,8	15,4	16,6
Estación de riego							
	Años 80				**Años 90**		
	1981-82	**1982-83**	**1983-84**	**Media 80**	**1994-95**	**1995-96**	**Media 90**
Masa de sales exportada (Mg)	49897	47044	56512	51151	50736	35444	43151
Volumen de drenaje (dam^3)	22779	23927	30502	25736	27988	20025	24007
Superficie de regadío (ha)	3913	3913	3913	3913	3862	3864	3863
Masa unitaria de sales exportada (Mg/ha)	12,8	12,0	14,4	13,1	13,2	9,2	11,2
Estación de no riego							
	Años 80				**Años 90**		
	1981-82	**1982-83**	**1983-84**	**Media 80**	**1994-95**	**1995-96**	**Media 90**
Masa de sales exportada (Mg)	22013	27705	22880	24199	18049	23984	21107
Volumen de drenaje (dam^3)	8860	12507	11969	11112	15134	13225	14180

El valor medio de *SDT* del agua de drenaje en la campaña de riegos es en promedio un 10% menor durante los años 90 que en los 80 (Tabla 4.18) lo que puede significar que se está produciendo un descenso de la concentración del agua de drenaje de la estación de riego. Los valores de la estación de no riego son mucho más variables porque la concentración del agua de drenaje en esta estación depende en gran medida de los aportes directos de agua del canal, que provocan los bajos valores de 1994-95, pero también parece estar descendiendo. Este hecho podría indicar que se está produciendo un lavado de las sales de la zona, que da lugar a

menores concentraciones del agua de drenaje con el tiempo, pero las diferencias no son suficientemente claras para aceptar una evidencia en este sentido

Tabla 4.18. Desagüe de Violada en D-14. Concentración media ponderada del agua de drenaje en la estación de riego (abril-septiembre), no riego (octubre-marzo) y año hidrológico para los cinco años considerados.

***SDT* (mg/L)**	**1981-82**	**1982-83**	**1983-84**	**1994-95**	**1995-96**
Campaña de Riego	2190	1966	1853	1804	1777
Periodo de no Riego	2485	2215	1912	1207	1836
Año hidrológico	2273	2052	1869	1509	1812

Aunque la concentración del agua del barranco (salvo cuando se producen grandes aportaciones del canal, como en 1995) desciende ligeramente, las diferencias entre las masas de sales exportadas de una campaña de riego a otra obedecen más a las diferencias entre los volúmenes de drenaje (Figura 4.24). En la Tabla 4.17 se presentan los valores de masa de sales y volumen por D-14 para las campañas de riego y periodos de no riego de los cinco años

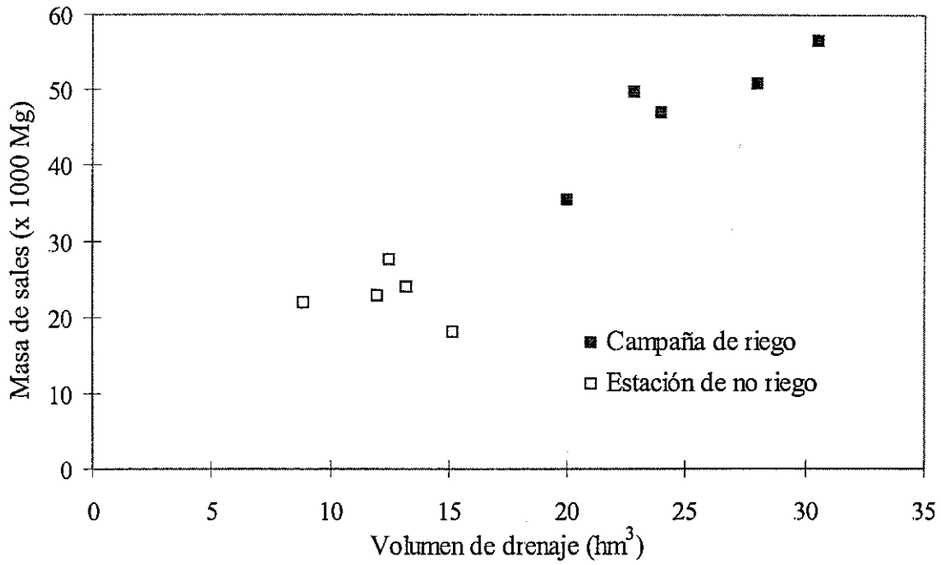


Figura 4.24. Desagüe de Violada en D-14. Masa de sal exportada frente a volumen de drenaje en las campañas de riego y las estaciones de no riego de los cinco años hidrológicos considerados.

Aunque la relación entre masa de sales exportada y volumen de drenaje durante la estación de no riego no sigue un comportamiento tan definido como en la estación de riego, debido a las aportaciones del Canal de Monegros, sin embargo sí que se observa un comportamiento global similar al observado en la estación de riego (Figura 4.24), algo desvirtuado por la estación de no riego de 1994-95, que presenta un caudal alto y una masa de sal baja.

Si se considera la relación entre volúmenes de drenaje y masas de sales exportadas mensualmente se observa que la tendencia es a obtener mayores masas exportadas con mayores volúmenes de drenaje (Figura 4.25). Los meses de la estación de no riego de 1994-95, así como marzo y abril de 1984, perturban algo esta relación, ya que las grandes aportaciones del canal provocan una dilución y la masa de sal exportada es menor para los mismos caudales. De modo generalizado, los meses de verano presentan mayores volúmenes de agua y masas de sales exportadas y son los meses de la campaña de riego de 1982 los que presentan una relación mayor entre masa de sales y volumen de drenaje (están algo por encima del resto de los puntos).

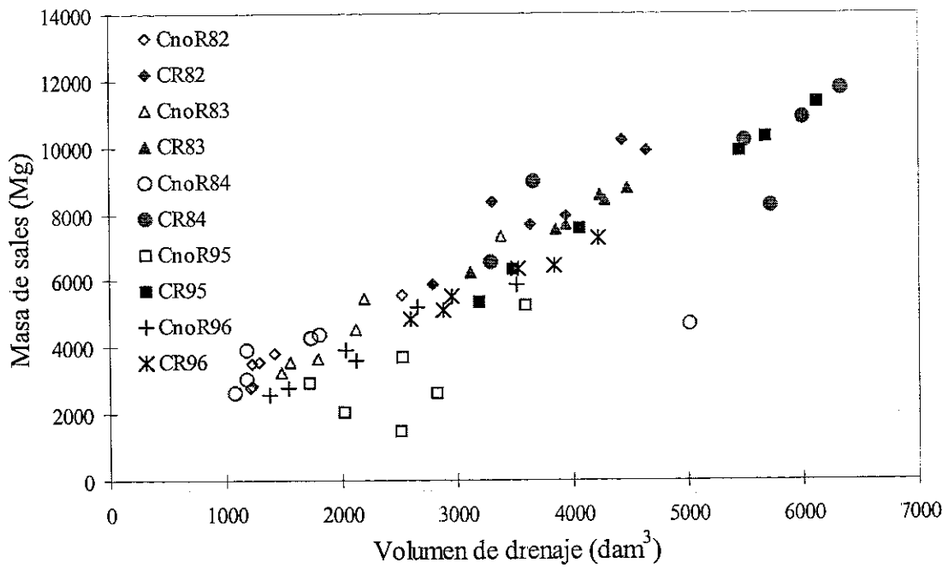


Figura 4.25. Desagüe de Violada en D-14. Volúmenes mensuales de drenaje y masa de sales exportadas por el Barranco de La Violada en los meses de campaña de riegos (*CR*) y en los de la estación de no riego (*CnoR*) de los cinco años hidrológicos analizados (1982, 1983, 1984, 1995 y 1996).

La relación entre el volumen mensual de drenaje y la masa de sales exportada por el barranco en D-14 es estrecha y permite estimar la masa de sales a partir de los datos de volumen de agua, mediante regresión. La ecuación lineal ajustada es:

$$L(Mg/mes) = 792{,}469 + 1{,}641 \times Q(dam^3/mes) \qquad r^2 = 0{,}809$$

donde L es la masa de sales exportada por el barranco en un mes y Q el volumen de drenaje de ese mes.

Los volúmenes de riego no han sido menores en 1995 (34,6 hm^3) y 1996 (35,8 hm^3) que en las campañas de 1982, 1983 y 1984 (32,6 hm^3, 39,4 hm^3 y 35,5 hm^3, respectivamente). Asimismo, los volúmenes de drenaje en las campañas de riego han sido del mismo orden de magnitud (Tabla 4.17). Sin embargo, existe una diferencia aparente entre el valor *precipitación+riego-evapotranspiración* (*P+R-ET*) durante la campaña de riego, que, asumiendo régimen permanente de la humedad del suelo se puede considerar como un índice del agua disponible para drenaje y que toma valores algo inferiores para los años 1995 y 1996 (Tabla 4.19). También se presenta un aumento de la eficiencia en el uso del agua (*WUE = ET/(R+Pef)*) y de la eficiencia de aplicación del riego (*IAE = (ET-Pef)/R*) entre los años 80 y los 90.

Tabla 4.19. Desagüe de Violada en D-14. Valores de precipitación efectiva (*Pef*); *precipitación+riego-ET* (*P+R-ET*) de la superficie en regadío, que se considera relacionado con el agua disponible para el drenaje; agua disponible para drenaje menos agua de drenaje (*P+R-ET-Q*); eficiencia en el uso del agua (*WUE = ET/(R+Pef)*) y eficiencia de aplicación del riego (*IAE = (ET-Pef)/R*) en cada una de las cinco campañas de riego analizadas.

	1982	**1983**	**1984**	**1995**	**1996**
P	10912,0	6854,0	8174,3	4514,5	7998,4
Pef	7561,7	4686,6	4953,9	3080,2	5918,4
R	32620,2	39430,2	35487,4	34578,1	35805,6
ET	20846,0	20610,0	18632,3	19339,9	22074,5
P+R-ET	22686,2	25674,2	25029,4	19752,6	21729,5
P+R-ET-Q	-92,7	1747,3	-5472,3	-8235,2	1704,1
WUE	51,9%	46,7%	46,1%	52,3%	56,9%
IAE	40,7%	40,4%	38,5%	48,1%	49,7%

El valor *P+R-ET-Q* es la diferencia entre el volumen disponible para drenaje y el drenaje real, siempre en ausencia de otras fuentes de agua y asumiendo una variación nula del contenido de agua en el sistema. Este valor resulta próximo a cero o ligeramente positivo para

los años 1982, 1983 y 1996, lo que significa una pequeña diferencia entre el drenaje real y el volumen disponible, y una variación en el agua almacenada en el suelo pequeña durante las campañas de riego. En cambio, en las campañas 1984 y 1995 el valor *P+R-ET-Q* toma valores negativos bastante altos, indicando bien un error en las cantidades estimadas o bien que existe esos años un aporte de agua distinto al sistema. Ese aporte no debe consistir en agua de menor salinidad, puesto que los *SDT* de esos años no resultan inferiores a los de las otras campañas de riego. Esto obliga a suponer que además del agua aportada en 1995 por el Canal de Monegros a través de D-2 e I-5, existe otro aporte de agua de mayor salinidad durante esa campaña y la de 1984.

Aunque los resultados de este apartado no son concluyentes ya que solo se dispone de datos de cinco años que, además, tienen unas diferencias de comportamiento apreciables entre ellos, entre las campañas de riego de los años 80 y 90 se han observado en promedio las siguientes diferencias: (1) el agua disponible para drenaje (*P+R-ET*) es un 13% menor en los 90 que en los 80, (2) el volumen de drenaje es un 7% inferior en los 90 que en los 80, (3) los sólidos disueltos totales son un 11% inferiores en los 90 que en los 80, y (4) la masa de sales exportada es un 16% menor en los años 90 que en los años 80. Esta tendencia aparente a la reducción del volumen, concentración y masa de sales exportadas en los años 90 respecto a la de los años 80 queda bastante oculta por el comportamiento anómalo de las campañas de 1984 y 1995, en las que se registraron volúmenes de drenaje (y por tanto masas de sales) claramente más altos que en los demás años de sus series y en las que el agua disponible para drenaje fue muy inferior al volumen de drenaje (la diferencia *P+R-ET-Q* toma valores negativos muy altos).

La masa de sales exportada por unidad de superficie durante las campañas de riego se redujo asimismo en torno a un 15% (desde los 13,1 Mg/ha de los años 80 a los 11,2 Mg/ha de los años 90), aunque los aportes unitarios mayores se midieron en los años 1984 (14,4 Mg/ha) y 1995 (13,2 Mg/ha), siendo bastante más altos que los demás valores de sus series respectivas. Se necesitan resultados de más campañas de riego para confirmar o rebatir esta aparente tendencia al descenso en la masa de sales exportada por el polígono de riego de La Violada.

La masa de sales exportada durante la campaña de riego parece estar más relacionada con la eficiencia en el uso del agua y con la eficiencia de aplicación del riego. En los años

1982 a 1984 la *WUE* toma un valor promedio del 48,2% frente al promedio de 54,6% en 1995 y 1996. La *IAE* también aumenta de los años 80 (39,9% de media) a los años 90 (48,9% en promedio). Esta mejora de la eficiencia de riego (Tabla 4.19) puede ser responsable de la disminución del lavado de sales entre los años 80 y los 90, puesto que al ser mejor el aprovechamiento del agua de riego se produce una menor percolación y se reduce la masa de sales exportadas con las aguas de drenaje.

4.1.3.2. Composición iónica del agua del Barranco de La Violada

Se dispone de datos de análisis de los iones mayoritarios del agua del Barranco de La Violada de los trabajos de Torres (1983) y de las muestras tomadas para esta tesis. Las primeras muestras se tomaron de julio de 1981 a abril de 1982 y las más recientes de diciembre de 1994 a abril de 1995, en julio de 1996 y de mayo a diciembre de 1997. Tomando sólo aquéllas muestras que tienen analizados todos los iones principales (excepto HCO_3^-) se ha estudiado la composición iónica del agua del Barranco de La Violada en D-14. Las muestras empleadas y su composición se presentan en el Anejo 7.

Las tres series de datos (1981-82, 1994-96 y 1997) se han analizado en primer lugar por separado, considerando sólo los iones SO_4^{2-}, Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+} y Na^+, mediante análisis factorial y se han obtenido dos factores principales relacionados de manera algo distinta en cada caso con los iones (Tabla 4.20). Estas diferencias no pueden atribuirse en principio a una variación del tipo de iones disueltos con el tiempo, porque pueden deberse también a los distintos periodos en que están tomadas las muestras.

En la primera serie de datos (año 1981-82), el primer eje factorial (Tabla 4.20) se relaciona claramente con el SO_4^{2-}, Ca^{2+} y Mg^{2+} y, en menor medida con el Cl^-; mientras el segundo eje se identifica con el Cl^- y el Na^+, y algo menos con el Mg^{2+}. En cambio, en la segunda serie (invierno y primavera de 1994-95 y verano de 1996) los ejes están correlacionados de manera muy distinta con los iones: el primer eje factorial está relacionado con todos los iones excepto el Na^+ y el segundo con el Na^+ y algo menos con el Mg^{2+}. Para la tercera serie (de mayo a diciembre de 1997) las correlaciones de los ejes vuelven a parecerse a los de la primera: el primer eje se relaciona con SO_4^{2-} y Ca^{2+} y algo menos con el Mg^{2+} y aún menos con el Na^+ y la segunda recoge el efecto del Cl^- y el Na^+, manteniendo cierta correlación con el Mg^{2+}. El análisis factorial sobre las tres series de datos en conjunto (Tabla

4.20) muestra un primer eje estrechamente relacionado con el Ca^{2+} y el SO_4^{2-} y un segundo eje ligado al Cl^- y el Na^+, mientras el Mg^{2+} guarda relación con ambos ejes.

Tabla 4.20. Desagüe de Violada en D-14. Correlaciones entre los ejes factoriales y las variables en el análisis factorial de los análisis de las aguas muestreadas en el punto D-14 para las 3 series de datos disponibles y para el conjunto de los datos. Serie 1: de julio 1981 a abril 1982; Serie 2: invierno y primavera de 1994-95 y verano de 1996; Serie 3: de mayo a diciembre de 1997.

	Serie 1		Serie 2		Serie 3		Conjunto	
	Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2
Cl^-	0,579	**0,809**	**0,944**	0,078	0,097	**0,943**	0,395	**0,821**
SO_4^{2-}	**0,951**	0,246	**0,933**	0,308	**0,908**	0,118	**0,827**	0,468
Na^+	0,239	**0,968**	0,170	**0,983**	0,541	**0,753**	0,351	**0,881**
Ca^{2+}	**0,879**	0,340	**0,951**	0,117	**0,847**	0,320	**0,915**	0,333
Mg^{2+}	**0,800**	0,561	**0,881**	0,451	*0,691*	*0,663*	*0,682*	*0,687*

Las muestras de la primera serie están tomadas a intervalos de unos quince días, desde julio de 1981 a abril de 1982, y reflejan la evolución durante ese año de la composición del agua del Barranco de La Violada. En esas muestras se dan los valores máximos de *CE*, los más altos durante el invierno, de todos los datos disponibles. Aparentemente todos los iones tienen una mayor concentración que en las series posteriores, especialmente el SO_4^{2-}, tanto para las muestras del invierno como para las de campaña de riegos (Tabla 4.21).

La segunda serie se compone de muestras del periodo anterior al riego de 1994-95 y algunas de plena campaña de riego de 1996. En los datos de 1994-95 se dan muchos casos de muestras fuertemente diluidas por las aguas del Canal de Monegros, del que se realizaron grandes aportaciones al barranco ese invierno. Estas muestras presentan los valores más bajos de concentraciones iónicas y *CE* en general de todas las series. Los datos de julio de 1996 son muy homogéneos y presentan valores de *CE* medios. Posiblemente es la presencia de un porcentaje alto de muestras fuertemente diluidas en esta serie lo que hace que las ejes factoriales tengan una composición distinta de las diferentes variables.

Los datos de 1997 (serie 3) son en su mayoría de la campaña de riegos (mayo, junio y septiembre). Los del periodo de octubre a diciembre presentan unas muestras claramente

diluidas y otras con concentraciones altas, seguramente ligadas a situaciones de caudales bajos (caudal base).

Tabla 4.21. Desagüe de Violada en D-14. Valores medios de *CE* y de concentración de iones disueltos en temporada de riego y no riego dentro de las 3 series estudiadas (1,2 y 3). La serie 1 es la de 1981-82, la serie 2 comprende los datos de 1994-95 y de 1996 y la serie 3 los datos de 1997. Medias seguidas de letras diferentes son significativamente diferentes (Prueba de Duncan, $p < 0,05$).

Serie/temporada	*CE* (dS/m)	Cl^- (mmol$_c$/L)	SO_4^{2-} (mmol$_c$/L)
Serie 1/ No riego	2,31 c	1,85 c	26,81 c
Serie 1/ Riego	2,33 c	1,73 c	32,23 d
Serie 2/ No Riego	1,40 a	0,91 a	13,30 a
Serie 2/ Riego	1,92 b	1,22 ab	19,25 b
Serie 3/ No riego	1,88 b	1,81 c	19,87 b
Serie 3/ Riego	1,93 b	1,35 b	22,96 bc

Serie/temporada	Na^+ (mmol$_c$/L)	Ca^{2+} (mmol$_c$/L)	Mg^{2+} (mmol$_c$/L)
Serie 1/ No riego	3,97 e	16,96 bc	9,26 c
Serie 1/ Riego	3,35 d	18,75 c	9,54 c
Serie 2/ No Riego	1,73 ab	9,43 a	5,21 a
Serie 2/ Riego	1,41 a	14,54 b	6,62 ab
Serie 3/ No riego	2,32 c	15,01 b	7,19 b
Serie 3/ Riego	2,03 bc	16,34 bc	7,04 b

El resultado del análisis factorial permite sugerir que la salinidad (el contenido en iones disueltos) del agua del Barranco de La Violada está ligada de una parte al yeso (o los sulfatos de calcio y magnesio, eje 1) y de otra a los cloruros de sodio y magnesio (eje 2). Los dos ejes considerados recogen el 90,5% de la varianza total de las observaciones.

La Figura 4.26 muestra las observaciones sobre el plano de los dos ejes factoriales. Se han representado también las líneas que representan valores constantes de *CE*, a partir de la ecuación de regresión que relaciona la *CE* con los valores de los dos factores:

$$CE = 1,951 + 0,229 \times F_1 + 0,218 \times F_2 \qquad r^2 = 0,913$$

donde F_1 es el valor del primer factor para cada observación y F_2 el del factor 2. La contribución de ambos factores es significativa ($p < 0,001$).

Las muestras de la primera serie, presentan los mayores valores de los dos factores, y por tanto los mayores valores de *CE*, mientras las de la segunda serie presentan la mayor dispersión en el primer factor. Las muestras con valores más bajos del factor 1 son precisamente las más diluidas por aportaciones del canal.

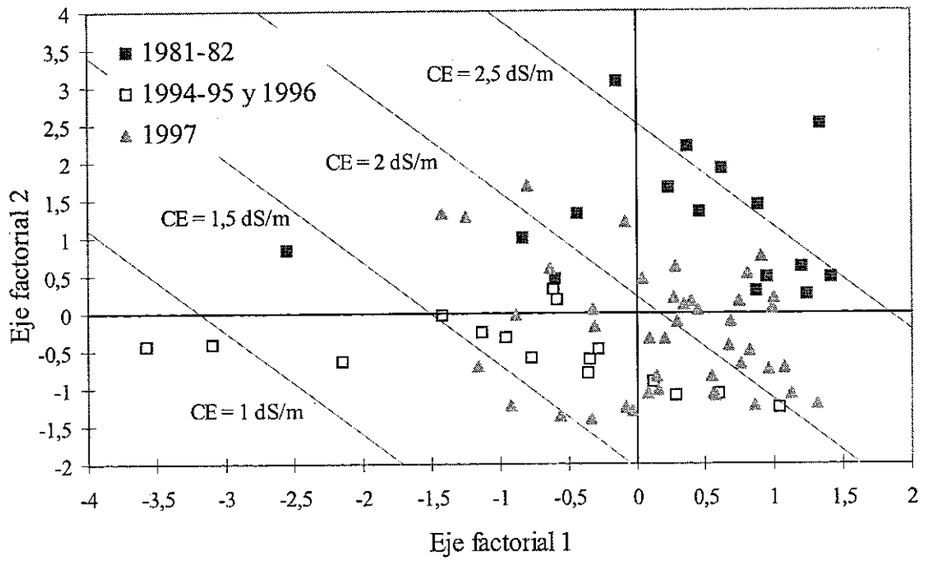


Figura 4.26. Desagüe de Violada en D-14. Representación de las observaciones según la época en que se tomaron (según la serie: 1981-82, 1994-95/1996 o 1997) sobre el plano de los 2 ejes factoriales.

Si se representan las observaciones según la fecha en que se tomaron las muestras (Figura 4.27) se aprecia que las muestras de campaña de riego se sitúan sobre la parte inferior derecha de la nube de observaciones indicando valores altos del factor "yeso" y bajos del factor "cloruros". Las observaciones de la estación de no riego se dispersan sobre una amplia zona según las muestras presenten diluciones fuertes (debidas a aportes del canal o a escorrentías directas), en cuyo caso se sitúan a la izquierda de la nube, con valores muy bajos del factor "yeso" o cuando se trata de caudales base en cuyo caso presentan valores altos de los dos factores, y se sitúan a la derecha y arriba de la nube. Las observaciones con valores máximos de los dos factores corresponden al invierno de 1981-82, mientras que las observaciones de los inviernos siguientes (de 1994-95 y 1997) no llegan a alcanzar valores tan altos de los dos factores, lo que parece indicar que en el invierno de 1981-82 se alcanzaban

concentraciones mayores que en los inviernos siguientes y que es posible que la concentración del caudal base vaya disminuyendo con el tiempo.

Las muestras de abril y mayo, el periodo en el que los riegos aplicados se corresponden con la presiembra del maíz, se ubican tanto en la zona de las muestras de campaña de riego como en la zona de las muestras de temporada de no riego. Dentro de la zona de muestras de verano, las del año 1981-82 ocupan la zona superior derecha, mostrando que tienen, en general, concentraciones más altas de cloruro, sodio y magnesio (factor "cloruros") que las demás muestras de temporada de riego. Las muestras del periodo de no riego que aparecen dentro de la zona de riego corresponden a los primeros días de octubre de 1997, y puede tratarse de días de riego o con concentraciones de solutos similares a las del periodo de riego.

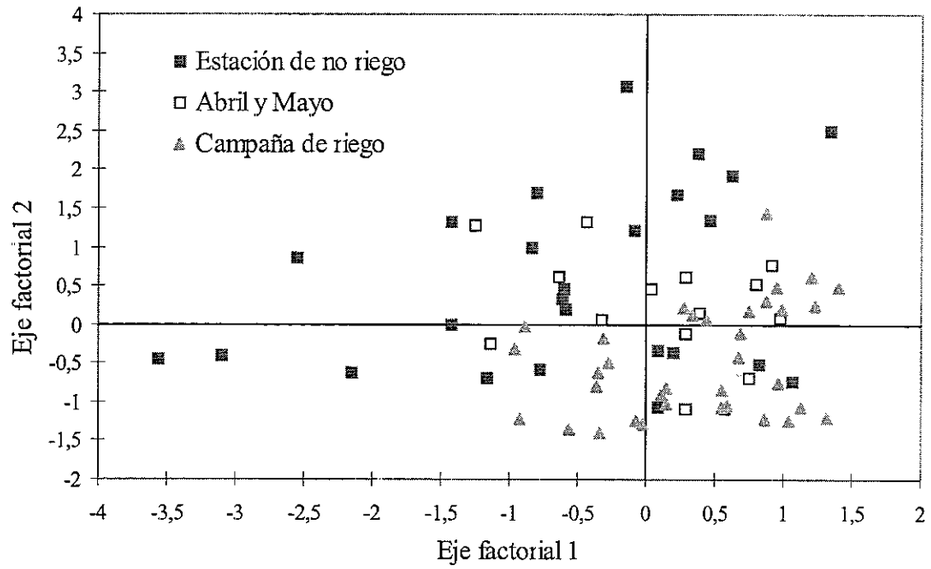


Figura 4.27. Desagüe de Violada en D-14. Representación de las observaciones, según las fechas de muestreo (estación de no riego, abril y mayo o campaña de riego) sobre el plano de los 2 ejes factoriales.

La clasificación del conjunto de todas las observaciones por su valor en los dos primeros ejes factoriales (mediante la distancia media mínima entre clases, Dunn y Everitt, 1982) discrimina en primer lugar las observaciones con contenidos iónicos más singulares: las que presentan fuertes diluciones o las muestras de invierno de 1981-82, con mayores

contenidos salinos. El grupo principal siempre queda formado por las muestras de campaña de riego. En la Figura 4.28 se han señalado los grupos más importantes resultantes de la clasificación.

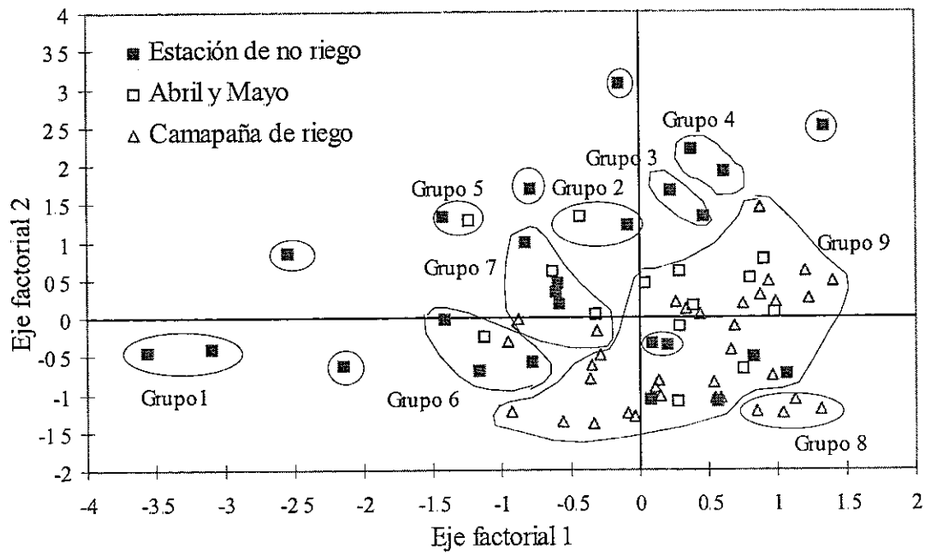


Figura 4.28. Desagüe de Violada en D-14. Clasificación de las observaciones representadas según las fechas de muestreo (estación de no riego, abril y mayo o campaña de riego) sobre el plano de los dos ejes factoriales.

El grupo 1 está compuesto por las muestras del 24 de enero y 21 de marzo de 1995, los dos días con mayores aportes directos del Canal de Monegros de los que se tiene muestra. Las dos observaciones aisladas junto al grupo 1 son las muestras de 18 de enero de 1995 y 15 de diciembre de 1981, la primera con una importante aportación del canal y la segunda posiblemente también. La muestra de 1981 presenta un valor mucho más alto del factor "cloruros" que las de 1995.

Los grupos 2, 3, 4 y 5 y las tres observaciones aisladas sobre ellos son muestras de invierno de 1981-82 y 1997 (aunque en el grupo 5 se encuentra una muestra de mayo de 1997), en todas ellas se trata de caudal base, con valores altos del segundo factor. Los grupos 6 y 7 incluyen aguas de comienzo del riego o de invierno, en las del grupo 6 se presenta una cierta dilución (sabemos que es así en los días 7 de febrero, 8 de marzo y 4 de abril de 1995 que se encuentran en el grupo) y en el grupo 7 (de mayor valor en ambos factores, menor

dilución) se encuentran las dos muestras que se consideraron como caudal base típico de invierno de 1995 (la de 22 de diciembre de 1994 y la de 27 de febrero de 1995). En ambos grupos se presenta alguna muestra de campaña de riego, como la de 1 de junio de 1997, día con una apreciable escorrentía directa debida a precipitación.

Los grupos 8 y 9 contienen la mayoría de las observaciones de época de riego (las del grupo 8 serían las de mayor peso del factor "yeso" y menor del factor "cloruros"). En líneas generales la calidad de las aguas de drenaje en campaña de riegos (incluyendo, normalmente las de mayo) presenta una dispersión menor que fuera de la campaña de riegos, y sus aguas se caracterizan por su valor alto del factor "yeso" y relativamente bajo del factor "cloruros". Las aguas de la estación de no riego son mucho más variables, desde aguas muy diluidas (con los valores mínimos del factor "yeso") hasta aguas muy concentradas (valores altos de "yeso" y "cloruros"). Las aguas más concentradas son las del invierno de 1981-82, y cabe suponer que ya no se vuelvan a registrar valores tan altos o que vuelvan a presentarse en inviernos de aportes subsuperficiales de importancia relativa mayor. Los aportes de caudales base de invierno fuera del año 1981-82 (representados por los grupos 6 y 7) presentan menores valores de "yeso" y mayores valores de "cloruros" que las aguas de campaña de riego, o tan altos como ellos

Las muestras se han dividido en seis grupos según se trate de temporada de riego o de no riego y según la serie de que proceden. Por su situación sobre el plano de los dos ejes factoriales, las muestras de la primera quincena de octubre (1 del año 81 y las 6 de 1997) se han considerado como muestras de la estación de riego, mientras que las primeras de abril de 1982 y 1995 y las de la primera quincena de mayo de 1997 se han tomado como de temporada de no riego. Las medias de *CE* y de los iones analizados para cada grupo se presentan en la Tabla 4.21.

La diferencia más apreciable entre las series se da en el contenido de SO_4^{2-}, que desciende desde cerca de 30 $mmol_c/L$ en la serie 1 hasta en torno a 20 $mmol_c/L$ en la series 2 y 3. En la temporada de no riego de 1994-95 (serie 2) ese valor se reduce hasta 13 $mmol_c/L$ por las aportaciones del canal.

Mientras el SO_4^{2-} y el Ca^{2+} tienden a ser mayores en campaña de riegos que en no riego, con el Cl^- y el Na^+ ocurre al revés, siendo a veces significativas las diferencias dentro de una misma serie, y sólo con el Mg^{2+} la concentración en una serie es menor en riego que en no

riego (la serie 3) y en las otras dos ocurre lo contrario. Este hecho se debe a la mayor participación del factor "yeso" en las aguas de drenaje de la campaña de riego y a la mayor participación del factor "cloruros" en las aguas de la estación de no riego.

La nube de observaciones de la estación de no riego varía tanto en el factor 1 como en el 2, presentándose los menores valores cuando hay aportes del canal y los mayores cuando se dan situaciones de caudal base. Las observaciones que corresponden a la estación de riego son altas en el factor 1 (yeso), pero no lo son en el factor 2 (cloruros) en contraposición a lo que ocurre con las muestras de caudales bajos de invierno. Esto indica que con el riego se movilizan sulfatos de calcio y magnesio, relacionados con el factor 1, debido a que el riego tiene lugar precisamente en la parte con materiales yesíferos de la cuenca del Barranco de La Violada.

La media de las muestras con análisis completos de todos los periodos se presentan en la Tabla 4.22. Los valores de HCO_3^- de los últimos años se han estimado como la diferencia entre la suma de cationes y aniones (en $mmol_c/L$) de los valores medios de cada serie en temporada de riego y no riego. El agua de Barranco de La Violada en el limnígrafo del punto D-14 es de tipo sulfatada cálcico-magnésica, tanto en temporada de riego como de no riego. El valor de *RAS* del agua de D-14 es muy bajo, presenta un valor medio de 0,68 $(mmol_c/L)^{1/2}$ en el conjunto de las tres series estudiadas (con un máximo de 1,30 $(mmol_c/L)^{1/2}$) lo que, unido al hecho de que la salinidad se debe fundamentalmente al yeso, implica que el agua del Barranco de La Violada es de buena calidad y susceptible de ser reutilizada para el riego (Ayers y Westcot, 1985).

Otra característica del agua del Barranco de La Violada es el alto valor que toma el cociente *SDT/CE*, debido al domino de los iones sulfato y calcio en la solución. El coeficiente de la regresión forzada por el origen entre *SDT* y *CE* es de 927 (mg/L) $(dS/m)^{-1}$ (r^2 = 0,912) muy por encima del valor que se suele citar de 640 (mg/L) $(dS/m)^{-1}$ (Richards, 1954).

Tabla 4.22. Desagüe de Violada en D-14 Concentración media total en $mmol_c/L$ y en % sobre el total de $mmol_c/L$ de las aguas del Barranco de La Violada, para el conjunto de los tres periodos estudiados

	$Cl^- + NO_3^-$	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Media ($mmol_c/L$)	1,84	23,44	1,56	2,66	15,86	7,74
% total	6,8 %	87,4 %	5,8 %	10,1 %	60,4 %	29,5 %

El dominio del sulfato y el calcio en el agua del Barranco de La Violada da lugar a unos valores de *CE* bastante constantes en D-14 (Figura 4.29). La *CE* presenta un valor medio ligeramente inferior a 2 dS/m con una ligera tendencia a disminuir con caudales mayores. Solamente se presentan valores inferiores a 1,5 dS/m en los días de grandes contribuciones de agua del Canal de Monegros o aportes de escorrentía superficial, como los eventos considerados para la separación del hidrograma. También los valores más bajos de caudal y más altos de *CE* se presentan fuera de las campañas de riego, en situaciones de aportes exclusivos de caudal subsuperficial (caudal base).

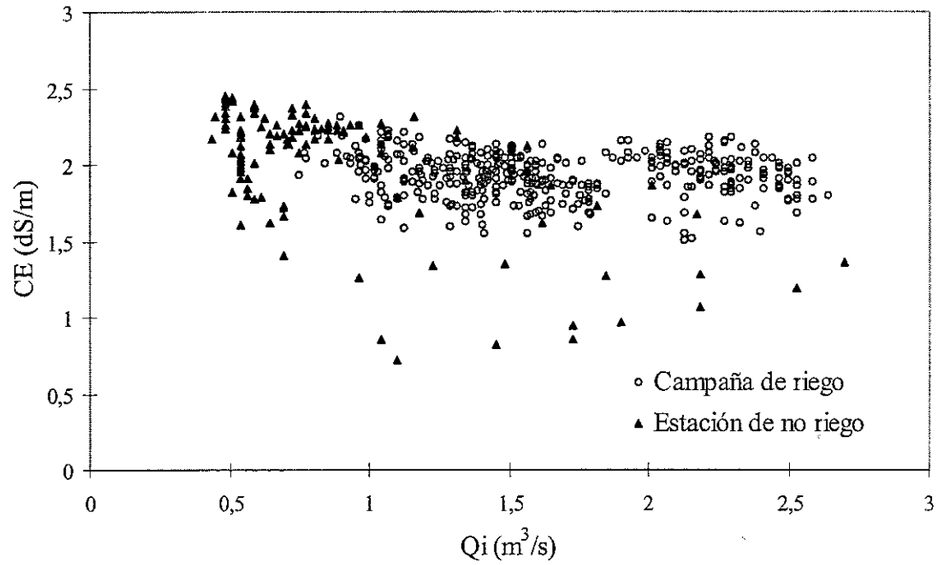


Figura 4.29. Desagüe de Violada en D-14. *CE* y caudales instantáneos (*Qi*) de las muestras del Barranco de La Violada en el punto D-14 durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Las muestras correspondientes a las campañas de riego son distintas de un año a otro (Figura 4.30). Así, los valores de *CE* de la campaña de 1995 se mantienen más constantes para todo el intervalo de caudales, mientras que los de 1996 presentan un ligero efecto de dilución, en buena parte debido a las seis puntos de mayor caudal ($Qi > 2$ m^3/s), que corresponden a días en que hubo una escorrentía superficial apreciable. En 1995 se presentan numerosos puntos con caudales altos (superiores a 2 m^3/s) y *CE* también altas, a la derecha y arriba de la nube de puntos de la Figura 4.30, lo que puede indicar que en la campaña de riego de 1995 el drenaje a través de los suelos del polígono (agua con una concentración alta de sulfato y por

tanto con una alta *CE*) participa de un modo destacado en la composición del agua del barranco.

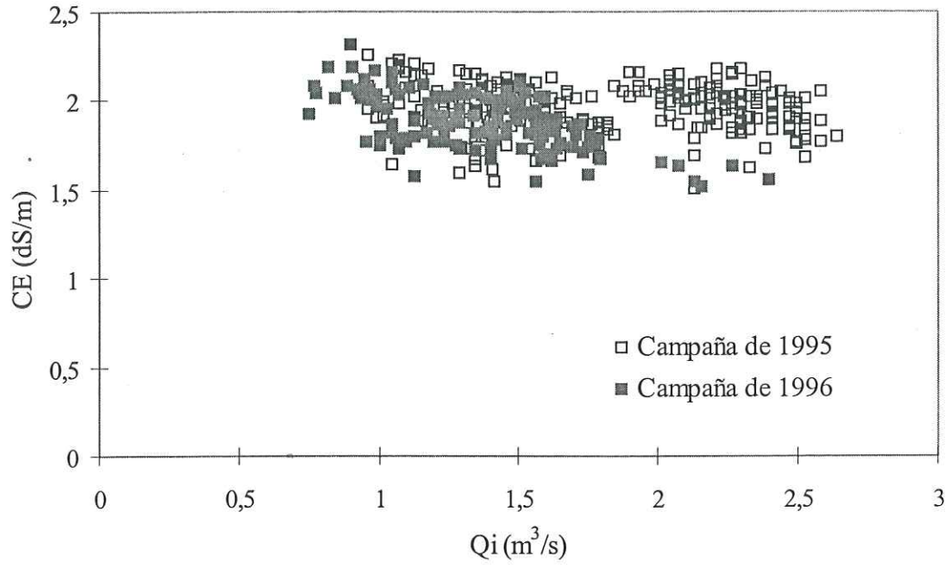
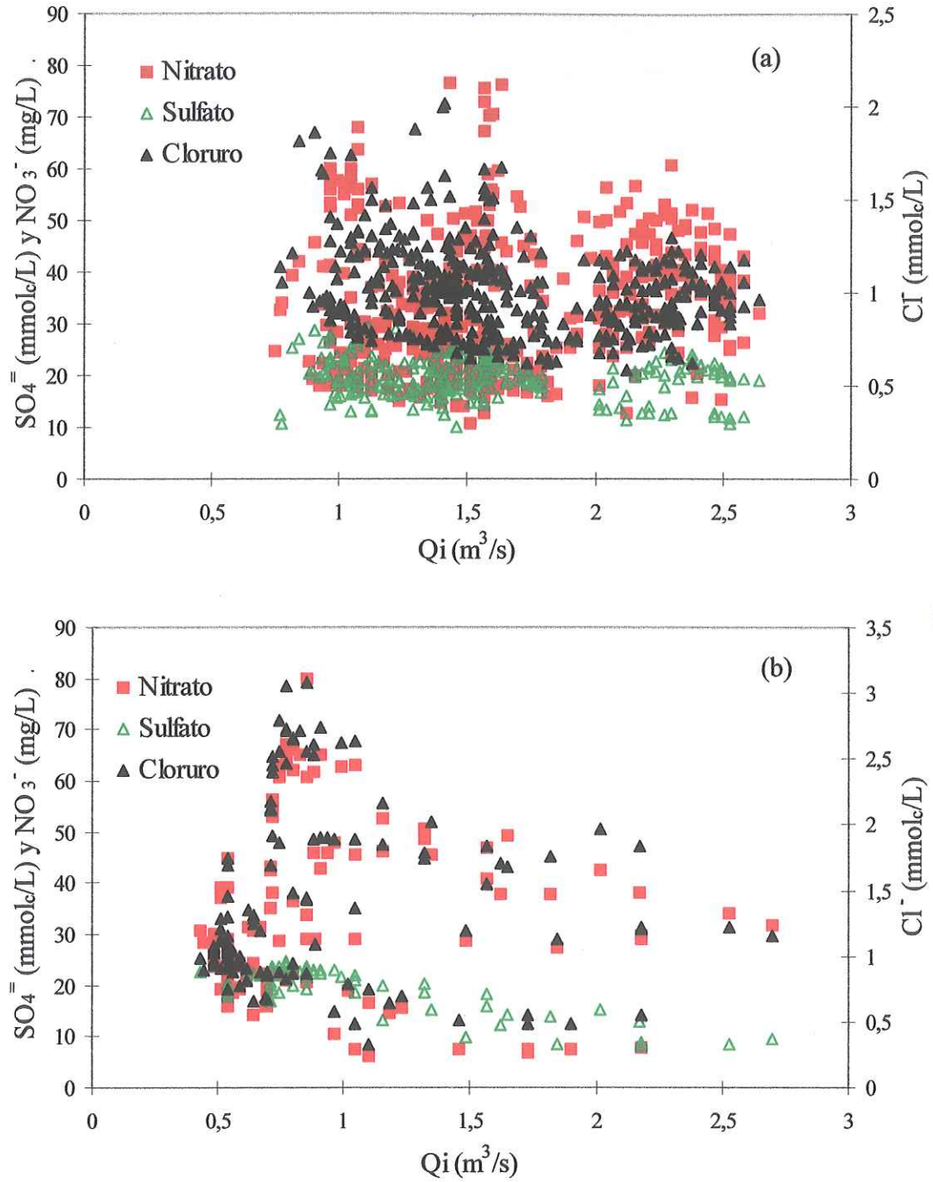


Figura 4.30. Desagüe de Violada en D-14. *CE* y caudales instantáneos (*Qi*) de las muestras del Barranco de La Violada en el punto D-14 durante las campañas de riego de 1995 y 1996.

La variación de la concentración de los distintos iones con el caudal (Figura 4.31) también es diferente dentro de las campañas de riego que fuera de ellas. Durante las campañas de riego, las concentraciones de todos los iones presentan grandes variaciones en todo el intervalo de caudales (las del sulfato son algo menores). Los valores máximos de concentración de nitrato y cloruro se presentan con independencia del valor del caudal (tanto para valores altos como bajos de caudal) mientras que la concentración de sulfato sí puede presentar un ligero efecto de dilución, aunque con diferencias claras entre los dos años. En el periodo entre campañas de riego, se puede apreciar para los tres iones una curva clara de dilución (las concentraciones disminuyen para caudales mayores). En el caso del sulfato, se trata de una curva única, para valores altos de caudal la concentración disminuye hacia un único valor mínimo; mientras que en el caso del cloruro y el nitrato, se presentan varios niveles de valores mínimos para caudales crecientes, en diferentes eventos de precipitación o aportes de agua del canal; este hecho se explicaría por la existencia de agua superficial con distintas concentraciones de cloruro y nitrato en los distintos eventos.

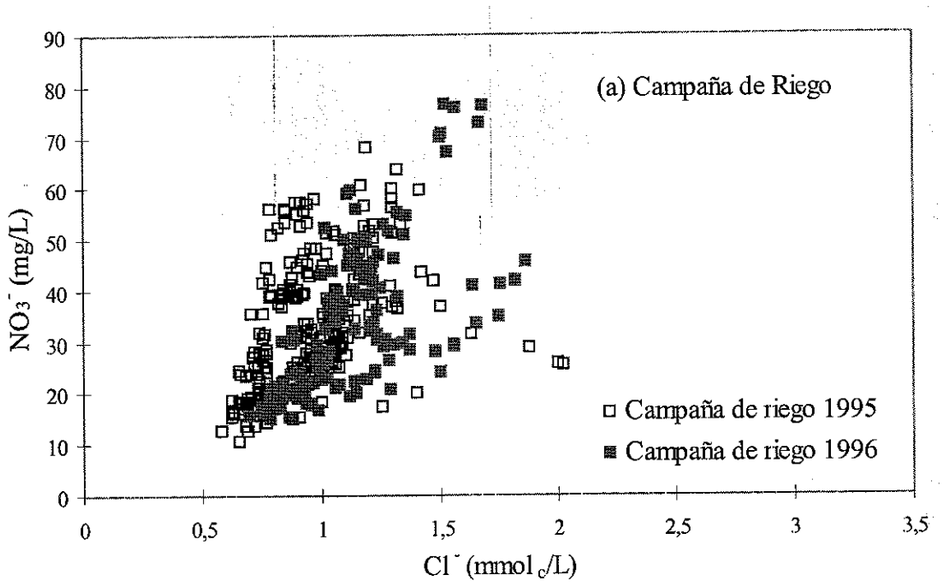


Servicio de Investigación Agraria D. G. A. BIBLIOTECA

Figura 4.31. Desagüe de Violada en D-14. Concentración de los iones nitrato, sulfato y cloruro frente al caudal instantáneo (*Qi*) durante las campañas de riego (a) y el periodo entre riegos (b) de los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

La relación existente entre la concentración de cloruro y de nitrato en las aguas de los desagües del polígono (Tablas 4.4 y 4.5) se manifiesta también en el punto D-14. La relación es más débil durante las campañas de riego (el coeficiente de correlación es de 0,413 en la

campaña de 1995 y de 0,612 en la campaña de 1996) en las que se presentan valores altos de nitrato con valores bajos de cloruro y viceversa y con ciertas diferencias entre las campañas de riego (Figura 4.32 (a)), pero sí es una relación muy estrecha en el periodo entre riegos de 1995-96 con un coeficiente de correlación entre cloruro y nitrato de 0,958 (Figura 4.32 (b)).



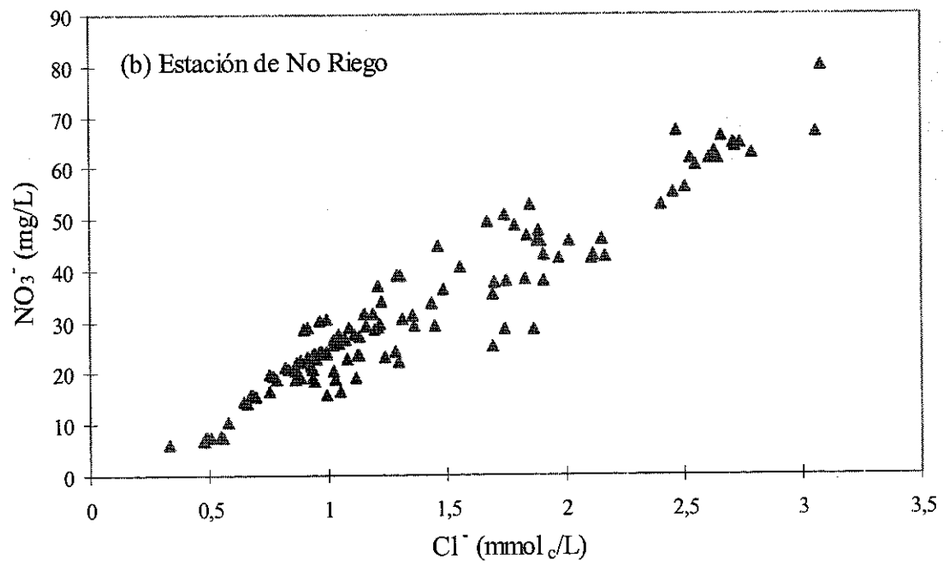


Figura 4.32. Desagüe de Violada en D-14. Relación entre la concentración de nitrato y de cloruro durante las campañas de riego de 1995 y 1996 (a) y durante el periodo entre campañas de riego de 1995-96 (b).

La relación entre cloruro y nitrato en el periodo entre riegos puede obedecer a que ambos iones se encuentren en una relación constante en las componentes del caudal (caudal base y agua superficial, de escorrentía o de aportes del canal).

Como conclusión, el agua del Barranco de La Violada en D-14 presenta una *CE* bastante constante (en torno a 2 dS/m) salvo episodios de aportes diluyentes. La solución está dominada por el yeso, siendo el sulfato el anión más abundante (23,4 mmol$_c$/L) y el calcio y el magnesio los cationes principales por ese orden de abundancia. El análisis factorial de los iones disueltos indica que hay dos factores, uno relacionado con el yeso y otro con los cloruros, y que las muestras presentan valores distintos de ambos según sean de la estación de riego o no riego. Así, mientras las muestras de la estación de riego presentan valores altos del factor yeso, las de no riego pueden alcanzar valores mayores del factor cloruros (o bien valores muy bajos de ambos, en el caso de muestras muy diluidas por aportes del canal), lo que parece indicar que las muestras de riego proceden de un entorno más rico en yeso (el polígono de riego).

4.2. Descomposición del hidrograma de D-14

La separación del hidrograma de D-14 ha servido para cuantificar los aportes directos del Canal de Monegros (apartado 4.3.3) y las escorrentías del exterior del polígono (apartado 4.3.4) a la red de desagües y para estimar valores perdidos (días sin muestras) de la *CE* y la concentración de nitrato en función de la composición conocida de los caudales que integran el caudal en D-14.

La separación del hidrograma se ha realizado para las dos estaciones de no riego. En éstas se presentan, en general, cuatro tipos de eventos que requieren distinta consideración:

1) periodos en los que el hidrograma se ajusta a una curva descendente de pendiente suave (curva de recesión general) y en los que todo el caudal puede suponerse que es caudal subterráneo (caudal base),

2) periodos en los que se superpone una elevación sostenida de la línea de caudal y un descenso de las concentraciones. En ausencia de lluvias, estos episodios corresponden a aportaciones de agua del Canal de Monegros a los azarbes. En ellos deben tenerse en cuenta dos fuentes de agua: la del canal y la del caudal base que se ha identificado como la de las muestras tomadas inmediatamente antes o después de la "meseta",

3) periodos en los que se presentan picos de caudal típicos producidos por la llegada de aguas de escorrentía superficial, de características distintas a las del agua del canal, y en los que la misma se mezcla con el caudal base,

4) periodos en los que se presentan las tres componentes: caudal base, escorrentía superficial y aportes del Canal de Monegros. Aquí deberían utilizarse tres componentes, y para ello se necesitan dos solutos para plantear las ecuaciones de mezcla.

Cada uno de los eventos de la campaña de no riego del año 1995-96 se ha separado atendiendo a uno de esos cuatro tipos. Para el año 1994-95, se tienen tan solo muestras en ocho fechas, que se corresponden con periodos que consisten únicamente en caudal base o en los que se presentan caudal base y aportes del Canal de Monegros.

4.2.1. Separación de eventos individuales de la estación de no riego de 1995-96

Durante la estación de no riego de 1995-96 se dispone de la serie casi completa de muestras diarias tomadas a las 12 horas; con esas muestras se ha podido realizar la separación del hidrograma cada 24 horas. Para ello se seleccionaron cuatro eventos del hidrograma que obedecen según los datos de precipitación y de aportaciones de agua facilitados por la Confederación Hidrográfica del Ebro a escorrentías debidas a lluvia, a aportes de agua del canal o a ambas fuentes.

Así se identificaron el evento 11, debido exclusivamente a precipitación, y los eventos 21, 22 y 23 que tienen su origen los dos primeros en aportes de agua del canal y el tercero tanto en aportes de agua del canal como en la existencia de precipitaciones (Figura 4.33). Cada uno de ellos se ha analizado por separado, y las conclusiones obtenidas de su análisis se han aplicado después a la separación de otros eventos menores de la estación de no riego de 1995-96, la estación de riego de 1996 y la estación de no riego de 1994-95.

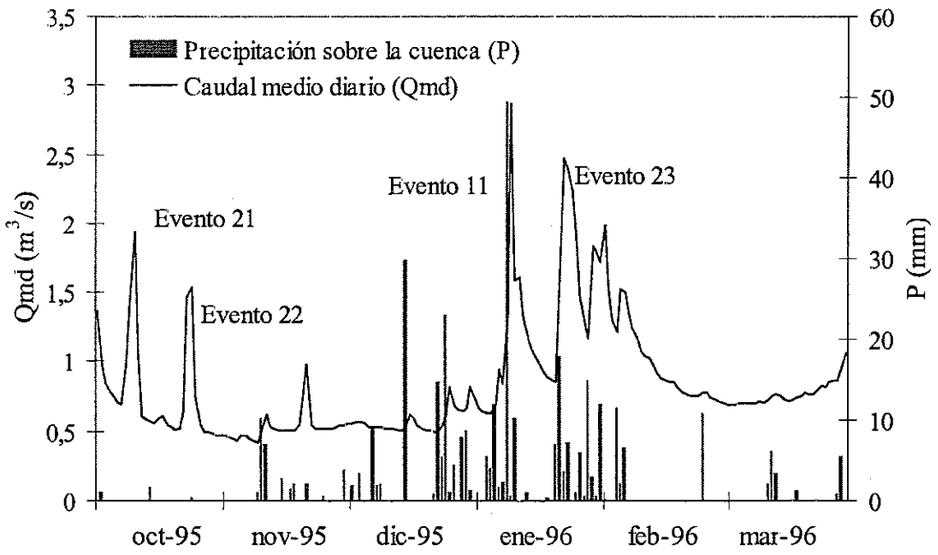


Figura 4.33. Separación del hidrograma en D-14. Eventos identificados sobre el hidrograma de caudales medios diarios durante la estación de no riego de 1995-96.

1 *Análisis del evento 11*

Entre los días 4 y 11 de enero de 1996 se registraron unas altas precipitaciones sobre la cuenca del Barranco de La Violada, que dieron lugar a una importante escorrentía superficial y que elevaron el nivel del caudal base posterior de modo apreciable. En esos días no está registrado aporte alguno de agua del Canal de Monegros; se trata, por tanto, de un episodio de crecida debido únicamente a la precipitación. Los resultados analíticos de las muestras tomadas durante el evento 11 y los caudales registrados durante el mismo se presentan en la Figura 4.34.

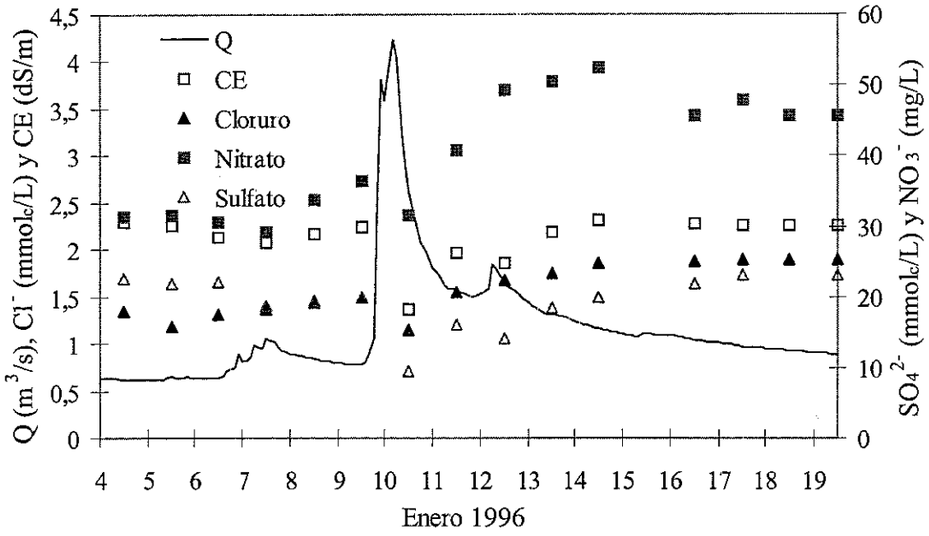


Figura 4.34. Separación del hidrograma en D-14. Caudal instantáneo (cada 2 horas) y valores de conductividad eléctrica (*CE*) y concentración de cloruro, sulfato y nitrato medidas cada día en los primeros días de enero de 1996 (evento 11).

Se aprecia como las precipitaciones producen un primer pico de caudal el día 7 de enero, acompañado de un descenso de las concentraciones de todos los solutos. Los días 8 y 9, la *CE*, y las concentraciones de cloruro y sulfato recuperan el nivel anterior a la crecida pero la concentración de nitrato toma un valor más alto. La mayor dilución se produce el día 10, como consecuencia de la elevada precipitación del día 9. Asimismo, se presenta otro pico de caudal el día 12, acompañado también de una dilución. Una vez terminada la escorrentía superficial, en torno al día 13, la *CE* y la concentración de sulfato recuperan su valor original, mientras que las concentraciones de cloruro y nitrato alcanzan niveles mayores. Este efecto,

que se produce después de casi todas las crecidas en D-14, lo atribuimos a que la percolación de las lluvias incorpora al flujo base sales y nitrógeno (de la fertilización o de la mineralización) presentes en el suelo; ese mismo efecto ha sido observado para la concentración de cloruro por Elsenbeer *et al.* (1994).

Para la separación de los caudales se han tomado como valores de concentración del caudal base los correspondientes a la interpolación entre el último valor "constante" anterior a la crecida (el 6 de enero) y el primer valor "constante" posterior (el 14 de enero). Por valor constante se entiende que los niveles de los solutos o la *CE* no presenten una disminución o incremento importante respecto a los adyacentes.

Como concentración de la escorrentía superficial se han tomado los datos de la Tabla 3.12 calculados a partir de muestras procedentes de la Cuesta de Almudévar en el invierno de 1995-96, según se explica en el apartado 3.1.2.

Los resultados de la separación (Figura 4.35) resultan algo diferentes según el ión que se utilice (o la *CE*), pero en todos los casos se mantiene una misma tendencia. Ocasionalmente, por la amplitud del intervalo de muestreo se da algún valor de caudal base mayor que el caudal total.

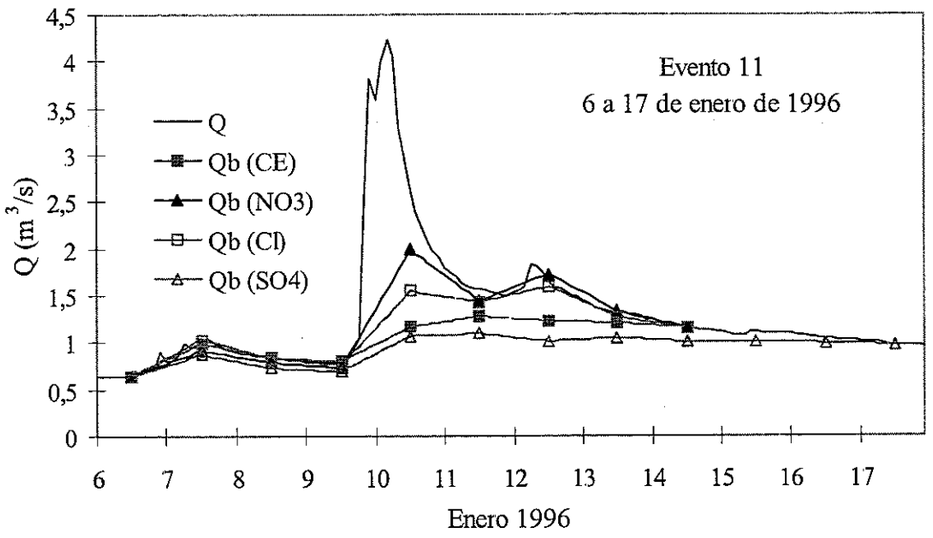


Figura 4.35. Separación del hidrograma en D-14. Caudal base obtenido de la separación del hidrograma del evento 11 según se utilice la conductividad eléctrica (*Qb* (*CE*)), la concentración de nitrato (*Qb* (NO_3)), de cloruro (*Qb* (*Cl*)) o de sulfato (*Qb* (SO_4)).

La separación resulta bastante deficiente si se utiliza la concentración de nitrato, lo que puede deberse a la gran variación que experimenta este anión durante el evento y a que su concentración disminuye apreciablemente después del día 14. Con los otros tres elementos (*CE*, Cl^- y SO_4^{2-}) los resultados siguen una pauta muy similar, si bien el caudal base obtenido con el cloruro es algo mayor. Los resultados obtenidos con la *CE* y el sulfato son muy parecidos, aunque el sulfato tarda 3 días más en recuperar el valor que tenía antes del evento de precipitación.

Aunque durante los periodos de 24 horas entre la recogida de muestras pueden producirse comportamientos diferentes que no se han podido registrar, la tendencia con todos los trazadores es al aumento del caudal base con el pico de crecida (mucho más suave que el aumento del caudal general, con lo que la proporción de agua superficial es mucho mayor en el pico y las concentraciones menores). La escorrentía superficial finaliza (esto es, la concentración alcanza nuevamente un valor estable) en la misma muestra si nos atenemos al cloruro o a la *CE* y unos días después si nos atenemos al sulfato.

La separación se ha llevado a cabo utilizando la *CE* porque (1) no toma un valor más alto después del evento (como le ocurre a la concentración de cloruro), (2) se dispone de más observaciones que para el sulfato y (3) porque es un parámetro compuesto que integra el efecto de todos los solutos presentes en las componentes. La *CE* ya se ha utilizado como elemento de separación en otros trabajos (Matsubayashi *et al.*, 1993).

El evento 11 ofrece además la posibilidad de estudiar la relación entre caudal y concentración (*CE*) durante un episodio de crecida debido a la precipitación. Esta relación se empleará para reconstruir las series de *CE* en periodos sin datos a partir de los caudales medidos. Aunque la relación encontrada no es necesariamente la más adecuada, se ha estimado que para caudales menores de 1,05 m^3/s no se producen aportes de agua superficial ya que la *CE* se mantiene constante por debajo de ese caudal (en torno a los 2,1 dS/m); para valores de *Q* mayores de 1,05 m^3/s se ha ajustado la relación lineal entre *Q* y *CE*:

$$CE\ (dS/m) = 2{,}987 - 0{,}632 \cdot Q\ (m^3/s) \qquad r^2 = 0{,}975$$

con un ajuste significativo ($p < 0{,}05$) (Figura 4.36)

Este tipo de relaciones entre caudal y *CE* que reflejan que sólo se produce dilución por encima de un cierto valor de caudal (a partir del cual empieza a producirse flujo superficial y

por debajo del cual todo el caudal es subterráneo, con una *CE* relativamente constante) es bastante frecuente (O'Connor, 1976; Gunnerson 1967). Si bien la relación de dilución es teóricamente lineal entre los logaritmos de *Q* y *CE* (O'Connor, 1976) aquí se ha ajustado una relación lineal entre *Q* y *CE* porque se dispone de un intervalo bastante pequeño de caudal.

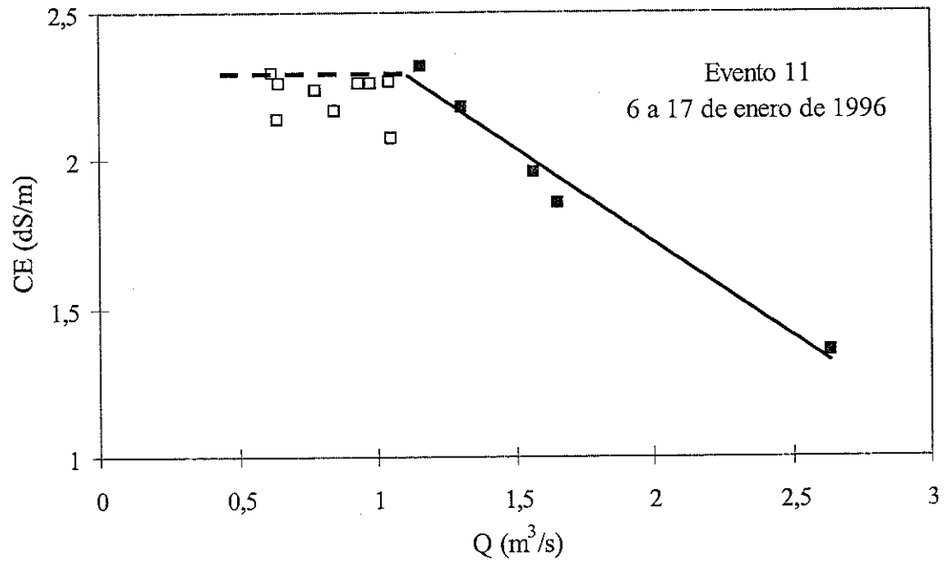


Figura 4.36. Separación del hidrograma en D-14. Relación entre caudal y conductividad en el punto D-14 del Barranco de La Violada para el evento 11 (enero de 1996).

2. *Análisis de los eventos 21 y 22*

En octubre de 1995 apenas si se producen precipitaciones sobre la cuenca del Barranco de La Violada; en cambio, se presentan tres subidas apreciables del caudal por D-14 que se deben al aporte de agua del Canal de Monegros. Dos de esas alteraciones del caudal son muy destacables, y se han señalado como eventos 21 y 22 (Figura 4.33). En octubre de 1995 se dispone de dos muestras diarias de agua en D-14, tomadas cada 12 horas.

El evento 21 tiene lugar entre el 7 y el 14 de octubre de 1995. Es interesante porque el aumento de caudal se debe tanto a la existencia de riego en los primeros días (7 y 8 de octubre) como al aporte de agua del canal en los días siguientes, resultando una separación netamente diferente en ambas situaciones.

Los valores de las concentraciones de cloruro y nitrato (en este periodo no se dispone de datos de la concentración de sulfato) y de la *CE* se presentan junto con el caudal en la

Figura 4.37. La separación se ha realizado con los tres parámetros químicos disponibles aunque se hayan tomado como valores definitivos los obtenidos con la *CE*. Como valores característicos del agua superficial se han tomado los valores medios de todas las muestras obtenidas del Canal de Monegros (Tabla 3.11). Como concentración del caudal base se han tomado las concentraciones interpoladas entre el último valor estable antes de la crecida y el primero después de ella.

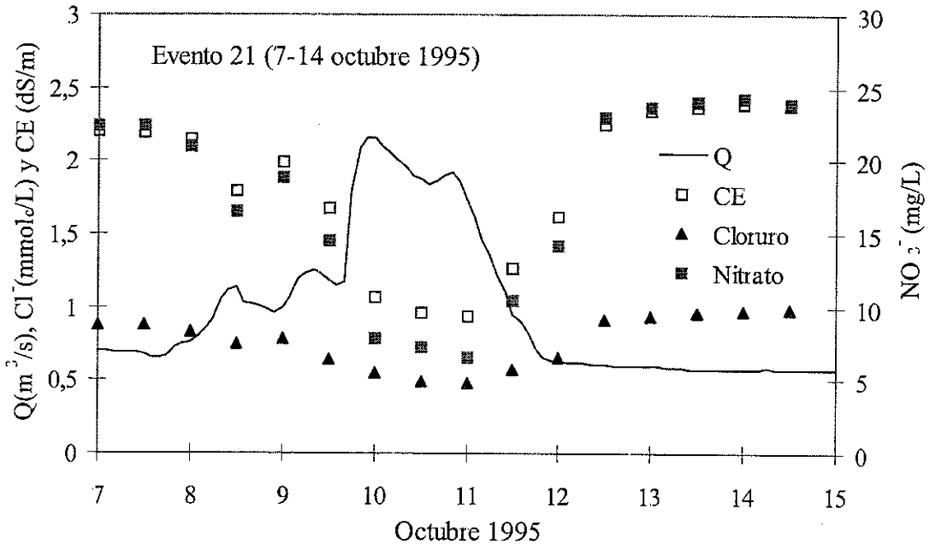


Figura 4.37. Separación del hidrograma en D-14. Caudal instantáneo (cada 2 horas) y valores de conductividad eléctrica (*CE*) y concentración de cloruro y nitrato medidos cada 12 horas en el período comprendido entre el 7 y 14 de octubre de 1995 (evento 21).

Los resultados de la separación del hidrograma del evento 21 se presentan en la Figura 4.38. Como consecuencia de la aplicación de riegos en el polígono (no se regaba desde el 30 de septiembre), en los días 8 y 9 de octubre se produce una elevación del hidrograma, acompañada de una elevación del caudal base. Esta va a ser una nota característica de la aplicación de riego: se produce un mayor volumen total de drenaje (caudal por D-14) porque aparece un cierto caudal de agua del canal (agua de cola) y porque a su vez se eleva el nivel base.

Los días posteriores al 9 de octubre, en los que cesa el riego y se produce una aportación importante de agua del canal, presentan una situación diferente en la que el

volumen total aumenta apreciablemente, pero la fracción debida al caudal base se reduce a favor del agua de canal (aportes directos del Canal de Monegros). La disminución del caudal base sólo puede explicarse por el aumento de la altura de agua en el cauce del Barranco de La Violada, que impide la entrada del agua subterránea, al quedar el nivel freático por debajo del nivel del agua en el barranco. Además, una vez cesa el aporte de agua del canal y se recupera el nivel original de caudal, la concentración aún tarda en llegar a su valor anterior al evento. Esto se explica por la existencia de un volumen apreciable de almacenamiento de agua relativamente diluida en las márgenes (*Bank Storage*), que fluye nuevamente hacia el cauce al restablecerse el gradiente hidráulico original.

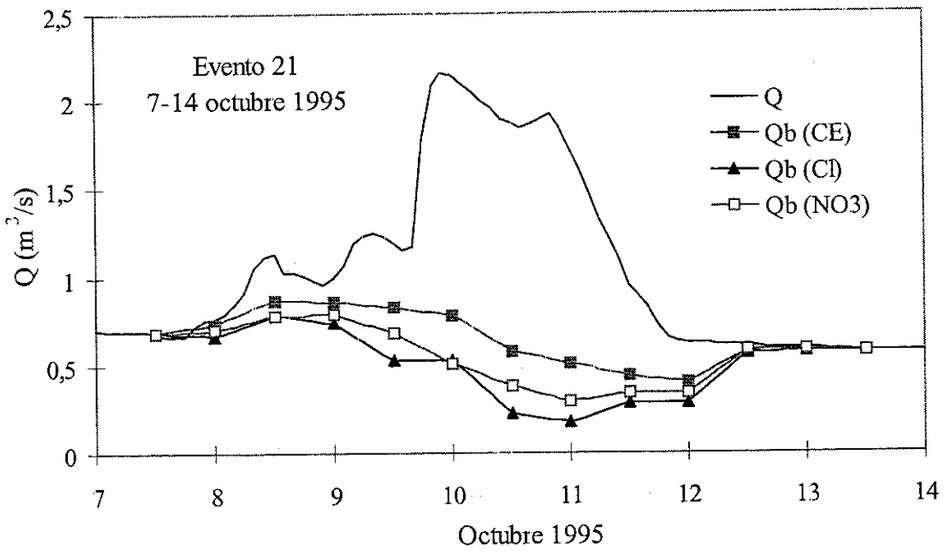


Figura 4.38. Separación del hidrograma en D-14. Caudal base obtenido de la separación del hidrograma del evento 21 según se utilice la conductividad eléctrica (*Qb (CE)*), la concentración de cloruro (*Qb (Cl)*) o la de nitrato (*Qb (NO_3)*).

En cuanto al evento 22, su forma (Figura 4.39) y separación del hidrograma siguen casi exactamente lo descrito para el evento 21: los riegos del día 22 de octubre provocan una elevación del caudal pero no del caudal base (quizás ese volumen de riego termine casi íntegramente en los desagües), mientras que los aportes directos posteriores reducen aún más la fracción del caudal base (Figura 4.40).

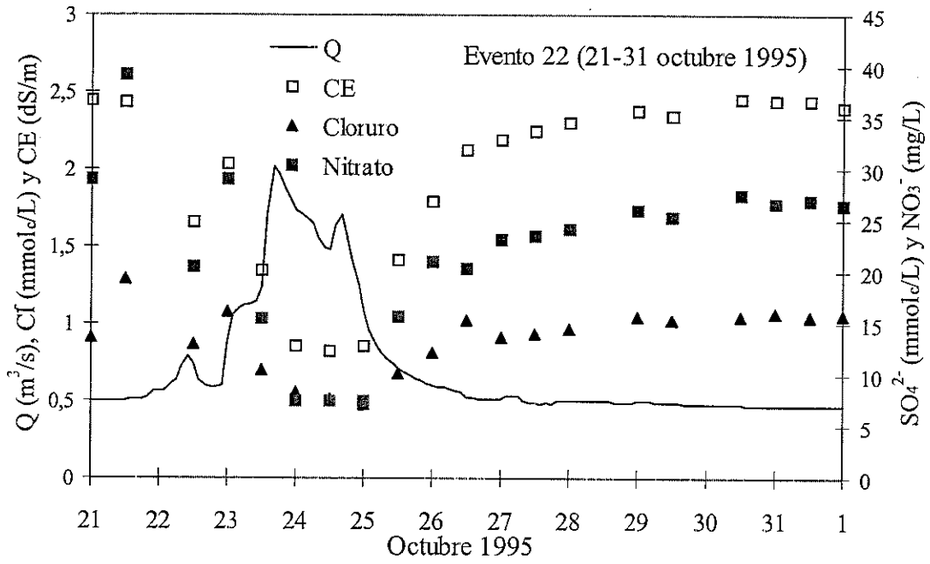


Figura 4.39. Separación del hidrograma en D-14. Caudal instantáneo (cada 2 horas) y valores de conductividad eléctrica (*CE*) y concentración de cloruro y nitrato medidas cada 12 horas a finales de octubre de 1995 (evento 22).

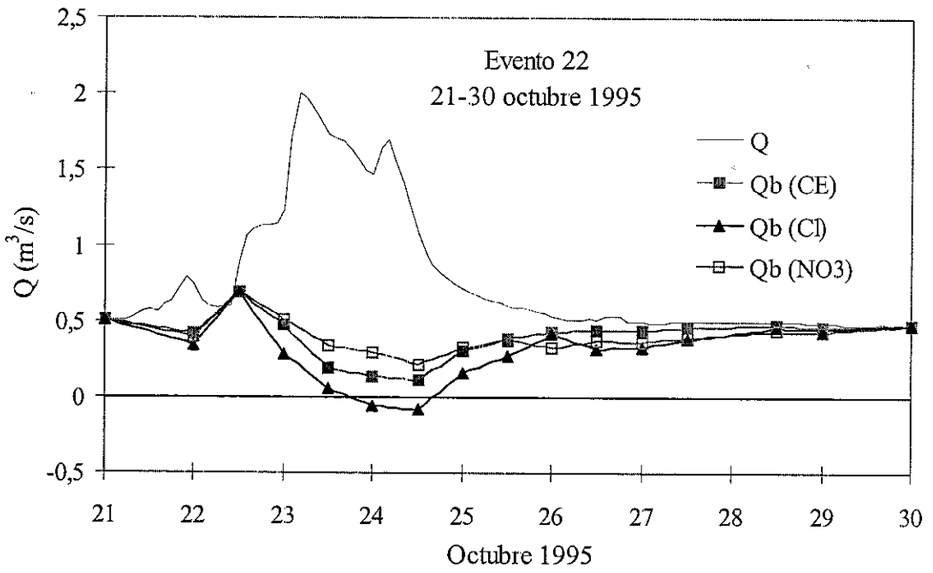


Figura 4.40. Separación del hidrograma en D-14. Caudal base obtenido de la separación del hidrograma del evento 22 según se utilice la conductividad eléctrica (*Qb (CE)*), la concentración de cloruro (*Qb (Cl)*) o la de nitrato (*Qb (NO_3)*).

Servicio de Investigación D.G.A. BIBLIOTECA ARAGÓN

Para el evento 21 la parte de caudal base calculada con la concentración de cloruro y de nitrato son menores que la calculada con la *CE* y muy parecidas entre sí. En el caso del evento 22, la separación con la *CE* da un porcentaje menor de caudal base que la separación con la concentración de nitrato y el cálculo de la separación con el ión cloruro lleva a la conclusión de que más del 100% del agua tiene su origen en el canal; esto quiere decir que la concentración tomada de cloruro para el agua del canal es mayor que la que realmente circulaba en esos momentos y que prácticamente la totalidad del agua del Barranco de La Violada en esas fechas procedía del Canal de Monegros.

3. *Análisis del evento 23*

El evento 23 recoge tanto las crecidas provocadas por las lluvias de mediados y finales de enero de 1996 y principios de febrero como los aportes directos del canal de Monegros que tuvieron lugar en esas fechas. Las concentraciones de cloruro y nitrato, la *CE* y los caudales registrados durante el evento se presentan en la Figura 4.41. Se consideraron tres componentes del caudal, agua del Canal de Monegros, agua de escorrentía superficial y caudal base, separándose el caudal en sus tres componentes por medio de la relación debida a la suma de caudales y las debidas a la suma de las masas de cloruro y *SDT* (deducida de la *CE*) aportadas por cada componente. Los resultados no fueron satisfactorios, debido quizás a la relativa semejanza iónica del agua del Canal de Monegros con la escorrentía superficial, ambas muy diluidas respecto al caudal base.

Al no dar buenos resultados la separación con tres componentes se decidió utilizar únicamente dos componentes agrupando el agua de escorrentía y los aportes del Canal de Monegros como componente superficial y utilizando la *CE* como variable separadora. La separación dio resultados muy parecidos tanto si se emplea como *CE* de la componente superficial la del agua de escorrentía como si se emplea la del agua del Canal de Monegros (Figura 4.42).

Los picos de caudal de los días del 22 al 25 de enero obedecen por su forma no sólo a la aportación de agua del canal sino también a la existencia de escorrentía directa. La escorrentía superficial se ha separado de los aportes del canal teniendo en cuenta que el caudal base de los eventos de precipitación (como el evento 11) se mantiene prácticamente constante; así, se han separado ambas componentes con una línea horizontal a la altura de la primera

caída del hidrograma que se debe al cierre de compuertas del canal. Es una separación arbitraria pero obedece a un criterio práctico más o menos confirmado por episodios como el evento 11.

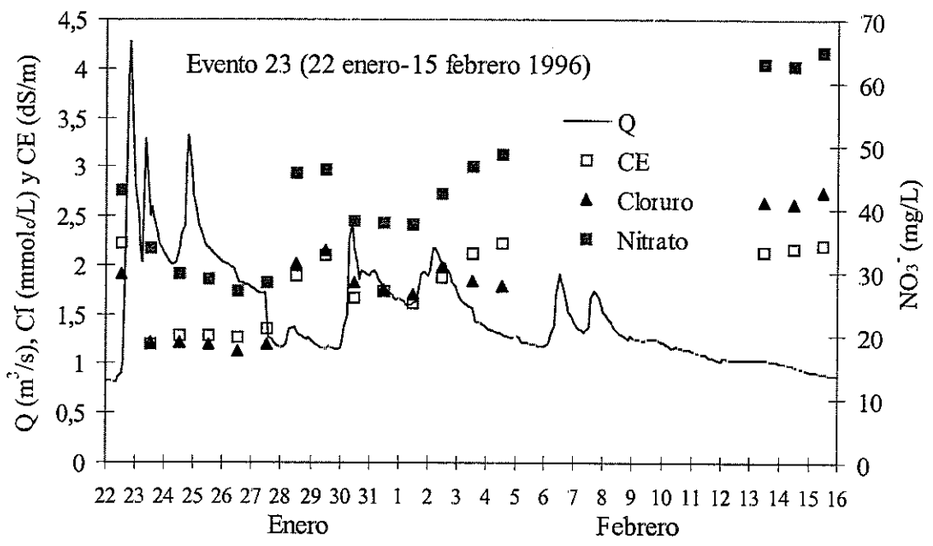


Figura 4.41. Separación del hidrograma en D-14. Caudal instantáneo (cada 2 horas) y valores de conductividad eléctrica (*CE*) y concentración de cloruro y nitrato medidas cada 12 horas a finales de enero y primeros de febrero de 1996 (evento 23).

4. *Separación de los hidrogramas del resto de la estación de no riego de 1995-96*

Durante el invierno de 1995-96 se registraron otros cinco aumentos del caudal, alguno muy ligero, que fueron acompañados de reducciones de la *CE* del Barranco de La Violada y pueden atribuirse a la presencia de escorrentía superficial o aportes del canal. La separación de esos eventos se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la información obtenida de los eventos anteriores (del 11 al 23) y se detalla por separado para cada uno de ellos.

En todos los casos la *CE* del caudal base se ha tomado interpolando entre el último valor constante anterior y el primer valor constante posterior al periodo que se considera. En cada caso, la *CE* del agua superficial se ha tomado como la *CE* del agua de escorrentía o la *CE* del agua del Canal de Monegros, según el aumento de caudal se deba a precipitación o aportes directos del canal.

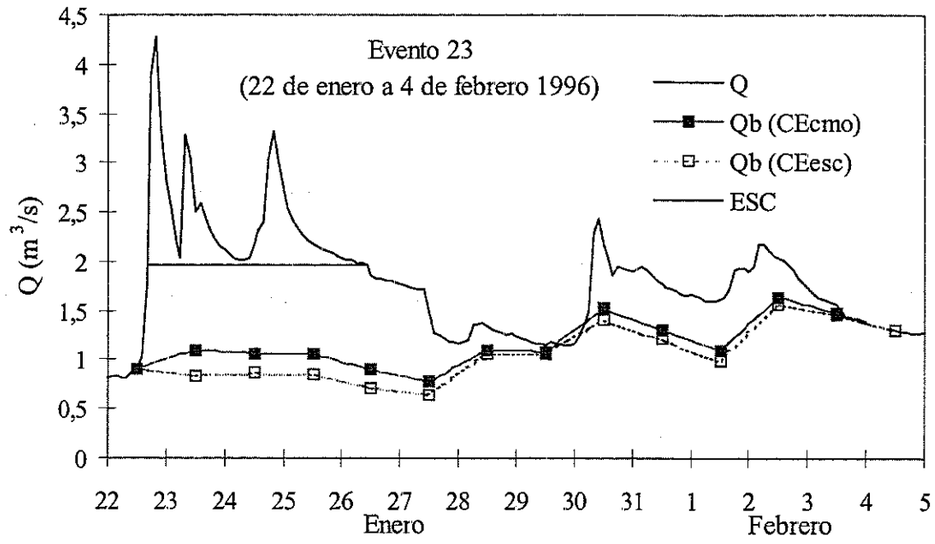


Figura 4.42. Separación del hidrograma en D-14. Separación del caudal base sobre el hidrograma del evento 23 utilizando como valor de *CE* del agua superficial la *CE* del agua del Canal de Monegros (*CEcmo*) o la *CE* de la escorrentía superficial (*CEesc*). La tercera línea (*ESC*) separa los caudales atribuidos a escorrentía superficial y aportes del canal.

- Separación del hidrograma del 16 al 19 de octubre de 1995

Del 16 al 19 de octubre se produce un aporte de agua del canal a los desagües reconocible como una pequeña elevación en el hidrograma (aunque no hay ningún aporte registrado por la C.H.E.). Si la elevación se debe a alguna precipitación (hay una registrada el día 14) la diferencia no será demasiado importante, según se deduce de la separación del evento 23.

Para la separación los valores perdidos anteriores y posteriores a la subida del caudal se han tomado iguales al último valor constante (hasta las 12 h del día 16 y desde las 0 h del día 20). La separación definitiva se ha realizado con los valores de *CE* y los resultados se presentan en la Figura 4.43.

- Separación del hidrograma del 9 al 12 de noviembre de 1995

La elevación del hidrograma del 9 al 12 de noviembre de 1995 se debe a las precipitaciones de los días 10 y 11 de noviembre. La separación se ha efectuado utilizando la *CE* del agua de escorrentía. Los valores perdidos antes y después de la elevación del

hidrograma se han tomado iguales que los últimos valores estables, y el valor perdido durante el evento se ha interpolado entre el anterior y el posterior. El resultado se presenta en la Figura 4.44.

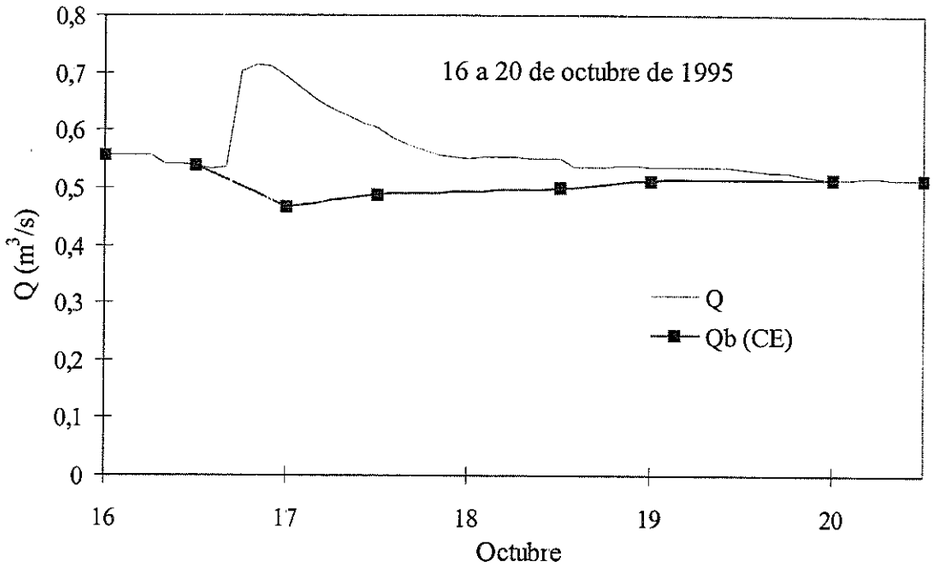


Figura 4.43. Separación del hidrograma en D-14. Caudal base obtenido por separación del hidrograma del 16 al 20 de octubre de 1995 utilizando la *CE* para la separación *Qb*(*CE*).

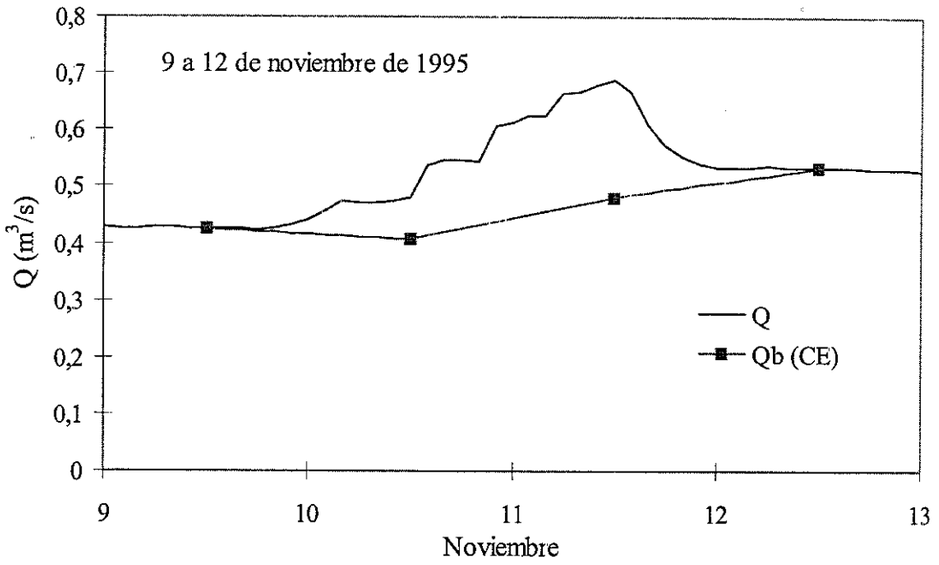


Figura 4.44. Separación del hidrograma en D-14. Caudal base obtenido por separación del hidrograma para el periodo 9 al 12 de noviembre de 1995, utilizando como variable la *CE* (*Qb*(*CE*)).

- Separación del hidrograma del 20 al 23 de noviembre de 1995

La elevación del nivel de agua del 20 al 23 de noviembre de 1995, se debe al aporte de agua del canal; la separación realizada utilizando como variable la *CE* da como resultado el caudal base que se presenta en la Figura 4.45.

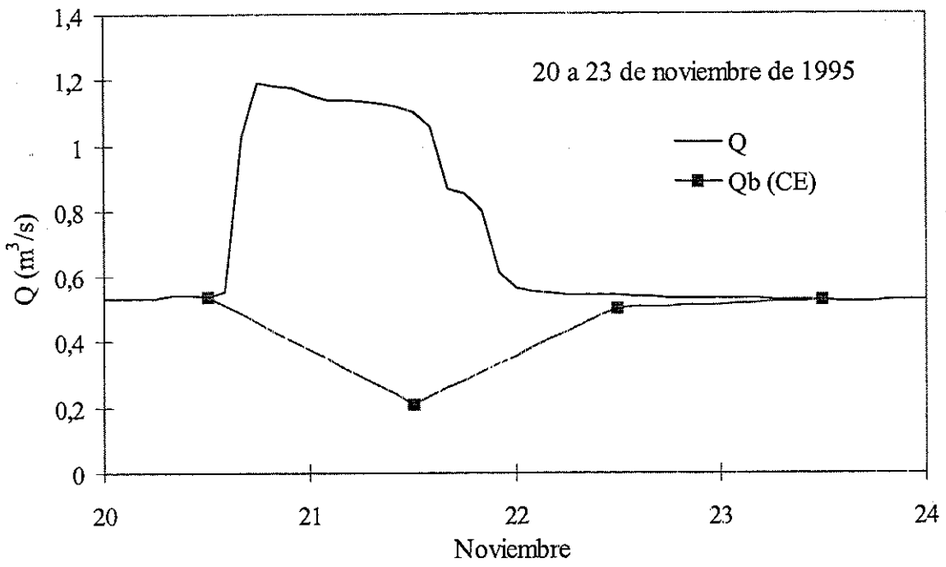


Figura 4.45. Separación del hidrograma en D-14. Caudal base obtenido por separación del hidrograma para el periodo del 20 al 23 de noviembre de 1995 utilizando como variable la *CE Qb*(*CE*).

- Separación del hidrograma del 16 al 20 de diciembre de 1995

Entre el 16 y el 20 de diciembre de 1995 se produce un pequeño pico del hidrograma debido a las precipitaciones registradas dentro de la cuenca del Barranco de La Violada. La separación del hidrograma muestra que las aportaciones superficiales son muy pequeñas (Figura 4.46). Como no se disponia más que de un dato de *CE*, el correspondiente al día 18 (2,02 dS/m frente a los 2,08 dS/m del día 29) que confirma la existencia de una dilución (aporte de agua superficial), se ha supuesto que la *CE* mantiene una relación lineal con el caudal para caudales superiores a los del día 19. Como pendiente de esa relación se toma el cociente de las diferencias entre las *CE* y los caudales de los días 18 y 19. Así se obtienen los valores de *CE* de los días de crecida, 16 y 17 de diciembre, realizándose la separación del caudal base con los valores así obtenidos.

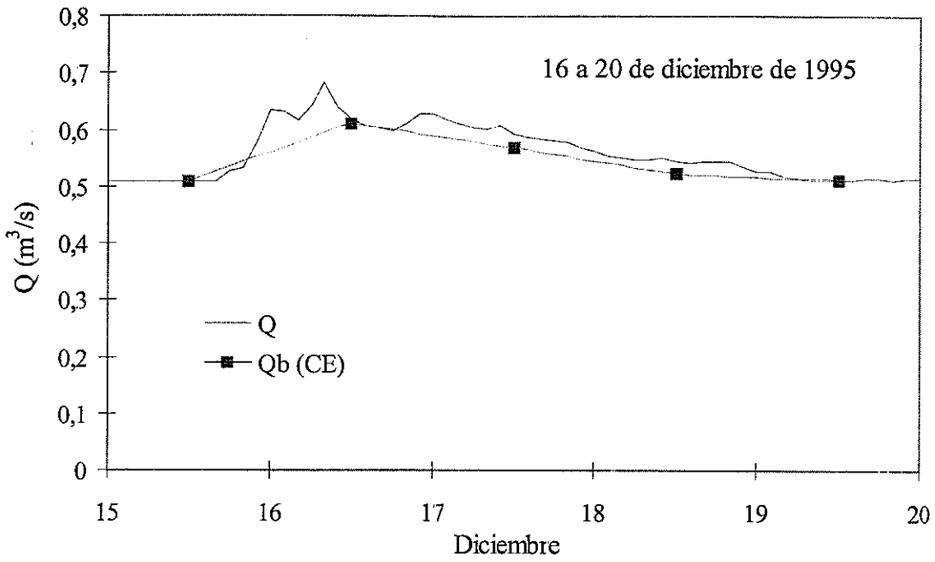


Figura 4.46. Separación del hidrograma en D-14. Caudal base obtenido por separación del hidrograma del 16 al 20 de noviembre de 1995 utilizando la *CE Qb*(*CE*).

- Separación del hidrograma del 23 de diciembre de 1995 al 5 de enero de 1996

En los últimos días de 1995 y los primeros de 1996 se produjeron unas precipitaciones dentro de la cuenca del Barranco de La Violada que dieron lugar a escorrentías importantes, no sólo superficiales, anteriores al evento 11. La falta de datos en esos días obliga a inferir la *CE* a partir de su relación con el caudal en otros episodios de precipitación y es con esos valores inferidos de *CE* con los que se ha llevado a cabo la separación.

En el evento 11, el caudal mínimo a partir del cual se presentaba dilución (y, por tanto, escorrentía superficial) se tomó de 1,05 m^3/s; sin embargo, el 16 de diciembre se produce escorrentía superficial con un caudal notablemente más bajo, al ser más bajo también el caudal base. De la misma manera cabe suponer que el incremento de caudal en los días posteriores al 23 de diciembre conllevará la presencia de una pequeña escorrentía superficial, que sólo se presenta, atendiendo a la separación del hidrograma entre los días 25 y 29 de diciembre.

En la elevación de nivel del día 16 de diciembre y siguientes ya se calculó la *CE* de los días sin datos mediante la pendiente de la recta *CE-Q* entre el punto con dilución (día 18) y el primer dato posterior sin dilución (caudal base, día 19). Esa misma relación se ha utilizado

aquí para calcular los valores perdidos de *CE* a partir del caudal. Es decir, a partir de la pendiente "m" (negativa) calculada con los datos de los días 18 y 19 y de un punto de *CE* y *Q* conocidos y correspondientes al caudal base (CE_0 y Q_0) se calcula la *CE* de cualquier punto con $Q > Q_0$ mediante la expresión:

$$CE = CE_0 + m\,(Q - Q_0)$$

Tanto en los dos picos de caudal posteriores al día 23, como en el del día 16, los valores de *CE* estables (correspondientes al caudal base) son diferentes antes y después de la elevación del caudal, normalmente son mayores después. Se ha comprobado que los resultados son más razonables, aparentemente, si se emplean como valores de CE_0 y Q_0 los primeros valores estables de *CE* y *Q* después de la elevación del hidrograma. Para los datos perdidos en que $Q < Q_0$, se ha tomado como *CE* la *CE* del dato constante más cercano, el inmediatamente anterior si se trata de antes de la elevación o el posterior si es después.

De esta manera se ha llevado a cabo la separación de los días posteriores al 23 de diciembre (Figura 4.47). Los valores medidos y estimados de la *CE*, utilizados en la separación se presentan también en la Figura 4.47.

En cualquier caso, la pequeña crecida del día 1 de enero no provoca escorrentía directa (no hay una disminución de la *CE* con la subida del caudal del día 1); con lo que los datos resultantes para los días del 25 al 29 de diciembre deben tomarse con cierta precaución. Su cuantía, de todos modos, es muy pequeña y no afectan a los valores totales de aportes superficiales.

- Separación del hidrograma del 5 al 8 de febrero de 1996

Después del evento 23 se producen importantes precipitaciones que dan lugar a subidas muy apreciables del caudal por D-14 los días 6, 7 y 8 de febrero. No se dispone de datos de precipitación entre el 4 y el 13 de febrero, para esas fechas se han estimado los valores de *CE* a partir de la regresión obtenida entre *Q* y *CE* para el evento 11; puesto que todos los caudales están en este caso por encima de 1,05 m^3/s.

Con esos valores de *CE* se ha efectuado la descomposición del hidrograma. Los resultados de la descomposición y los valores medidos y estimados de *CE* se presentan en la Figura 4.48.

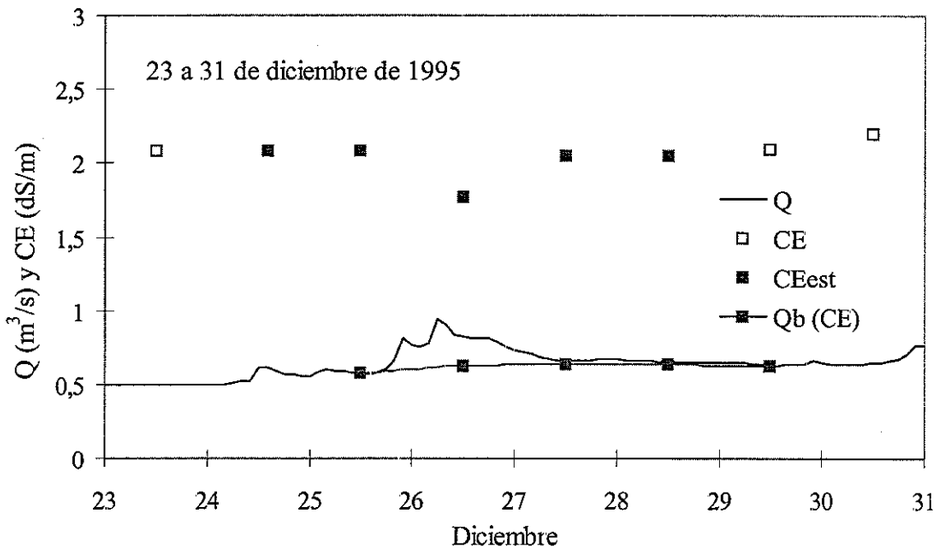


Figura 4.47. Separación del hidrograma en D-14. Caudal base obtenido del 23 de diciembre al 5 de enero de 1996 por separación del hidrograma utilizando la *CE*, *Qb* (*CE*). *CEest* son los valores de *CE* estimados y *CE*, los valores medidos.

Los resultados de la descomposición del hidrograma de la estación de no riego de 1995-96 se presentan en la Figura 4.49. Los aportes de agua del canal se producen sobre todo en octubre, enero y febrero. Las escorrentías superficiales más importantes tienen lugar en los meses de enero y febrero. Las demás incidencias del hidrograma que se deben a aportes del canal o escorrentías superficiales no son importantes. El caudal base desciende desde aproximadamente 1 m^3/s hasta en torno a 0,5 m^3/s durante octubre y noviembre de 1995 y aumenta de nuevo a raíz de las precipitaciones de diciembre de 1995 y enero y febrero de 1996 hasta valores de 1,5 m^3/s.

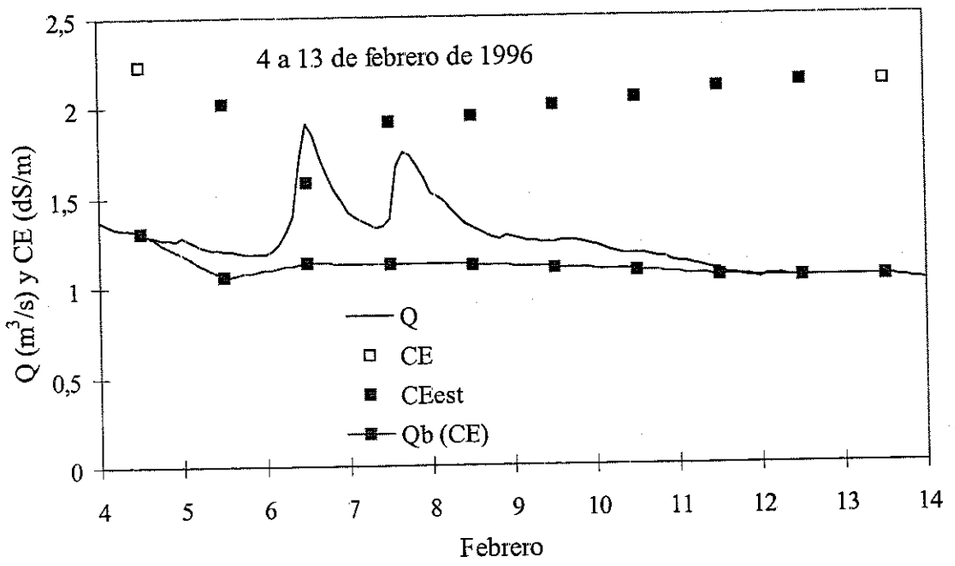


Figura 4.48. Separación del hidrograma en D-14. Caudal base obtenido del 4 al 8 de febrero de 1996 por separación del hidrograma utilizando la *CE*, *Qb* (*CE*). *CEest* son los valores de *CE* estimados y *CE*, los valores medidos.

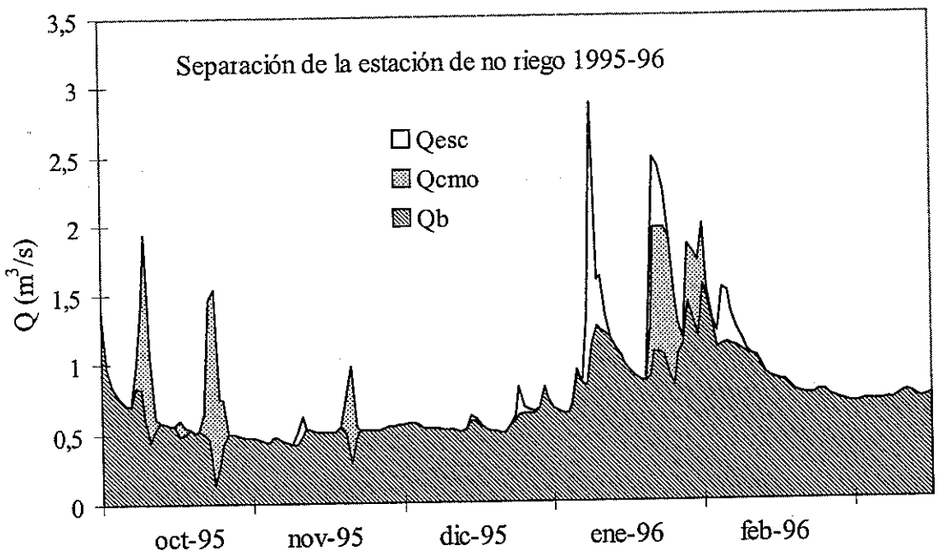


Figura 4.49. Separación del hidrograma en D-14. Componentes del caudal en la estación de no riego de 1995-96. *Qesc* es el caudal de escorrentía superficial; *Qcmo*, el caudal aportado por el Canal de Monegros y *Qb*, el caudal base.

4.2.2. Separación de caudales en la estación de no riego de 1994-95

Para la estación de no riego del año 1994-95 se dispone de muy pocas medidas de concentración iónica o de *CE*. En total se tomaron ocho muestras entre el 22 de diciembre de 1994 y el comienzo del muestreo sistemático el 12 de abril de 1995. Los resultados de *CE*, concentración de cloruro, sulfato y nitrato en las siete muestras correspondientes a la campaña de no riego se presentan en la Tabla 4.23.

Las muestras de los días 22 de diciembre y 27 de febrero presentan los valores más altos (y bastante similares) de *CE* y concentración de cloruro y sulfato, mientras que la concentración de nitrato aumenta mucho de diciembre a marzo (Figura 4.50). Puesto que presentan los valores más altos y tienen lugar en días en los que el caudal es más o menos estable, se han tomado los valores medios de esas dos muestras como características medias del agua del caudal base en esa estación (Tabla 4.23).

Tabla 4.23. Separación del hidrograma en D-14. Resultados analíticos de las muestras de agua tomadas antes del comienzo del muestreo diario (el 12 de abril de 1995), durante la campaña de no riego de 1994-95.

Fecha	*CE* (dS/m)	Cl^- (mm_c/L)	SO_4^{2-} (mm_c/L)	NO_3^- (mg/L)
22-12-1994	2,10	1,23	20,65	11,50
18-1-1995	1,03	0,64	10,76	6,41
24-1-1995	0,62	0,70	2,8	5,79
7-2-1995	1,56	1,05	14,65	23,28
27-2-1995	1,82	1,28	18,70	29,30
8-3-1995	1,58	0,99	17,04	14,75
21-3-1995	0,90	0,51	5,57	7,87
4-4-1995	1,55	0,86	16,24	19,43

La selección de la *CE* del caudal base se realizó considerando que el caudal base es ligeramente mayor y la *CE* menor después de la meseta del 10 de enero al 6 de febrero que antes de ella, lo que implicaría que en las fechas posteriores se está recibiendo más agua del canal. Como *CE* del caudal base se tomó para el periodo del 23 de diciembre al 10 de enero la *CE* media de las muestras del 22 de diciembre y 27 de febrero (1,96 dS/m, Tabla 4.23) y para las fechas posteriores al 11 de enero la *CE* medida el 27 de febrero (1,82 dS/m).

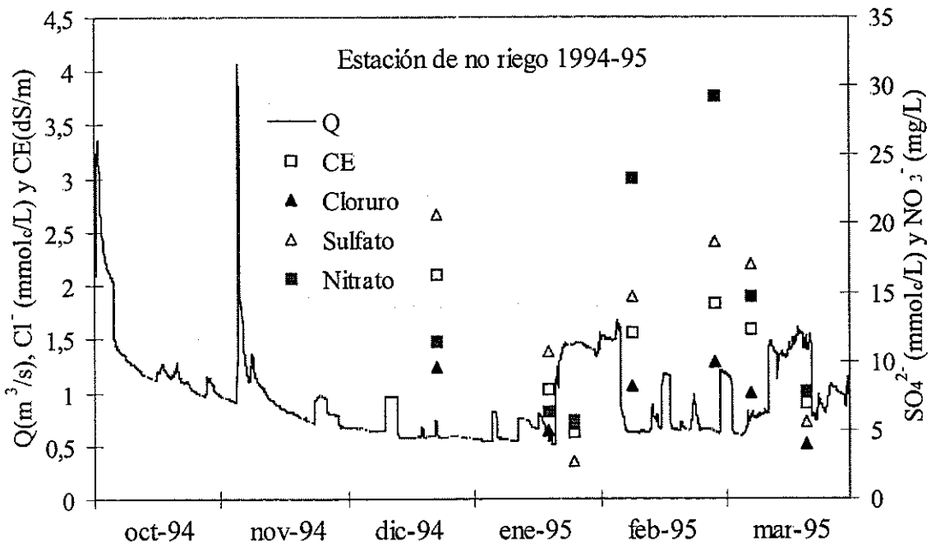


Figura 4.50. Separación del hidrograma en D-14. Caudal cada 2 horas, *CE* y concentración de cloruro, sulfato y nitrato de las muestras de agua tomadas durante la estación de no riego de 1994-95 en D-14 (de octubre a marzo).

Como *CE* del agua superficial se ha tomado la *CE* media del agua del canal, porque todas las subidas del nivel de agua en D-14 para las que se dispone de muestras se deben a aportes directos del canal o al inicio del riego. La separación se ha realizado sobre los caudales medios diarios puesto que no se conocía la hora exacta de toma de las muestras. Los resultados de la separación en cada fecha se dan en la Tabla 4.24.

Tabla 4.24. Separación del hidrograma en D-14. *CE* y concentración de cloruro, sulfato y nitrato del agua del caudal base durante la estación de no riego de 1994-95. Cada valor medio es media de dos muestras de agua y entre paréntesis se da su desviación estándar.

	***CE* (dS/m)**	***Cl* (mm_c/L)**	***SO_4^{2-}* (mm_c/L)**	***NO_3^-* (mg/L)**
22-12-94	2,10	1,23	20,65	11,50
27-2-95	1,82	1,28	18,70	29,30
Media	1,96	1,26	19,67	20,40
(Desv. est.)	(0,20)	(0,04)	(1,38)	(12,59)

Los resultados obtenidos de la descomposición del hidrograma en estos días se extendieron al resto de episodios de liberación de agua del canal para los que no se tenían datos analíticos, siempre teniendo en cuenta las separaciones de la campaña y los resultados de las descomposiciones obtenidos con mayor número de datos en la estación de no riego de 1995-96.

Por la descomposición del hidrograma de los eventos 21 y 22 se sabe que en los episodios de aporte de agua del Canal de Monegros a los desagües se produce una disminución apreciable del caudal base, que luego se mantiene más o menos constante durante la duración del aporte para recuperarse algo después de que haya cesado el aporte del canal (Figuras 4.38, 4.40 y 4.45). De ahí que para todos las elevaciones del hidrograma debidas a aportes directos del canal anteriores al inicio del riego se haya optado por dar al caudal base un valor constante, igual a la media de los caudales base de los días 18 y 24 de enero de 1995 (0,226 m^3/s, Tabla 4.25). Para los días 6 y 7 de febrero de 1995 que son los inmediatamente posteriores a la mayor "meseta" del hidrograma y para la pequeña "meseta" de final de febrero y primeros de marzo, se ha tomado el caudal base obtenido por separación para el día 7 de febrero.

Para el primer evento (a principios de octubre, para el que está entrando agua del canal desde el mes anterior) se tiene también un importante pico de escorrentía superficial; ambas componentes se han separado con una línea horizontal a la altura del último caudal antes de la caída del hidrograma debida al cierre de las tajaderas.

En cuanto a los eventos de precipitación, los más pequeños se han resuelto mediante una línea horizontal desde el último valor de caudal medio diario antes de la crecida hasta el primero para el que la disminución de caudal vuelve a tomar un ritmo casi constante.

Entre el 3 y el 12 de noviembre se producen las mayores precipitaciones de ese otoño-invierno, que dan lugar a una gran escorrentía directa. En este caso, para realizar la descomposición se ha estimado la *CE* de todos los días con $Q > 1{,}05$ m^3/s mediante la ecuación de regresión obtenida para el evento 11 y se ha tomado como valor de *CE* de la escorrentía directa el mismo del año 1995-96 y como valor de *CE* del caudal base los 2,1 dS/m del día 22 de diciembre.

Tabla 4.25. Separación del hidrograma en D-14. Caudal base (*Qb*) y caudal superficial aportado directamente por el canal (*Qcmo*) en % del caudal total y en m^3/s, obtenidos por descomposición del hidrograma con los datos de *CE* en los días con muestras del periodo de octubre de 1994 a abril de 1995.

	***CE* (dS/m)**		***Qb***		***Qcmo***	
Fecha	***Muestra***	**Caudal base**	**(%)**	**m^3/s**	**(%)**	**m^3/s**
22-12-94	2,10	2,10	100	0,63	0	0
18-1-95	1,03	1,96	41,2	0,23	58,8	0,33
24-1-95	0,62	1,96	15,2	0,22	84,8	1,23
7-2-95	1,56	1,82	74,7	0,46	25,3	0,17
27-2-95	1,82	1,82	100	0,63	0	0
8-3-95	1,58	1,82	83,3	0,65	16,7	0,13
21-3-95	0,90	1,82	36,1	0,52	63,9	0,92
4-4-95	1,55	1,82	81,3	0,85	18,7	0,20

También ha sido necesario realizar la descomposición del hidrograma de marzo y primeros de abril de 1995. Para ese periodo se dispone de las muestras de las fechas 8 y 21 de marzo y 4 de abril. El riego se inicia el día 6 de marzo y entre el 11 y el 22 se produce una gran aportación de agua del canal. La separación con los datos de los días 8 de marzo y 4 de abril confirma los resultados obtenidos con el evento 21 sobre la elevación del caudal base y aparición de una componente de agua de cola al producirse el riego (Figura 4.50); mientas que la separación del día 21 muestra una clara reducción del caudal base.

Por eso se ha optado por mantener un caudal base constante (el obtenido de la separación del día 21) durante los días que dura la elevación del hidrograma y los demás días mantener fija, en lugar del caudal base, la proporción de caudal base a caudal total, el 83% que se obtiene el día 8 de marzo, para los días anteriores al evento de aportación de agua del canal, y el 81% del día 4 de abril para los posteriores.

La Figura 4.51 muestra los caudales base obtenidos mediante descomposición del hidrograma en las fechas con datos analíticos y durante la estación de no riego de 1994-95 (hasta el 4 de abril).

La Figura 4.52 muestra los resultados de la separación del hidrograma para la estación de no riego de 1994-95. Se puede apreciar gráficamente el caudal diario que procede de escorrentía superficial, de aportes del canal y el caudal base. Nuevamente es importante

señalar que el caudal base incluye las escorrentías subsuperficiales (como el agua que se puede recoger por los drenes enterrados) y los aportes subterráneos propiamente dichos, que son el origen del flujo constante del Barranco de La Violada.

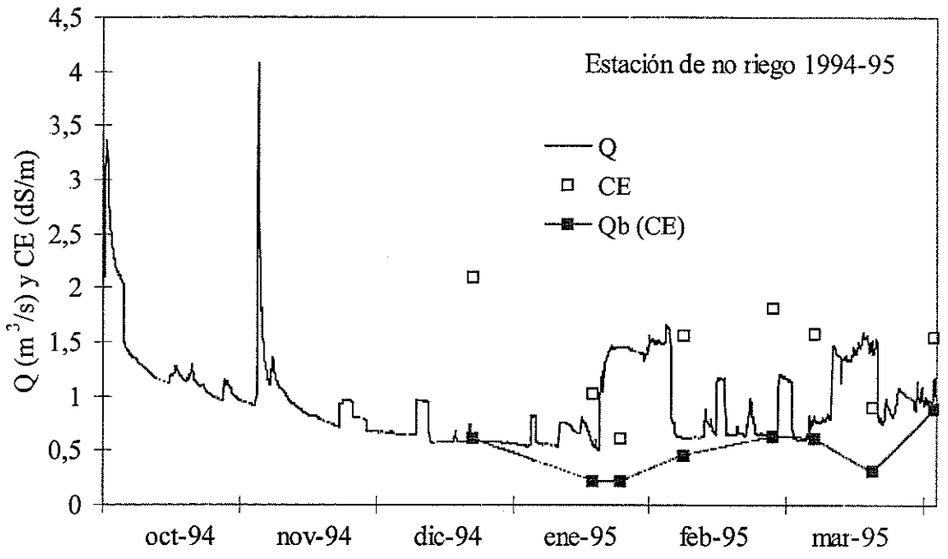


Figura 4.51. Separación del hidrograma en D-14. Caudal base obtenido con los datos de *CE* de los ocho días con muestras de la estación de no riego de 1994-95 utilizado para la separación la *CE*, Qb(*CE*).

Como resumen del comportamiento del hidrograma, los aportes de agua del canal provocan un aumento del nivel de agua en el cauce del Barranco de La Violada que reduce el flujo subterráneo de agua hacia el barranco (caudal base) con lo que el agua del barranco durante esos aportes tiene una proporción muy importante de agua del canal y una baja concentración. La aplicación de riego, en cambio, provoca la aparición de una fracción de agua del canal (aguas de cola) y un aumento del caudal base. En los días siguientes a las precipitaciones importantes aparecen picos de escorrentía superficial mientras que el caudal base se mantiene constante en unos valores ligeramente superiores al caudal anterior a la crecida.

Las mayores escorrentías superficiales se presentaron en octubre y noviembre de 1994 y en enero y febrero de 1996. Los aportes del canal en el periodo de no riego fueron superiores en 1994-95 a los de 1995-96 y los más importantes se dieron de enero a marzo de

1995. El caudal base es mayor de octubre a diciembre de 1994 que en 1995, debido a las precipitaciones de septiembre de 1994, pero a partir de enero de 1995, a falta de precipitaciones importantes, se mantiene en un nivel similar al de 1996, sobre los 0,6 m^3/s.

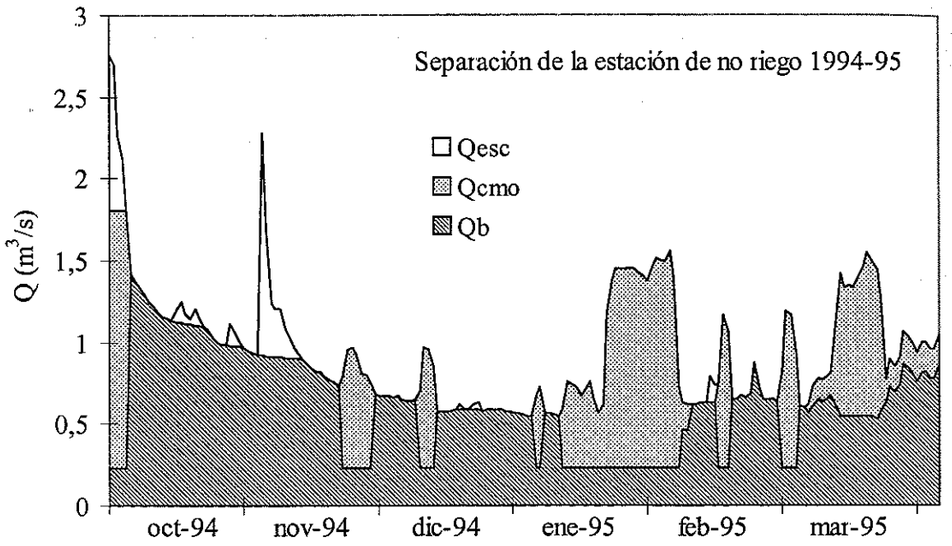


Figura 4.52. Separación del hidrograma en D-14. Componentes del caudal en la estación de no riego de 1995-96. *Qesc* es el caudal de escorrentía superficial; *Qcmo*, el caudal aportado por el Canal de Monegros y *Qb*, el caudal base.

4.3. COMPONENTES DEL BALANCE DE AGUA

4.3.1. Volumen de agua de riego aplicada

El riego constituye la principal entrada de agua al sistema durante la campaña de riegos y en particular en los meses de verano. El volumen de agua de riego aplicada fue de 37,83 hm^3 en el año hidrológico 1994-95 y de 37,01 hm^3 en 1995-96. En los dos años se dieron varios riegos aislados durante el invierno o fuera de la campaña de riegos, pero la casi totalidad del agua de riego se aplicó en el periodo de abril a septiembre.

La campaña de riego de 1995 comenzó el 6 de marzo terminando el 30 de septiembre, si bien se registran algunos días sin riego a finales de abril; la campaña de 1996 comenzó el 9 de marzo terminando el 11 de octubre, aunque los riegos sólo se aplicaron ininterrumpidamente desde el 21 de marzo.

Salvo algunos riegos aislados antes de marzo, el riego se inicia propiamente en el polígono a finales de marzo o primeros de abril, cuando se empiezan a aplicar los riegos de "huebra" o pre-siembra del maíz. Estos riegos se realizan para dejar el suelo con un grado de humedad adecuado para la siembra, lo que localmente se conoce como "tempero". El volumen de riego se reduce drásticamente a finales de abril y, especialmente, en mayo, una vez sembrado el maíz ya que en estos meses sólo se da algún riego a los cereales de invierno y en alguna ocasión a la alfalfa. A finales de mayo o primeros de junio vuelve a aumentar el riego con el comienzo de los riegos del maíz y de la alfalfa, que se suceden sin interrupción hasta septiembre. La Figura 4.53 recoge el volumen de riego diario aplicado en la zona de trabajo. Se aprecia la importancia en cantidad de los riegos "de huebra" en abril y la repetición de unas oscilaciones en los valores de riego del verano: se trata de fluctuaciones semanales, debidas al descanso del fin de semana. Los descensos mucho más marcados en el agua de riego aplicada en verano de 1996 se deben a las elevadas precipitaciones de los meses de julio y agosto de ese año.

También se pueden observar las diferencias existentes entre las dos campañas de riego: en 1995 el riego se inicia antes y con mayores cantidades de agua (mes de marzo) y aún en mayo se adelantan algo los riegos con relación a 1996. Así, mientras en 1995 se aplicaron casi 2,8 hm^3 durante el mes de marzo, en 1996 solo se aplicaron 0,6 hm^3 (Tabla 4.26). Además, en enero y febrero se dieron algunos riegos en 1995 y casi ninguno en 1996. Estas diferencias

obedecen a la práctica ausencia de lluvias en el invierno de 1995 con respecto al de 1996 (entre diciembre de 1994 y marzo de 1995 se registraron 40,8 mm en la estación de la Granja-escuela de Almudévar, frente a 330,5 mm en el mismo periodo de 1995-96), que hizo necesaria una aplicación de agua mayor en marzo y abril para preparar la siembra del maíz en la segunda quincena de abril y primeros de mayo e incluso regar algo los cereales de invierno en fechas tan tempranas como febrero. Estas diferencias entre los dos años se recogen mensualmente en la Tabla 4.26.

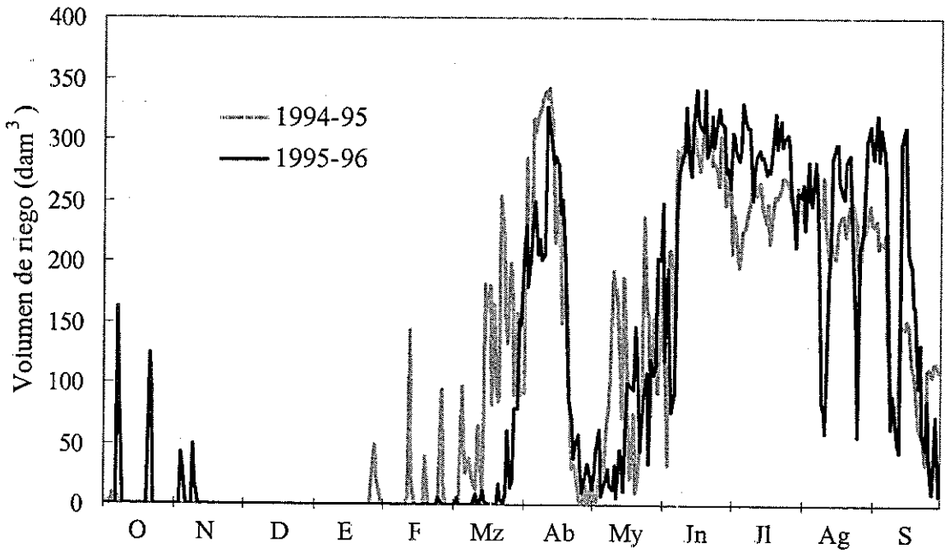


Figura 4.53. Balance de Agua. Volúmenes diarios de riego aplicados en la zona de estudio durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Otra diferencia sensible entre 1996 y 1995 es el mayor volumen de riego aplicado en junio y, sobre todo, julio de 1996. La precipitación en esos meses sobre el polígono ascendió a 644,4 dam^3 en 1995 y 3782,1 dam^3 en 1996, por lo que esa diferencia debe atribuirse a la mayor superficie sembrada de maíz en 1996 (2001 ha en 1996 frente a 1676 ha en 1995), que supone una mayor evapotranspiración neta en el conjunto del polígono en ese periodo (7861,2 dam^3 en 1995 frente a 9836,3 dam^3 en 1996)

Sobre el total de las hectáreas regadas en cada año (3513,22 ha en 1995 y 3581,92 ha en 1996), el volumen de riego total aplicado durante todo el año hidrológico, supone una aplicación media de agua de **10768 m^3/ha** en 1994-95 y de **10333 m^3/ha** en 1995-96.

Tabla 4.26. Balance de agua. Volúmenes mensuales de agua de riego (dam^3) aplicados en la zona de estudio durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Meses	Volumen de Riego (dam^3) 1994-95	1995-96
Octubre	21,3	465,6
Noviembre	0,0	121,2
Diciembre	0,0	0,7
Enero	115,3	0,0
Febrero	323,9	6,4
Marzo	2792,9	614,5
Abril	5444,5	5185,2
Mayo	2680,0	2119,1
Junio	7612,7	8009,6
Julio	7596,4	8873,0
Agosto	7282,7	7122,4
Septiembre	3961,7	4496,2
Campaña Riego (abril-septiembre)	*34578,1*	*35805,6*
Periodo No riego (octubre-marzo)	*3253,5*	*1208,3*
Total anual	**37831,5**	**37013,8**

4.3.2. Volumen de precipitación

La altura de agua aportada por la precipitación sobre la zona de trabajo asciende a 295,6 mm en el año hidrológico 1994-95 y a 585,3 en 1995-96 (valores de la Granja-escuela de Almudévar). La Tabla 4.27 recoge los valores mensuales de precipitación para los dos años hidrológicos y el volumen que esa precipitación supone sobre la superficie de la zona de estudio.

Además de ser notablemente mayor en 1995-96 que en 1994-95, la precipitación se distribuyó de manera diferente en ambos años. Fuera de la campaña de riegos, el otoño de 1994-95 (octubre y noviembre) acaparó las precipitaciones de ese año, mientras que en 1995-96 la precipitación fue especialmente intensa en invierno (diciembre y enero). Estas precipitaciones fuera de la campaña de riego influyen directamente en el volumen de drenaje. Durante la campaña de riegos la precipitación de 1996 fue mayor también que la de 1995 y en los dos años se distribuyó más uniformemente que durante el periodo de no riego.

Otro hecho que no se recoge en la Tabla 4.27 es que la precipitación fue de 113,2 mm en septiembre de 1994, muy superior a la de los años de estudio. Este valor tan alto influye en

que apenas haya riegos en octubre de 1995 en comparación con 1996 y también en el elevado volumen de drenaje del otoño de 1995

Tabla 4.27. Balance de agua. Precipitación mensual (mm) en la estación meteorológica de la Granja-escuela de Almudévar y volumen de agua (dam^3) que supone sobre la zona de estudio durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Meses	Precipitación (mm)		Volumen (dam^3)	
	1994-95	1995-96	1994-95	1995-96
Octubre	60,1	3,3	3174,6	174,3
Noviembre	66,2	28,2	3496,9	1489,6
Diciembre	16,1	113,2	850,4	5979,5
Enero	8,5	152,2	449,0	8039,6
Febrero	10,9	44,4	575,8	2345,3
Marzo	5,3	20,7	280,0	1093,4
Abril	43,8	39,8	2313,6	2102,3
Mayo	36,5	53,6	1928,0	2831,3
Junio	7,3	15,3	385,6	808,2
Julio	4,9	56,3	258,8	2973,9
Agosto	22,9	41,3	1209,6	2181,6
Septiembre	13,1	17,0	692,0	898,0
Campaña Riego (abril-septiembre)	*128,5*	*223,3*	*6787,7*	*11795,3*
Periodo No riego (octubre-marzo)	*167,1*	*362,0*	*8826,6*	*19121,8*
Total anual	**295,6**	**585,3**	**15614,3**	**30917,0**

4.3.3. Aportes directos del Canal de Monegros a los azarbes

La cantidad global de agua aportada desde el Canal de Monegros a los azarbes a través de sus aliviaderos se ha estimado mensualmente como la suma de los valores diarios correspondientes a cada mes facilitados por la C.H.E. Las aportaciones totales de agua del Canal de Monegros vertida directamente al Barranco de La Violada ascienden a 4,4 hm^3 en 1994-95 y a 1,6 hm^3 en 1995-96 y son mucho más importantes fuera de las campañas de riego que durante éstas. Esos mismos valores se han estimado también por separación del hidrograma para la estación de no riego, obteniéndose resultados algo distintos de los datos suministrados por la C.H.E. aunque los valores anuales son semejantes (Tabla 4.28). Para la realización de los balances de agua y nitrógeno se utilizaron los valores obtenidos por descomposición del hidrograma por considerarlos mas fiables.

Tabla 4.28. Balance de agua. Aportes mensuales del Canal de Monegros a la red de desagües durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96 (dam^3) calculados por separación del hidrograma (Hidrograma) junto con los volúmenes facilitados por la Confederación Hidrográfica del Ebro (Datos C.H.E.).

Meses	Volumen aportes Canal de Monegros (dam^3)			
	1994-95		1995-96	
	Hidrograma	Datos C.H.E.	Hidrograma	Datos C.H.E.
Octubre	683,4	0,0	541,7	354,1
Noviembre	381,1	54,0	89,1	7,6
Diciembre	221,1	196,6	0,0	0,0
Enero	1699,5	2052,9	508,6	1014,3
Febrero	753,6	352,8	88,8	91,4
Marzo	847,7	1635,2	0,0	0,0
Abril	21,6	21,6	21,6	21,6
Mayo	21,6	21,6	21,6	21,6
Junio	21,6	21,6	21,6	21,6
Julio	21,6	21,6	21,6	21,6
Agosto	21,6	21,6	21,6	21,6
Septiembre	21,6	21,6	21,6	21,6
Campaña Riego	*129,6*	*129,6*	*129,6*	*129,6*
Periodo No riego	*4586,5*	*4291,4*	*1228,2*	*1467,4*
Total anual	**4716,1**	**4421,0**	**1357,8**	**1597,0**

(1) Los valores de aportes directos del Canal a los desagües en verano no se han calculado mediante la separación del hidrograma, para esos meses se toman los volúmenes facilitados por la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Existe otro aporte directo de los caudales que no se ha podido cuantificar, son las filtraciones de los canales que tiene gran importancia en la Acequia de La Violada por el sustrato yesífero y que son recogidas por drenes laterales en la Acequia de La Violada y en el Canal de Monegros.

4.3.4. Aportes de las escorrentías exteriores al polígono

Los aportes de las escorrentías exteriores al polígono se calcularon mediante la separación del hidrograma durante la estación de no riego para todos los episodios de precipitación que supusieron un aumento importante del caudal de salida (Figuras 4.49 y 4.52). Además durante el verano de 1996 se produjeron algunas precipitaciones que dieron lugar a escorrentías importantes. Los volúmenes de agua de escorrentía se calcularon en estos

casos descontando del caudal total el valor medio de los días anteriores o posteriores a dichas precipitaciones. Dada la pequeña cuantía de la escorrentía superficial y las condiciones favorables para que se produzca escurrimiento en el secano frente al regadío, donde el terreno se encuentra abancalado, se ha supuesto que toda la escorrentía superficial proviene del exterior del polígono, cuando se produce, y se considera como aportes externos.

La escorrentía directa total se estimó en 0,62 hm^3 en 1994-95 y 0,77 hm^3 en 1995-96. Los valores mensuales se recogen en la Tabla 4.29.

Tabla 4.29. Balance de agua. Aportes mensuales (dam^3) estimados de la escorrentía superficial durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96 calculados por separación del hidrograma.

	Volumen escorrentía superficial (dam^3)	
Meses	**1994-95**	**1995-96**
Octubre	285,5	0
Noviembre	297,8	20,6
Diciembre	10,4	31,3
Enero	0	419,2
Febrero	22,9	123,6
Marzo	0	0
Abril	0	0
Mayo	0	0
Junio	0	13,0
Julio	0	73,2
Agosto	0	90,8
Septiembre	0	0
Campaña de riego (abril-septiembre)	*616,6*	*594,7*
Periodo de no riego (octubre-marzo)	*0,0*	*176,9*
Total anual	**616,6**	**771,6**

4.3.5. Aportes de los vertidos urbanos e industriales

A partir de los datos de la Comunidad de Regantes de Almudévar se pueden conocer los volúmenes de agua tomados para uso urbano e industrial y la fecha de suministro. El vertido de esos retornos al Barranco de La Violada no se produce en la fecha en que se toman sino en un periodo indefinido a partir de su toma. Suponiendo que la utilización del agua es tanto más intensa cuánta más agua se toma, se ha optado por asignar a cada mes el valor de

retorno correspondiente a la suma de los volúmenes para uso industrial y urbano de ese mes (Tabla 4.30).

Tabla 4.30. Balance de agua. Volumen (dam^3) mensual de los vertidos urbanos e industriales para los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

	Volumen vertidos urbanos e industriales (dam^3)	
Meses	**1994-95**	**1995-96**
Octubre	17,6	22,4
Noviembre	14,4	26,4
Diciembre	12,0	30,8
Enero	31,2	27,2
Febrero	18,0	20,8
Marzo	24,8	20,0
Abril	22,0	20,8
Mayo	22,8	19,2
Junio	24,0	21,6
Julio	36,0	30,4
Agosto	25,2	20,0
Septiembre	32,8	23,2
Campaña Riego (abril-septiembre)	*162,8*	*135,2*
Periodo No riego (octubre-marzo)	*118,0*	*147,6*
Total anual	**280,8**	**282,8**

4.3.6. Agua exportada a través de la red de drenaje

El agua que sale del sistema a través del punto D-14 del Barranco de La Violada constituye, junto con la evapotranspiración de los cultivos, la vía más importante de salida de agua del sistema. La determinación del volumen del agua de drenaje es esencial en este trabajo por su relación con la masa de nitrógeno y de sales exportada.

En 1994-95 el volumen total de agua registrado en D-14 fue de 43,14 hm^3 frente a 33,28 hm^3 en 1995-96. Particularmente, el volumen exportado fue mucho mayor durante la campaña de riegos de 1995, 28006 dam^3, que durante la de 1996, 20054 dam^3. En octubre y noviembre el volumen de drenaje es mayor en 1994-95 que en 1995-96 (Tabla 4.31), mientras ocurre lo contrario en enero y febrero por la distinta distribución de las precipitaciones.

Tabla 4.31. Balance de agua. Volúmenes mensuales de agua de drenaje (dam^3) exportados de la zona de estudio (D-14) durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

	Volumen drenaje (dam^3)	
Meses	**1994-95**	**1995-96**
Octubre	3591,6	2116,6
Noviembre	2510,0	1372,7
Diciembre	1716,8	1536,4
Enero	2504,6	3516,3
Febrero	2003,3	2654,4
Marzo	2808,2	2028,5
Abril	3185,8	2956,1
Mayo	3491,8	2593,8
Junio	5453,2	3527,2
Julio	6114,0	4228,9
Agosto	5669,6	3846,2
Septiembre	4091,2	2902,1
Campaña Riego (abril-septiembre)	*28005,7*	*20054,3*
Periodo No Riego (octubre-marzo)	*15134,5*	*13224,9*
Total anual	**43140,2**	**33279,2**

La Figura 4.54 muestra los caudales medios diarios medidos en el punto D-14 del Barranco de La Violada durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96. Se puede apreciar que el caudal medio diario va descendiendo en octubre, noviembre y diciembre y que las precipitaciones fuera de la campaña de riegos producen picos de caudal que luego desaparecen más lentamente (recesión). El nivel al que descienden los picos en otoño de 1994 es claramente más alto que en 1995, ya que en esos meses de 1994 se están evacuando las precipitaciones de septiembre, octubre y noviembre de 1994. Los mayores picos de escorrentía se producen en enero y febrero de 1996, tras las elevadas precipitaciones de esos meses.

También se presentan fuera de la campaña de riego otros picos de caudal de forma y origen distintos, como el que se puede observar entre enero y febrero de 1995, debidos a aportes directos del Canal de Monegros a la red de desagües.

La Figura 4.55 presenta los caudales bihorarios para un mes de verano. En ella se aprecia como los caudales oscilan a lo largo de un día, tomando normalmente un máximo poco antes de mediodía y un mínimo sobre la medianoche. Estas oscilaciones diarias se

explican por la incorporación al Barranco de La Violada de las aguas de cola de las acequias al finalizar el turno de riego, en la madrugada como se explicó anteriormente. Esas aguas pasarían por D-14 durante la mañana, según la acequia de la que procedan. Al tratarse de agua con un menor contenido salino que el agua de percolación de las parcelas reduce la salinidad del agua de los azarbes.

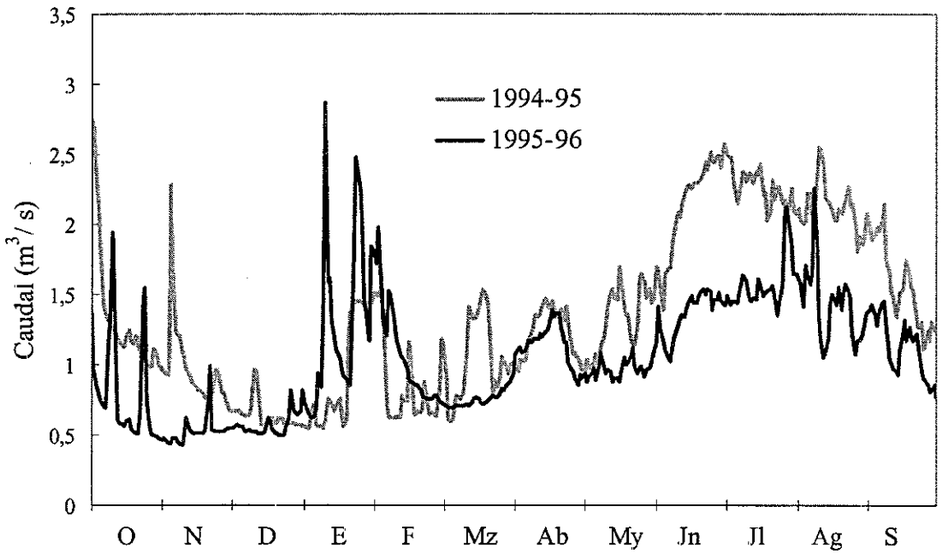


Figura 4.54. Balance de agua. Caudales medios diarios (m^3/s) por el punto D-14 durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

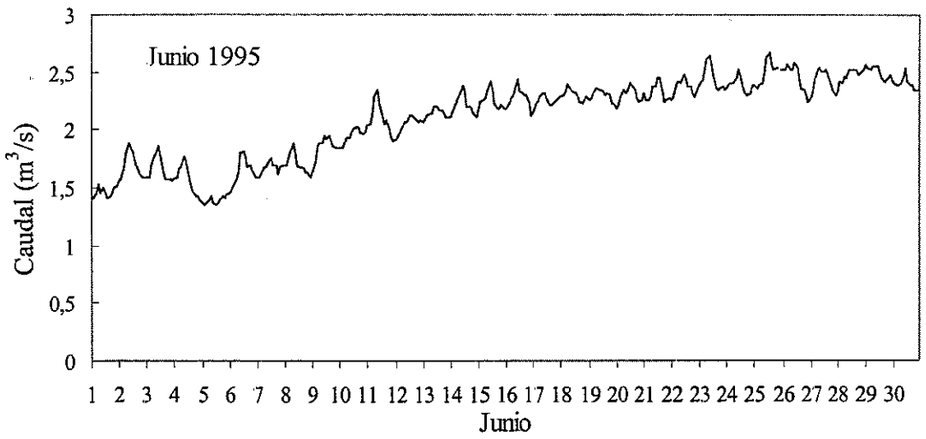


Figura 4.55. Balance de agua. Caudal (m^3/s) cada dos horas por el Barranco de La Violada (punto D-14) en el mes de junio de 1995.

4.3.7. Volumen de agua evapotranspirada

La evapotranspiración de referencia, calculada por el método de Penman-Monteith, fue mayor en 1994-95 (1298,5 mm) que en 1995-96 (1199,3 mm), como cabe esperar por ser el año 1995 más caluroso.

Los valores calculados de la evapotranspiración real de cada cultivo, dentro de su estación de cultivo y fuera de ella (correspondientes a la evapotranspiración de suelo desnudo), se presentan en la Tabla 4.32.

Tabla 4.32. Balance de agua. Evapotranspiración anual de los cultivos y de las tierras no cultivadas del regadío y del secano en los años 1994-95 y 1995-96 (mm).

Evapotranspiración (mm)						
Regadío						
	1994-95			**1995-96**		
	Durante el cultivo	**Fuera de estación**	**Total**	**Durante el cultivo**	**Fuera de estación**	**Total**
Maíz	616,5	162,7	779,2	627,5	194,2	821,7
Alfalfa	-	-	916,3	-	-	874,9
Trigo	557,7	63,0	620,6	488,0	134,9	622,9
Cebada	466,2	96,7	559,9	464,9	125,2	590,1
Girasol	432,2	170,1	602,3	451,0	192,3	643,2
Pimiento	439,6	201,5	641,1	469,8	237,7	707,4
Frutales	-	-	501,1	-	-	587,4
Arroz	1013,3	158,5	1171,7	981,8	192,9	1174,6
Sin cultivo	-	-	287,1	-	-	388,7
Secano						
	1994-95			**1995-96**		
	Durante el cultivo	**Fuera de estación**	**Total**	**Durante el cultivo**	**Fuera de estación**	**Total**
Cebada	174,2	84,6	258,8	273,17	123,4	396,6
Frutales	-	-	278,4	-	-	381,1
Pinos	-	-	268,8	-	-	361,6
Matorral y pastos	-	-	262,4	-	-	356,1

La evapotranspiración real osciló en el regadío entre los 501 mm de los frutales en 1995 y los 1175 mm del arroz en 1996. En general la evapotranspiración fue mayor para todos

los cultivos en 1995-96 que en 1994-95, con la sola excepción de la alfalfa. En el secano las diferencias entre los dos años son mucho mayores, debido a que en 1996 hubo mucha más agua disponible para la evapotranspiración, al ser un año mucho más húmedo.

Los volúmenes de agua evapotranspirados por los distintos cultivos de secano y de regadío y las principales masas de vegetación natural (pinos y matorral) del polígono se calcularon diariamente teniendo en cuenta la superficie ocupada por cada uno de ellos y se sumaron para obtener el volumen mensual y anual de agua evapotranspirada en el polígono (Tabla 4.33).

Tabla 4.33. Balance de agua. Volúmenes mensuales de la evapotranspiración (dam^3) en el secano y el regadío del Polígono de La Violada en los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96

	Volumen evapotranspirado (dam^3)					
	1994-95			**1995-96**		
Mes	**Regadío**	**Secano**	**Total**	**Regadío**	**Secano**	**Total**
Octubre	1644,3	491,8	2136,1	707,9	168,9	876,8
Noviembre	833,5	223,6	1057,0	730,9	339,5	1070,5
Diciembre	491,5	166,9	658,4	570,9	146,5	717,4
Enero	983,0	354,8	1337,8	928,0	234,7	1162,7
Febrero	1140,6	161,2	1301,8	1373,7	475,2	1848,9
Marzo	1586,8	123,1	1709,9	2169,3	350,5	2519,7
Abril	1866,1	343,7	2209,7	2780,2	437,9	3218,1
Mayo	3767,4	533,6	4301,0	4108,3	700,0	4808,3
Junio	3520,5	36,2	3556,7	4228,0	177,2	4405,1
Julio	4206,0	98,5	4304,5	5005,2	426,0	5431,2
Agosto	4108,5	255,5	4364,0	5053,9	655,7	5709,6
Septiembre	2681,4	117,9	2799,3	3244,5	180,9	3425,4
Campaña Riego	*20149,8*	*1385,4*	*21535,2*	*24420,2*	*2577,6*	*26997,7*
Periodo No Riego	*6679,7*	*1521,4*	*8201,1*	*6480,8*	*1715,2*	*8196,0*
Total anual	**26829,5**	**2906,8**	**29736,4**	**30901,0**	**4292,8**	**35193,8**

Se observa que la evapotranspiración mensual es mayor en mayo que en junio en los dos años estudiados (Figura 4.56). Esto obedece a la alta evapotranspiración de los cereales de invierno, en regadío y en secano, en el mes de mayo y a la elevada superficie que ocupan. Así, en 1995, la evapotranspiración del regadío es mayor en mayo que en junio; porque hay unas 669 ha de cereales de invierno en regadío; no ocurre así en 1996, porque la superficie de trigo y cebada en regadío se reduce ese año a 387 ha. La evapotranspiración global sigue siendo, no

obstante, mayor en mayo que en junio en 1996, por la importante contribución del cereal de secano, que ocupa una gran superficie los dos años y tiene una evapotranspiración especialmente alta en 1996 (un año especialmente lluvioso y en el que los cereales de invierno tuvieron unos excelentes resultados).

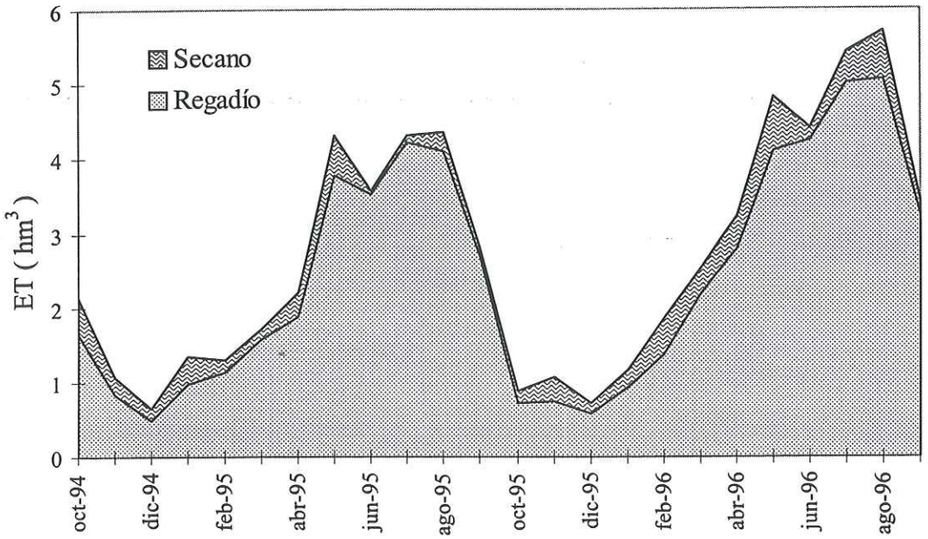


Figura 4.56. Volumen mensual de agua evapotranspirada (hm^3) por el regadío y el secano del Polígono de La Violada en los años 1994-95 y 1995-96.

El maíz es el cultivo con mayor evapotranspiración en el regadío, seguido de la alfalfa (Figura 4.57) mientras que la cebada lo es claramente en el caso del secano.

La evapotranspiración media fue mayor en el regadío que en el secano (Tabla 4.34) y para el conjunto del polígono fue de **562,9 mm** en 1995 y de **666,3 mm** en 1996. La *ET* media en la superficie cultivada en regadío fue de 735,1 mm en 1994-95 y de 832,1 mm en 1995-96; en la superficie cultivada en secano la *ET* media fue también mayor en 1995-96 (329,9 mm) que en 1994-95 (217,0 mm).

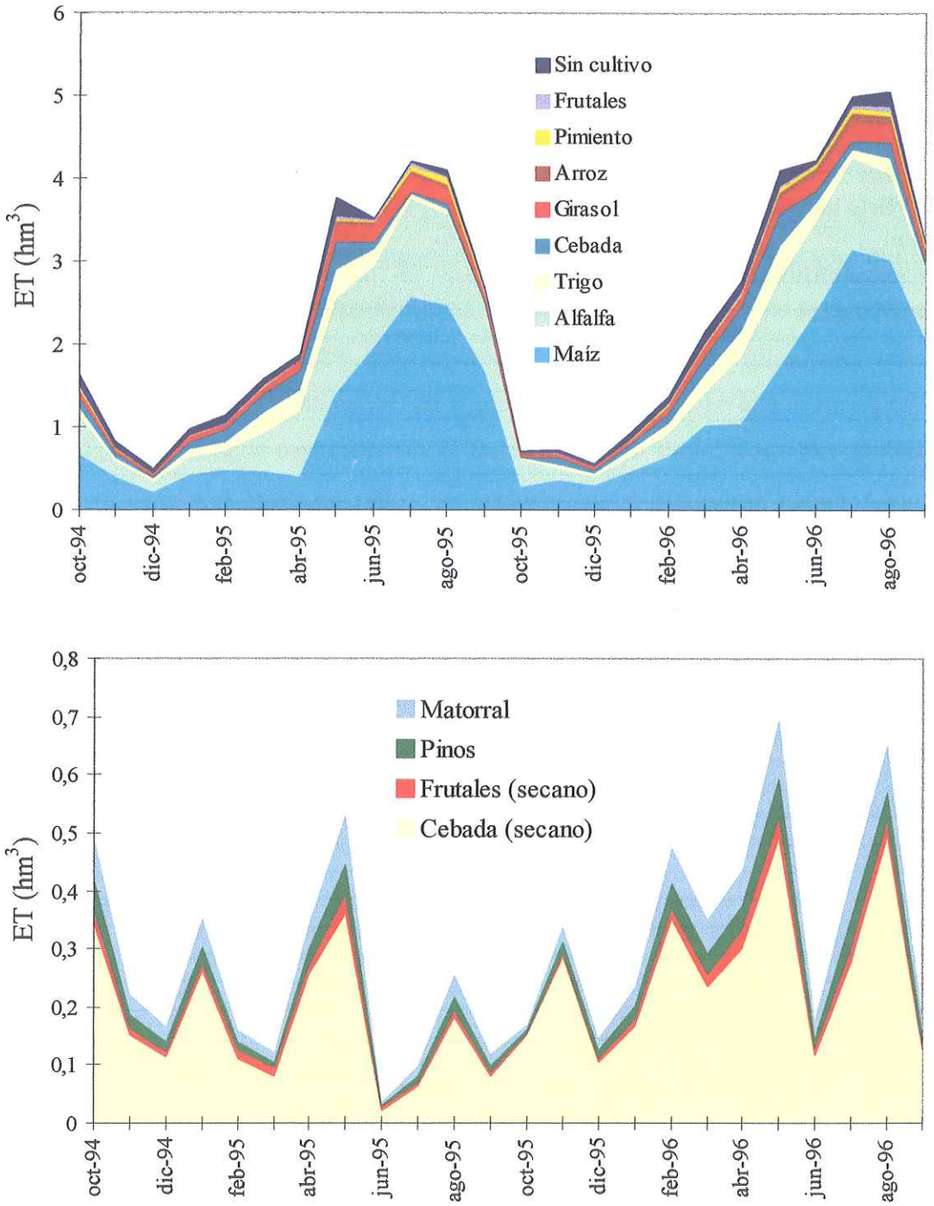


Figura 4.57. Balance de agua. Evapotranspiración mensual (hm^3) de los cultivos de regadío y secano durante los dos años de estudio. En los meses sin cultivo la *ET* se refiere a la evapotranspiración del suelo desnudo.

Tabla 4.34. Balance de agua. Evapotranspiración media anual (mm) y superficie (ha) del regadío y secano durante los dos años estudiados.

	1994-95		1995-96	
	Superficie	**ET(mm)**	**Superficie**	**ET(mm)**
Regadío	3862,4	694,6	3863,6	799,8
Superficie cultivada en regadío	3513,2	735,1	3581,5	832,1
Secano	1419,8	204,7	1418,6	302,6
Superficie cultivada en secano	1003,7	217,0	1002,5	329,9
Total Polígono	5282,2	562,9	5282,2	666,3

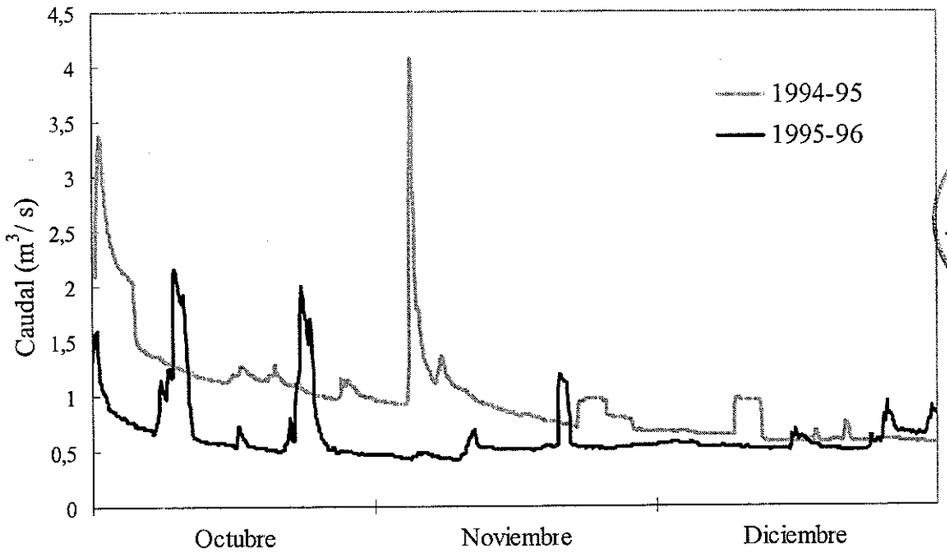
4.3.8. Balance de agua

Los valores mensuales de las entradas y salidas consideradas en la realización del balance de agua se presentan en la Tabla 4.35. Se puede observar que el balance hecho sobre estas entradas y salidas cierra muy bien el año 1995-96, con una diferencia entre entradas y salidas de 1,9 hm^3, un 3%, mientras que la diferencia entre entradas y salidas en 1994-95 es de -13,8 hm^3, un 21%.

Tabla 4.35. Balance de agua. Entradas y salidas de agua y diferencia entre entradas y salidas (dam^3) en el sistema del Polígono de riego de La Violada para los años 1994-95 y 1995-96

	1994-95			1995-96		
	Entradas	**Salidas**	**Diferencia**	**Entradas**	**Salidas**	**Diferencia**
Octubre	4182,5	5727,7	-1545,3	1204,0	2993,4	-1789,4
Noviembre	4190,1	3567,1	623,1	1746,9	2443,2	-696,3
Diciembre	1094,0	2375,2	-1281,2	6042,3	2253,8	3788,5
Enero	2295,1	3842,4	-1547,4	8994,6	4679,0	4315,6
Febrero	1694,2	3305,1	-1610,9	2584,9	4503,4	-1918,4
Marzo	3945,3	4518,1	-572,8	1727,9	4548,2	-2820,3
Abril	7801,7	5395,6	2406,2	7330,0	6174,2	1155,8
Mayo	4652,4	7792,8	-3140,4	4991,2	7402,1	-2411,0
Junio	8043,9	9009,9	-966,0	8874,0	7932,4	941,6
Julio	7912,8	10418,5	-2505,7	11972,1	9660,1	2312,0
Agosto	8539,2	10033,7	-1494,5	9436,3	9555,7	-119,4
Septiembre	4708,0	6890,5	-2182,5	5439,0	6327,5	-888,5
Riego	*41658,1*	*49541,0*	*-7882,8*	*48042,6*	*47052,0*	*990,5*
No Riego	*17401,2*	*23335,6*	*-5934,4*	*22300,5*	*21420,9*	*879,6*
Año	**59059,3**	**72876,6**	**-13817,2**	**70343,1**	**68472,9**	**1870,2**

El volumen total de agua que sale anualmente del sistema por la red de drenaje y como evapotranspiración, es del orden de 70 hm^3 los dos años (72,88 hm^3 en 1994-95 y 68,47 hm^3 en 1995-96). Las entradas fueron 59,06 hm^3 en 1994-95 y 70,34 hm^3 en 1995-96. En el balance no se han tenido en cuenta los aportes subsuperficiales exteriores al sistema, las filtraciones de los canales, y las salidas posibles por percolación profunda; tampoco se tiene en cuanta la variación en el contenido de agua almacenada en el sistema que de ser diferente al principio y al final de un año hidrológico puede suponer una gran diferencia. Teniendo en cuenta estas incertidumbres, puede concluirse que el cierre del balance es excelente en 1995-96 y aceptable en 1994-95, sobre todo teniendo en cuenta las precipitaciones anteriores a octubre de 1994, que han podido contribuir a que las salidas en dicho año hidrológico superen a las entradas. Así, el agua exportada por el Barranco de La Violada en el otoño de 1994 es mucho mayor que en el otoño de 1995: 7818 dam^3 frente a 5026 dam^3 (Tabla 4.31), lo que puede deberse en parte a la alta precipitación que se registró en el mes de septiembre de 1994 (113,2 mm) que supuso un total de 22,3 hm^3 sobre el total de la cuenca de recepción de D-14 y 6 hm^3 sobre el polígono estudiado, cantidad solo superada en el periodo de estudio por los meses de enero y febrero de 1996. Esta precipitación del mes de septiembre es la causa de que la curva de recesión general esté muy por encima en el otoño de 1994 que en el de 1995, como se aprecia en la Figura 4.58.



Servicio de Investigación D. C. A. BIBLIOTECA

Figura 4.58. Balance de agua. Caudal (m3/s) medido cada dos horas en el punto D-14 del Barranco de la Violada en otoño de 1994 y 1995.

Parte de este agua que abandona el sistema por D-14 (por debajo de la línea de recesión de 1994) puede proceder del exterior del sistema en forma de aportes subsuperficiales del resto de la cuenca, que no se han considerado. También debe tenerse en cuenta que aunque proceda del interior del polígono ese agua ha entrado en el sistema en septiembre de 1994, mes no considerado en el balance de agua y lo está abandonando durante los meses siguientes en forma de agua subsuperficial.

En todo el periodo de octubre a marzo (estación de no riego) de 1994-95, las salidas exceden a las entradas de agua, excepto en noviembre (Tabla 4.35). Aún si se descuentan de ese exceso lo que es agua de escorrentía superficial y aportes directos del Canal de Monegros (estimados mediante separación del hidrograma), la cuenca en su conjunto estaría perdiendo agua a costa de sus reservas.

El invierno de 1995 es algo diferente: en octubre y noviembre las salidas exceden a las entradas, pero las elevadas precipitaciones de diciembre de 1995 y enero de 1996 hacen que en esos meses las entradas superen a las salidas, mientras que en los meses de febrero y marzo de 1996 son superiores las salidas al estar drenando el sistema el agua almacenada los meses anteriores, como se refleja en la mayor altura de la curva de recesión general (Figura 4.58).

En marzo de 1995 los suelos tenían un severo déficit hídrico debido a las escasas precipitaciones del invierno de 1994-95, por lo que la campaña de riegos se adelantó al 6 de marzo. El volumen de riego comparativamente alto aplicado en marzo de 1995 a los cereales de invierno y a la alfalfa no se refleja en el agua exportada por el Barranco de La Violada. Las salidas superan a las entradas en ambos meses de marzo, aunque mucho más en 1996 que en 1995. En abril, las entradas superan a las salidas en ambos años como consecuencia de la aplicación generalizada de los riegos de presiembra del maíz, agua que en gran medida sirve para aumentar el contenido de humedad de los suelos regados.

En el mes de mayo, en el que los riegos se reducen drásticamente, las salidas vuelven a superar a las entradas. Este exceso en las salidas puede proceder de los riegos aplicados el mes anterior. Durante el verano se produce un aumento de las entradas en forma de agua de riego (y en el caso del año 1996 de agua de lluvia) así como de las salidas (evapotranspiración y agua de drenaje) Asimismo, de junio a septiembre de 1995 el agua que sale del sistema es mayor que la que entra, mientras que en 1996 entra más agua al sistema de la que sale, aunque

este efecto es debido únicamente al mes de julio, pues en agosto y septiembre las salidas vuelven a superar a las entradas, aunque mucho menos que en 1995.

La diferencia en el balance hídrico del año 1994-95 se produce tanto en la estación de no riego como en la de riego (Tabla 4.35). El exceso de agua en la estación de no riego (5934 dam^3) puede achacarse a la alta precipitación que ocurrió en el mes de septiembre y que genera un nivel base en el punto D-14 superior al del año 1995-96 durante el periodo de octubre a diciembre.

Sin embargo, también se produce un exceso de agua durante la estación de riego (7865 dam^3). Existe una diferencia notable entre el agua de los desagües durante las campañas de riego de 1995 y 1996 que puede explicar, al menos en parte, las diferencias entre entradas y salidas en la campaña de riegos de 1995. Así, mientras en la campaña de riegos de 1995 la *CE* media de los desagües D-2 e I-5 (el Barranco de Las Pilas y el Barranco del Azud, que reciben aportaciones del Canal de Monegros) es de 0,98 y 0,80 dS/m, respectivamente, en 1996 la *CE* es de 1,48 dS/m y 1,08 dS/m en D-2 e I-5, respectivamente. Esta diferencia tan acusada, sobre todo en D-2, puede indicar que en la estación de riego de 1995 se aportó mucha más agua del canal a esos dos desagües, especialmente al D-2, dando lugar a una concentración menor del agua en D-14 en la campaña de riego de 1995 y a un volumen de drenaje bastante mayor que en 1996 (28 hm^3 frente a los 20 hm^3 de 1996) (Tabla 4.31).

También cabe plantearse si se ha producido una sobrestimación de la evapotranspiración o del agua de drenaje en verano de 1995, particularmente si la relación de gasto empleada no es válida en el verano de 1995 por alguna circunstancia del desagüe, aunque no se observó durante los muestreos nada anómalo que lo justifique.

4.3.9. Consideraciones sobre la eficiencia de riego

Utilizando los datos de evapotranspiración, volumen de riego y precipitación presentados en los apartados anteriores se ha calculado la eficiencia de aplicación del riego, *IAE*, como el cociente entre la evapotranspiración menos la precipitación efectiva sobre la superficie en regadío y el volumen de agua de riego.

La precipitación efectiva se ha calculado mensualmente según el método del S.C.S. descrito por Cuenca (1989) para un déficit de agua en el suelo de 75 mm. Se ha tomado como eficiencia global de riego del sistema (*IAE*) el valor *(ET-Pef)/R*, que sería la relación entre las

necesidades hídricas netas de los cultivos de regadío, *ET-Pef*, y el agua derivada para el riego, *R*.

Si se acepta que toda el agua de lluvia caída durante la campaña de riego es empleada por los cultivos y consumida como evapotranspiración, el término *(ET-P)/R* de la Tabla 4.36 representa la eficiencia de aplicación del riego global del sistema: es el cociente entre la parte de las necesidades de evapotranspiración cubiertas por el riego (*ET-P*) y el agua total derivada para riego (*R*). Como quiera que parte del agua de lluvia se perderá como escorrentía superficial (presumiblemente poca por tratarse de terrenos abancalados) o como percolación, la verdadera eficiencia global de riego del sistema estará entre el valor *(ET-P)/R* y el valor *ET/R*, que sería la eficiencia de riego del sistema, supuesto que los cultivos no aprovechan en absoluto el agua de lluvia para satisfacer sus necesidades de *ET*. Los valores *ET/R* y *(ET-P)/R* pueden considerarse como los límites superior e inferior, respectivamente, de la eficiencia de riego.

El valor *ET/R* es mayor en 1996 que en 1995 (62,6% frente a 54,0%) debido a que en ambos años el volumen de riego es prácticamente el mismo, mientras que en 1996 la evapotranspiración total es mucho mayor que en 1995 por la mayor superficie dedicada a maíz ese año. El valor *(ET-P)/R*, en cambio, resulta mayor en 1995 que en 1996 (42,9% frente a 39,3%) debido a las mayores precipitaciones de la campaña de 1996. Estos valores también varían según se incluya el riego y la evapotranspiración del mes de marzo o no. El agua aplicada en marzo es mucho mayor en 1995 que en 1996, mientras la *ET* es muy pequeña ese mes los dos años, de ahí que incluir el mes de marzo suponga una reducción mayor de *(ET-P)/R* en 1995 que en 1996 (el 1,5% frente al 0,7%).

En términos generales se puede asumir una eficiencia de aplicación del riego durante las campañas de riego de los dos años en el sistema del 45%. El aprovechamiento del agua de riego, descrito por los valores mensuales de *IAE*, es bastante parejo los dos años. El valor de *IAE* es muy bajo en abril (12 y 15%) porque el volumen de riego se emplea sobre todo en conseguir la "huebra" del maíz siendo muy reducida la *ET*. El descenso del riego en mayo junto a los consumos crecientes por parte de los cultivos que aprovechan el agua almacenada en el suelo con los riegos de abril dan lugar a valores de *IAE* muy altos (incluso superiores al 100% en 1996). Los meses de junio, julio y agosto se alcanzan valores de *IAE* entre el 35% y el 55%, superiores en 1995 por la menor precipitación de ese año, y en septiembre se alcanzan

los valores más altos (cercanos al 60%) porque la demanda sigue siendo alta pero los riegos se van reduciendo al acercarse el final del ciclo del maíz.

Tabla 4.36. Balance de agua. Evapotranspiración de los cultivos de regadío (*ET*), volumen total de riego (*R*), precipitación (*P*) y precipitación efectiva (*Pef*) sobre los cultivos de regadío (dam^3); eficiencia global de aplicación de riego considerando un aprovechamiento total del agua de lluvia por los cultivos *(ET-P)/R*, sin considerar la precipitación (*ET/R*) y tomando la precipitación efectiva (*IAE=(ET-Pef)/R)* por meses y en conjunto para las campañas de riego de 1995 y 1996 (%).

1995

Mes	*R*	*P*	*ET*	*Pef*	*(ET-P)/R*	*ET/R*	*IAE*
Abril	5444,5	1538,8	1689,2	984,9	2,8%	31,0%	12,9%
Mayo	2680,0	1282,3	3519,1	932,4	83,5%	131,3%	96,5%
Junio	7612,7	256,5	3505,6	153,2	42,7%	46,0%	44,0%
Julio	7596,4	172,1	4142,6	77,4	52,3%	54,5%	53,5%
Agosto	7282,7	804,5	3908,5	608,8	42,6%	53,7%	45,3%
Septiembre	3961,7	460,2	2574,9	308,8	53,4%	65,0%	57,2%
C. Riego[(1)]	34578,1	4514,5	19339,9	3065,5	42,9%	55,9%	**47,1%**
C.Riego total	*37370,9*	*4700,7*	*20162,5*	*3139,8*	***41,4%***	*54,0%*	***45,6%***

1996

Mes	*R*	*P*	*ET*	*Pef*	*(ET-P)/R*	*ET/R*	*IAE*
Abril	5185,2	1425,6	1683,7	901,1	5,0%	32,5%	15,1%
Mayo	2119,1	1919,9	3895,0	1359,1	93,2%	183,8%	119,7%
Junio	8009,6	548,0	4181,4	406,4	45,4%	52,2%	47,1%
Julio	8873,0	2016,6	4708,9	1495,0	30,3%	53,1%	36,2%
Agosto	7122,4	1479,3	4508,9	1113,0	42,5%	63,3%	47,7%
Septiembre	4496,2	608,9	3096,7	425,5	55,3%	68,9%	59,4%
C. Riego[(1)]	35805,6	7998,4	22074,5	5700,0	39,3%	61,7%	**45,7%**
C.Riego total	*36420,0*	*8739,9*	*22814,3*	*6150,8*	***38,6%***	*62,6%*	***45,8%***

(1) No incluye el agua de riego aplicada el mes de marzo, mientras el término *campaña de riego total* sí la incluye. Los valores de *IAE* son algo diferentes de los de la Tabla 4.19 porque allí se emplean la *ET* de la superficie total de regadío (que eran las calculadas en los años 80) y aquí sólo la *ET* de los cultivos bajo riego, eliminando la *ET* de las parcelas sin cultivo.

La eficiencia global del sistema también puede estimarse a partir del volumen de drenaje en D-14 descontando las aportaciones directas del Canal de Monegros, las escorrentias exteriores del polígono y los vertidos urbanos e industriales (volumen de drenaje

debido al riego). La eficiencia del riego calculada como (*riego-drenaje debido al riego*)/*riego* es del 45,2% en 1996 y del 42,7% en 1995. En el año 1995 se han descontado los 7882 dam^3 de diferencia entre entradas y salidas que se achacan a aportes directos del Canal de Monegros a los azarbes. Las eficiencias calculadas de las dos maneras dan resultados parecidos, lo que aporta cierta seguridad a la estimación de la eficiencia global del sistema en torno al 45%.

4.3.10. Relaciones entre el agua de riego y de drenaje durante la campaña de riego

Con el fin de establecer la relación en términos de desfase entre el volumen diario de agua de riego aplicado y el volumen de drenaje se utilizaron funciones de correlación cruzada. En primer lugar, siguiendo la metodología de Box y Jenkins (1976) se realizó un blanqueo de la serie de entrada (volumen de riego) mediante el ajuste de un modelo ARIMA. Los valores diarios de volumen de agua de riego aplicados durante las dos campañas de riego presentan una oscilación semanal, debida a la reducción del riego por el descanso de los fines de semana. Esa periodicidad se manifiesta claramente en la función de autocorrelación (ACF) de la serie por lo que se ajustó un modelo con periodicidad semanal. Asimismo, los valores de la ACF presentaban una caída lenta por lo que se realizó posteriormente una diferenciación de la serie (x_t-x_{t-1}). Lo mismo ocurría con los picos que se presentaban en los periodos de siete días por lo que se realizó una diferenciación estacional (x_t-x_{t-7}). Los modelos ajustados para la series de volumen de agua de riego diario de las campañas de riego de 1995 y 1996 fueron de medias móviles estacionales (los términos autoregresivos, en general, no resultaron significativos) y para su elección no se han aplicado criterios de idoneidad, como el criterio de información de Akaike (A.I.C.) o el criterio de probabilidad a posteriori (P.P.) (Quílez, 1988), sino que se han elegido los modelos mas sencillos que producían residuos no autocorrelacionados (ruido) y cuyos parámetros resultaban todos significativamente diferentes de cero ($p > 0,05$). Los modelos ajustados se presentan en la Tabla 4.37.

Posteriormente las series de caudales diarios medidos en el punto D-14 (expresadas también en dam^3 por día) se filtraron utilizando el mismo modelo ajustado a las series de entrada (volúmenes diarios de riego) obteniéndose la función de correlación cruzada entre las series filtradas (residuos después del ajuste de los modelos) de volumen de riego (entrada) y volumen de drenaje (salida). Los resultados (Figura 4.59) indican que existe un desfase de entre 0 días y 1 día entre las series de riego y desagüe. Este resultado coincide con el obtenido

al realizar la separación del hidrograma de los datos obtenidos cada dos horas en 1995 (apartado 4.1.2.1). Esto significa que la mayor parte del agua aplicada con el riego que va a parar a los desagües tarda entre 0 y 1 días en abandonar el sistema.

Tabla 4.37. Balance de agua. Modelos ARIMA ajustados a las series de volúmenes diarios de riego aplicado durante las campañas de riego de 1995 y 1996. MA-Medias móviles, S-Estacional

Campaña de riego	Modelo ARIMA	Parámetros estimados		
1995	$(0,1,1) \times (0,1,1)_7$	MA	0,2196**	(0,0694)
		SMA	0,8377***	(0,0397)
1996	$(0,1,0) \times (0,1,1)_7$	SMA	0,8594***	(0,0427)

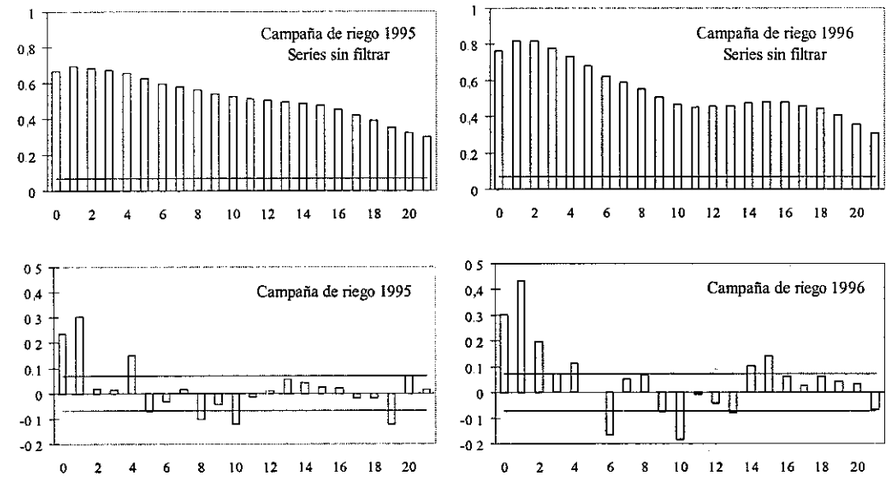


Figura 4.59. Balance de agua. Correlaciones cruzadas entre las series de agua de riego aplicada y volumen de drenaje antes y después de filtrar las series con un modelo ARIMA, para las campañas de riego de 1995 y 1996.

La Figura 4.60 presenta los valores medios mensuales de caudal medidos en D-14 frente al volumen de agua de riego aplicado por meses. Fuera del periodo de riegos (de octubre a febrero, puntos sobre el eje de ordenadas) el volumen de drenaje es prácticamente independiente del agua de riego aplicada, si bien en octubre de 1996 se riega algo más al retrasarse un poco la campaña de riegos con relación a 1995.

A partir de marzo las diferencias entre los dos años son notables. En 1995 el volumen de riego en marzo es mucho mayor, como consecuencia de un invierno muy seco que obligó a adelantar los riegos. Los volúmenes de agua de riego y drenaje son similares en abril de 1995 y 1996, pero en el mes de mayo empieza a notarse una diferencia: el volumen de riego se reduce ostensiblemente los dos años pero el drenaje es bastante mayor en 1995. En junio, julio, agosto y septiembre se incrementa el riego y el volumen de drenaje pero mientras en 1996 los valores medios se mantienen alineados con los de los meses de abril y mayo, en 1995, siguiendo con la tendencia iniciada en mayo, están claramente por encima de esa línea.

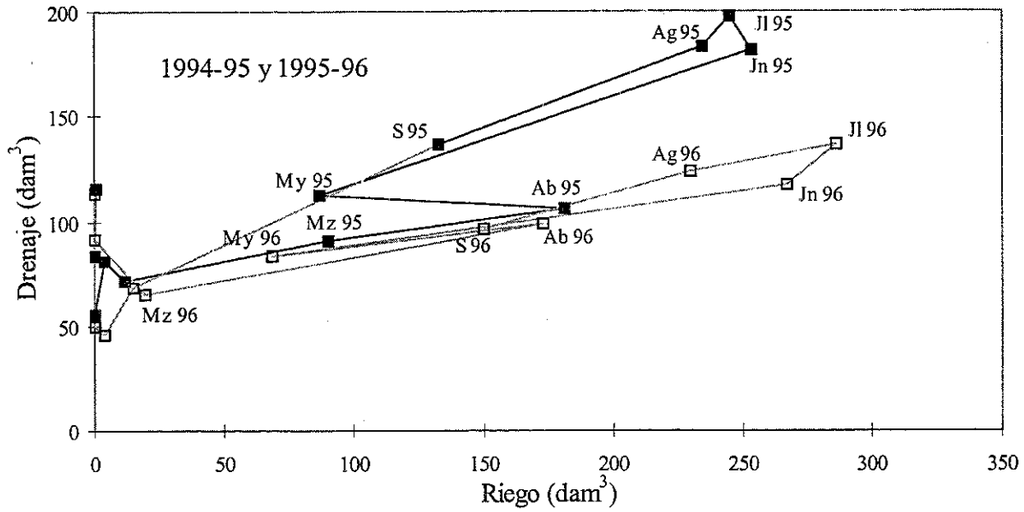


Figura 4.60. Volúmenes medios mensuales de riego y de drenaje (caudal por D-14) en cada mes de los años 1994-95 y 1995-96.

Es decir, para unos volúmenes de riego del mismo orden en ambos años, el volumen de drenaje es mucho mayor, a partir de mayo, en los meses de riego de 1995. Este comportamiento diferente puede deberse, como ya se ha señalado, a la presencia de otros aportes de agua directos desde el Canal de Monegros a la red de azarbes durante 1995 o simplemente a que siendo el volumen de riego similar en ambos años la evapotranspiración es mucho menor en 1995, debido a la menor superficie sembrada de maíz, por lo tanto el volumen de drenaje es mucho mayor.

En ambos años el volumen de drenaje es máximo en el mes de julio y el agua de riego es algo mayor en los meses de verano de 1996 que en los de 1995 por la mayor superficie

sembrada de maíz. En el mes de agosto es mayor el agua de riego aplicada en 1995, porque en 1996 se redujo algo el volumen de riego por las precipitaciones que se produjeron.

La representación de los mismos valores calculados diariamente (Figura 4.61) permite apreciar la existencia de una cierta histéresis previsible entre el volumen de drenaje y el agua de riego. Esto es, para un mismo volumen de riego aplicado en una fecha o unos días o semanas después el volumen drenado es mayor en las últimas fechas puesto que cuando se efectúan esos segundos riegos el contenido de humedad del suelo, globalmente, es mayor y percola una mayor cantidad de agua. Este fenómeno es más claro en los primeros riegos de 1995 (en abril y mayo) que se producen con el suelo muy seco.

En 1996 se registraron precipitaciones fuertes durante el verano, que son responsables de que se mantengan valores altos del volumen de drenaje durante largos periodos en julio y agosto de 1996 en los que se va reduciendo de manera importante el volumen de riego, como consecuencia, precisamente, de esas lluvias.

La relación directa que se presenta durante las campañas de riego entre el volumen diario de drenaje y el volumen diario de riego puede concretarse en una regresión lineal. En una regresión del volumen de drenaje frente al de riego el valor estimado de la pendiente, menor que la unidad, viene a representar, en ausencia de otras entradas importantes de agua al sistema, la fracción del agua de riego que se convierte en drenaje y la ordenada en el origen el valor del agua de drenaje en ausencia de riego; que incluye el caudal del régimen natural del barranco (en la medida en que no esté alterado por la elevación del nivel de agua en su cauce) y aportaciones no incluidas en el riego como las filtraciones de los canales.

La representación gráfica del volumen de agua de drenaje medido en el punto D-14 y el agua de riego aplicada el día anterior (puesto que la salida del agua de riego del sistema lleva aproximadamente un día de retraso, como se explicó anteriormente) ayudan a aclarar los periodos en los que para un mismo volumen de agua de riego aplicado se producen volúmenes de drenaje diferentes; esto es se produce un aprovechamiento desigual del agua de riego. Mediante esta representación gráfica se distinguieron cuatro periodos, dos en cada campaña de riegos. El primer periodo de cada campaña ocupa parte de marzo, el mes de abril y los primeros días de mayo (desde el comienzo del riego hasta el día de riego mínimo que se presenta a primeros de mayo) y se corresponde básicamente con los riegos de huebra del maíz. El segundo periodo abarca desde el día de riego mínimo del mes de mayo hasta el final de

campaña, es decir, la segunda parte del mes de mayo y los meses de junio a septiembre, cuando las necesidades de agua de los cultivos y por tanto el riego son máximos. Para cada uno de los periodos identificados se ajustó una recta de regresión entre volumen de drenaje y volumen de riego del día anterior utilizándose el valor de caudal diario medido en el punto D-14 integrado de 8 de la mañana a 8 de la mañana, que se corresponde con la serie de volúmenes diarios de riego.

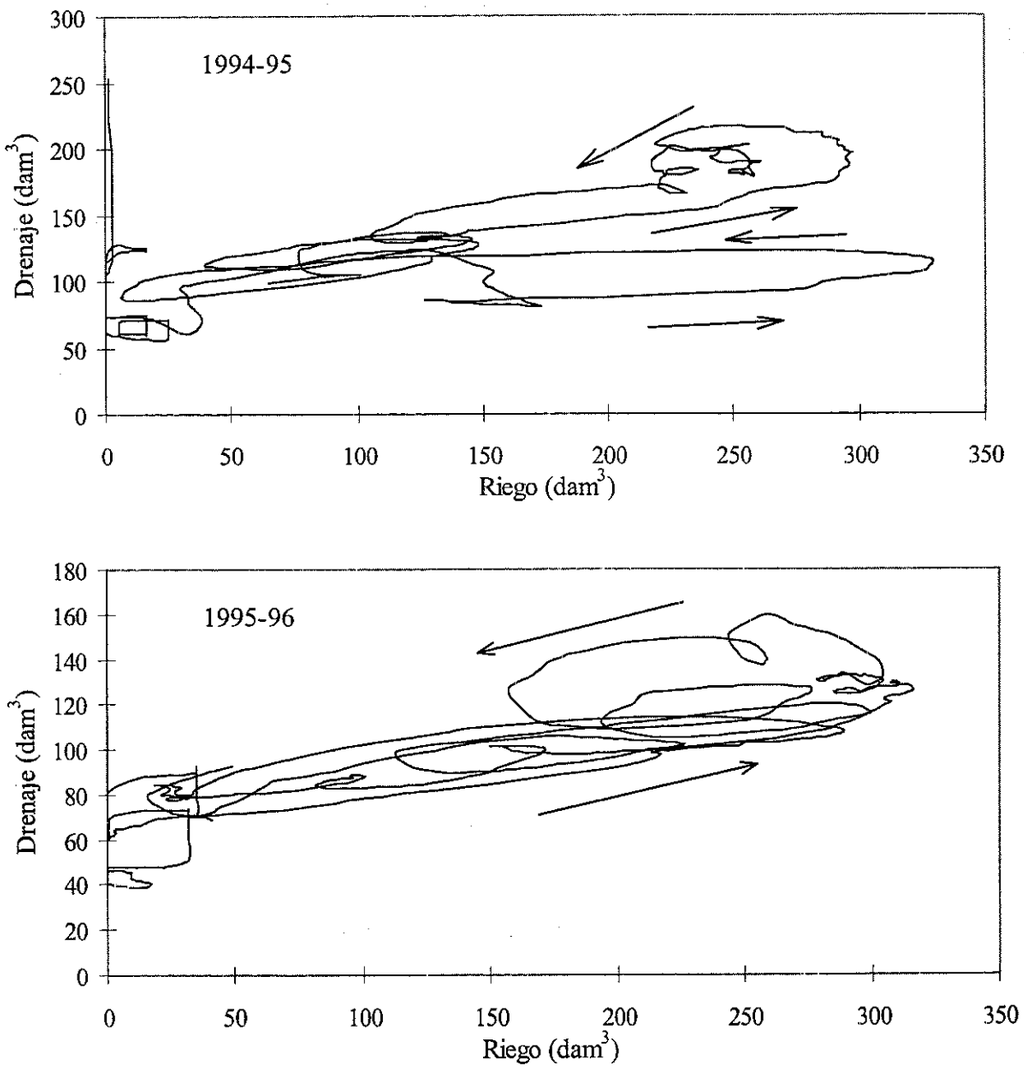


Figura 4.61. Balance de agua. Caudal medio diario por D-14 (de 8 de la mañana a 8 de la mañana) frente al agua de riego aplicada en los dos años de estudio (series suavizadas como media de siete días).

Los parámetros de las rectas de regresión se presentan en la Tabla 4.38 y las rectas ajustadas a las observaciones de cada período seleccionado se presentan en la Figura 4.62.

Tabla 4.38. Balance de agua. Parámetros *a* y *b* de las ecuaciones de regresión $Y = a + b \cdot X$ entre el volumen diario de agua de drenaje (Y, dam^3) medido en el punto D-14 del barranco de la Violada y el volumen diario (desfase de –1 día) de agua de riego aplicado en la zona de estudio (X, dam^3) para cada periodo de las campañas de riego de 1995 y 1996.

	Año 1995			Año 1996		
Periodo	***a***	***b***	r^2	***a***	***b***	r^2
Abril-mayo	89,657 (4,262) [1]	0,072 (0,024) [1]	0,144*	75,352 (1,555) [1]	0,122 (0,010) [1]	0,744*
Mayo-septiembre	85,201 (3,202) [1]	0,407 (0,015) [1]	0,825*	71,357 (2,066) [1]	0,188 (0,009) [1]	0,779*

[1] Error estándar de la estima del parámetro
* Significativo a $p < 0,01$

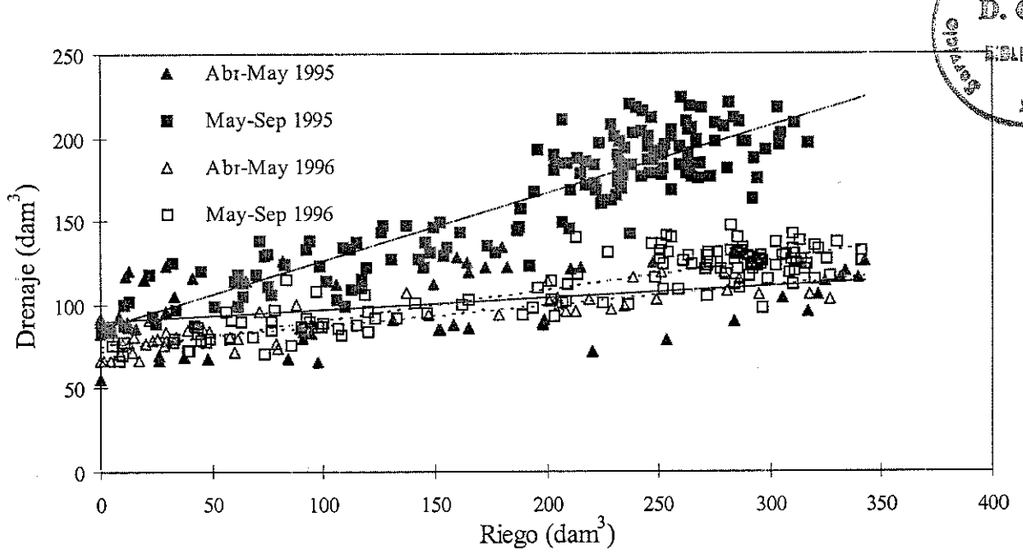


Figura 4.62. Balance de agua. Relación entre los volúmenes diarios de agua de drenaje (punto D-14) y de riego aplicado en la zona de estudio para los distintos periodos de las campañas de riego de 1995 y 1996. En 1996 se excluyen los siete días en que se consideró que había escorrentía superficial.

Para las dos campañas de riego las pendientes de las rectas ajustadas son significativamente diferentes ($p < 0,05$) entre el periodo de riegos de presiembra y el periodo

D. G. A. BIBLIOTECA

de mayo a septiembre y las ordenadas en el origen sin embargo no difieren significativamente ($p > 0,05$). Además se detectaron diferencias significativas en el valor de la ordenada en el origen entre los dos años para los dos periodos abril-mayo y mayo-septiembre (Draper y Smith, 1966).

El hecho de que las pendientes, *b*, sean mayores para los periodos de riego más intenso (de mayo a septiembre) que en los periodos de riego de presiembra (abril y primeros de mayo) indica que en abril y mayo una parte substancial del agua de riego se almacena en el suelo, sin llegar a producir un drenaje efectivo. Este hecho es más notorio en 1995, año en el que los suelos estaban mucho más secos al inicio de la campaña de riegos; así en abril y mayo de 1995, la pendiente de la recta es de 0,07 frente a 0,12 en el mismo periodo del año siguiente.

Hay una gran diferencia en las pendientes de las rectas de los periodos de riego intenso (mayo-septiembre) entre los dos años de estudio: 0,41 en 1995 frente a 0,19 en 1996. Una diferencia en la pendiente debe interpretarse como una diferencia en la fracción de agua de riego que se transforma a corto plazo en drenaje; cuanto mayor sea esa fracción menor a de ser, por contra, la fracción empleada en la evapotranspiración de los cultivos. La menor pendiente en el año 96 podría indicar un mejor aprovechamiento del agua de riego (y mayor eficiencia, por tanto) en ese año.

También resultan significativamente distintas los ordenadas en el origen de las rectas del año 1995 y las del año 1996. Así, para un riego nulo el drenaje en 1995 supera en unos 14 dam^3/día al drenaje de 1996 en los dos periodos considerados (abril-mayo y mayo-septiembre) en las campañas de riego, que suponen una diferencia de 2,8 hm^3 de agua para los doscientos días que tiene aproximadamente una campaña de riegos. Este valor puede explicarse por la hipótesis señalada en 4.3.8 de que en 1995 se están aportando directamente del Canal de Monegros en torno a 3,3 hm^3 más de agua que en 1996.

4.4. FERTILIZACIÓN NITROGENADA DE LOS CULTIVOS DEL POLÍGONO

4.4.1. Dosis de nitrógeno aplicada a cada cultivo

4.4.1.1. Fertilización del maíz

El maíz es el cultivo que ocupa una mayor superficie en la zona y al que se aplica una cantidad mayor de nitrógeno; de ahí que se haya procurado determinar su fertilización lo más exactamente posible.

La cantidad de fertilizante nitrogenado que se aplica al maíz varía ligeramente según se siembre sobre alfalfa o sobre otro cultivo (generalmente maíz) dado que algunos agricultores reducen la dosis de abonado en el primer caso. Aunque sólo una parte de los agricultores realizan esta reducción, casi todos reconocen el efecto positivo de un cultivo anterior de alfalfa en el rendimiento de la cosecha de maíz. Las diferencias entre el abonado del maíz que sigue a un cultivo de alfalfa y el que sigue a un cultivo de maíz no han resultado significativas, pero se ha preferido tratar independientemente cada caso por la importancia del cultivo del maíz sobre la cantidad total de nitrógeno aplicada.

El maíz recibe en todos los casos un abonado de presiembra y una cobertera. En un 30% de los casos recibe además una aplicación de estiércol previa, casi siempre recibe una segunda cobertera y algunas veces incluso una tercera

Según los resultados de las encuestas realizadas, la cantidad total de nitrógeno aplicado fue de 399,8 kgN/ha en 1995 y de 461,3 kgN/ha en 1996 en el caso de cultivo de maíz sobre cultivo anterior de maíz y de 366,7 kgN/ha en 1995 y 384,7 kgN/ha en 1996 para el maíz sobre cultivo anterior de alfalfa. Estos datos concuerdan con los 430,7 kgN/ha obtenidos por Campillo (1987) trabajando sobre seis parcelas de la zona y son algo superiores a las recomendaciones del Servicio de Extensión Agraria de la Diputación General de Aragón (Diputación General de Aragón, 1986) que consideran que el óptimo económico de fertilización nitrogenada se sitúa entre 288 y 300 kgN/ha para suelos limosos y hasta 410 kgN/ha para suelos de saso. La Tabla 4.39 presenta los valores totales de nitrógeno y de cada forma de nitrógeno aplicados en 1995 y 1996, con su desviación estándar, coeficiente de variación y número de respuestas de encuestas, para el maíz cultivado sobre cultivo anterior de maíz, el maíz sobre cultivo anterior de alfalfa y el maíz considerado en conjunto.

Tabla 4.39. Fertilización Nitrogenada. Valores de nitrógeno total aplicado por hectárea y de cada forma de nitrógeno en 1995 y 1996 al cultivo de maíz según el cultivo se realice sobre cultivo anterior de maíz o de alfalfa o calculado conjuntamente; *n* es el número de encuestas con respuesta.

	Año 1995 (kg/ha)		
Forma de Nitrógeno	Cultivo anterior Maíz (n = 17)	Cultivo anterior Alfalfa (n = 7)	Maíz en conjunto (n=17)
N total	**399,8**	**366,7**	**397,5**
	(112,0)[1]	(206,4)	(118,9)
	28,0%[2]	56,28%	29,9%
N-NO$_3^-$	**94,8**	**87,1**	**92,5**
	(33,8)	(34,9)	(34,5)
	35,7%	40,1%	37,3%
N-NH$_4^+$	**156,8**	**126,9**	**153,7**
	(39,5)	(44,4)	(41,9)
	25,2%	35,0%	27,3%
N-NH$_2^+$	**90,9**	**50,5**	**89,2**
	(66,2)	(48,2)	(66,7)
	72,8%	95,4%	74,8%
***N* orgánico**	**57,3**	**102,2**	**62,1**
	(125,6)	(192,4)	(128,0)
	219,2%	188,2%	206,2%
	Año 1996 (kg/ha)		
Forma de Nitrógeno	Cultivo anterior Maíz (n = 24)	Cultivo anterior Alfalfa (n = 4)	Maíz en conjunto (n = 25)
***N* total**	**461,3**	**384,7**	**453,2**
	(156,5)[1]	(77,2)	(153,8)
	33,9%[2]	20,1%	33,9%
N-NO$_3^-$	**94,9**	**50,4**	**94,0**
	(42,6)	(28,3)	(41,9)
	44,9%	56,0%	44,6%
N-NH$_4^+$	**162,5**	**142,8**	**159,6**
	(48,3)	(87,0)	(49,5)
	29,7%	60,9%	31,0%
N-NH$_2^+$	**139,9**	**134,8**	**138,3**
	(105,17)	(85,5)	(103,3)
	75,2%	63,4%	74,7%
***N* orgánico**	**64,0**	**56,7**	**61,2**
	(154,2)	(113,3)	(150,2)
	240,8%	200,0%	245,2%

[1] Desviación estándar
[2] Coeficiente de variación

Se observa que la forma de nitrógeno menos variable relativamente por su coeficiente de variación es la amoniacal (excepto en el maíz sobre alfalfa de 1996) y que es muy variable la cantidad de nitrógeno ureico (*N-NH$_2^+$*) que se aplica. La gran variabilidad que se observa en la cantidad de nitrógeno orgánico aplicado se debe por una parte a que las cantidades aplicadas son muy variables pero también, y principalmente, a que sólo una parte pequeña de los agricultores aplica estiércol, con lo que se disminuye la media aplicada y se aumenta la varianza.

Durante la realización de las encuestas se pudo percibir, aunque no se incluía en la encuesta ninguna pregunta en ese sentido, que en general los agricultores de la zona no dan un tratamiento diferente a las parcelas de saso que a las de fondo de valle, salvo que ocasionalmente fuercen el abonado en los sasos o apliquen en éstos una tercera cobertera; pese a reconocer que el abono "se aprovecha menos" en los sasos. La información técnica de la Diputación General de Aragón sí establece distintas dosis de abonado según el tipo de suelo (Gobierno de Aragón, 1994).

Tan sólo un 30% de los encuestados aplica estiércol al maíz (el 29% en 1995 y el 32% en 1996) y no se ha introducido aún la aplicación de purín porcino. El estiércol más empleado es el de vacuno, aunque también se utilizan el de ovino y la gallinaza. Es frecuente que los agricultores que tienen explotaciones ganaderas apliquen el estiércol que producen a sus parcelas, dando lugar en ocasiones a dosis muy altas. En general, los agricultores consiguen el estiércol de los ganaderos de la zona y la aplicación se realiza entre enero y marzo.

El abonado de presiembra se aplica a primeros de abril (unos 15 a 20 días antes de la siembra) y supone unos 80-90 kgN/ha. El nitrógeno aplicado es fundamentalmente amoniacal, aunque también hay una pequeña fracción en forma nítrica y en alguna ocasión en forma ureica. Se utilizan sobre todo la fórmula 1 de la Cooperativa "Virgen de La Corona" (complejo 10-26-26) y el triple 15 (15-15-15). En menor medida se aplican los complejos 8-15-15 y 8-24-8 y en algún caso la urea. Un hecho importante que afecta a la pérdida de ese nitrógeno por lavado es el "riego de huebra" que se da en abril para dejar el terreno en condiciones de sembrar y que normalmente se realiza después de la aplicación del abonado de presiembra, porque después del riego el terreno no está en condiciones de soportar el paso de la maquinaria para abonar.

La primera cobertera se aplica típicamente en junio, con una altura del maíz de 40 cm, en forma de abono sólido: nitrato amónico o urea (alguna vez se trata de abono líquido, solución nutritiva *N32*). Se aportan unos 150-160 kgN/ha que viene a ser amoniacal, nítrico y ureico a partes iguales.

La segunda cobertera se aplica en julio en forma de abono líquido (solución *N32*) porque el maíz ya suele ser demasiado alto para el paso de maquinaria (aunque en algún caso aún se llega a utilizar nitrato amónico). Se aplican en torno a 100-120 kgN/ha que se encuentran la mitad en forma ureica, un cuarto en forma amoniacal y un cuarto como nitrato, la proporción de la solución *N32*. En torno al 90% de los agricultores aplican al maíz esta segunda cobertera; mientras que sólo el 5% en 1995 y el 20% en 1996 aplicaron una tercera cobertera. Esta se da normalmente a primeros de agosto y se trata de un abono líquido (*N*32). Supone sólamente de 3 a 37 kgN/ha.

La Tabla 4.40 presenta la dosis media de nitrógeno total y de cada forma de nitrógeno recibida en cada aplicación por un cultivo de maíz sembrado sobre cultivo anterior de maíz para los años 1995 y 1996, con su desviación según las encuestas realizadas. También se presentan la media y desviación estándar de la fecha de aplicación (día juliano). En la Tabla 4.41 se recogen los mismos resultados para el maíz sembrado sobre cultivo anterior de alfalfa. Las fechas de aplicación se han considerado las mismas en los dos casos por no haber diferencias aparentes entre las fechas de siembra según el cultivo anterior y tener un número limitado de respuestas de maíz sobre alfalfa.

La cantidad total de nitrógeno es, en general, menos variable (Tabla 4.39) que las dosis aplicadas en cada tanda de abonado (menores coeficientes de variación excepto en el caso del maíz sobre alfalfa en 1995).

Se puede apreciar que cuando el maíz se cultiva sobre alfalfa se reducen las dosis de nitrógeno en la sementera y en las coberteras, y ninguno de los encuestados aplicó una tercera cobertera.

De la Tabla 4.39 se deduce que la fertilización nitrogenada fue mayor en la campaña de 1996 que en la de 1995. Esto puede deberse al mayor número de encuestas de 1996 (con lo que tendríamos resultados más fiables) o al hecho de que el maíz se abonara más realmente en 1996, al estar alentados los agricultores por los buenos resultados de 1995 (algo que quizás se manifiesta también en el incremento de la superficie dedicada al maíz).

Tabla 4.40. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas al maíz sobre cultivo anterior de maíz u otro distinto de alfalfa. *n* es el número de respuestas.

Año 1995 (n = 17)						
Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	***N orgánico***	**Fecha (*DJ*)**
Estiércol	**57,3** (125,6)				**57,3** (125,6)	**68** (28)
Presiembra	**83,7** (35,4)	**11,0** (15,9)	**72,7** (25,9)	**0** -		**96** (13)
1ª Cobertera	**156,0** (39,4)	**54,2** (38,5)	**54,2** (38,8)	**47,4** (65,8)		**170** (24)
2ª Cobertera	**98,9** (46,0)	**28,6** (18,1)	**28,7** (18,2)	**41,6** (27,0)		**200** (19)
3ª Cobertera	**4,0** -	**1,0** -	**1,0** -	**2,0** -		**190** -
Año 1996 (n = 25)						
Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	***N orgánico***	**Fecha (*DJ*)**
Estiércol	**64,0** (154,2)				**64,0** (154,2)	**65** (38)
Presiembra	**100,0** (41,3)	**12,0** (17,1)	**79,4** (28,1)	**8,6** (42,3)		**96** (14)
1ª Cobertera	**163,7** (50,1)	**48,1** (41,2)	**48,3** (41,4)	**67,3** (86,7)		**160** (16)
2ª Cobertera	**115,6** (46,0)	**30,3** (15,4)	**30,3** (15,5)	**55,0** (29,1)		**203** (13)
3ª Cobertera	**18,0** (37,2)	**4,5** (9,3)	**4,5** (9,3)	**9,0** (18,6)		**218** (11)

También la primera y segunda cobertera presentan en 1996 un intervalo de aplicación más estrecho (la desviación estándar de las respuestas sobre fecha de aplicación es menor), lo que puede deberse a causas meteorológicas. En cualquier caso, este hecho unido a las mayores dosis de las coberteras de 1996 y a la mayor superficie sembrada de maíz en 1996 resulta en que las cantidades diarias de nitrógeno aplicadas estimadas a partir de estos valores son mucho mayores en 1996 que en 1995.

Con los valores de cada aplicación se han obtenido los intervalos de confianza del 95% para la cantidad de nitrógeno aplicada, tanto en cultivo de maíz sobre maíz como en cultivo de maíz sobre alfalfa. Esta cantidades se han distribuido sobre los días de aplicación según se

explica en el apartado 3.4.6 y se presentan en el Anejo 8. La Figura 4.63 presenta los valores medios diarios de nitrógeno aplicados por hectárea y las aplicaciones que definen el intervalo de confianza del 95%. Para la aplicación de estiércol el límite inferior del intervalo resulta en una aplicación nula de nitrógeno, debido a la alta dispersión de las respuestas (muchas respuestas con valor cero). Para el resto de las aplicaciones los intervalos de confianza se ciñen bastante bien a los valores medios.

Tabla 4.41. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas del nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas al maíz sobre cultivo anterior de alfalfa. *n* es el número de respuestas.

Año 1995 (n = 7)						
Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	***N orgánico***	**Fecha (*DJ*)**
Estiércol	**102,2** (192,4)[1]				**102,2** (192,4)	**68** (28)
Presiembra	**67,7** (33,6)	**14,1** (13,6)	**53,6** (24,6)	**0** -		**96** (13)
1ª Cobertera	**135,9** (67,7)	**57,8** (41,3)	**58,1** (41,6)	**20,1** (27.1)		**170** (24)
2ª Cobertera	**60,8** (49,3)	**15,2** (12,3)	**15,2** (12,3)	**42,6** (16,2)		**200** (19)
3ª Cobertera	**-** -	**-** -	**-** -	**-** -		**-** -

Año 1996 (n = 4)						
Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	***N orgánico***	**Fecha (*DJ*)**
Estiércol	**56,7** (113,3)				**56,7** (113,3)	**65** (38)
Presiembra	**81,5** (34,3)	**8,9** (11,5)	**72,6** (42,6)	**0** -		**96** (14)
1ª Cobertera	**144,5** (42,1)	**16,0** (18,5)	**44,8** (49,2)	**83,8** (87,5)		**160** (16)
2ª Cobertera	**102,0** (23,9)	**25,5** (6,0)	**25,5** (6,0)	**51,0** (11,9)		**203** (13)
3ª Cobertera	**-** -	**-** -	**-** -	**-** -		**218** (11)

[1] Entre paréntesis la desviación estándar.

La comparación entre las aplicaciones diarias de nitrógeno en 1995 y en 1996 (Figura 4.64) permite apreciar que los picos puntuales de nitrógeno diario aplicado son mucho mayores en 1996 que en 1995 (casi el doble para la primera y segunda cobertera) y que la primera cobertera está adelantada unos diez días en 1996 con respecto a1995 y la segunda algo retrasada.

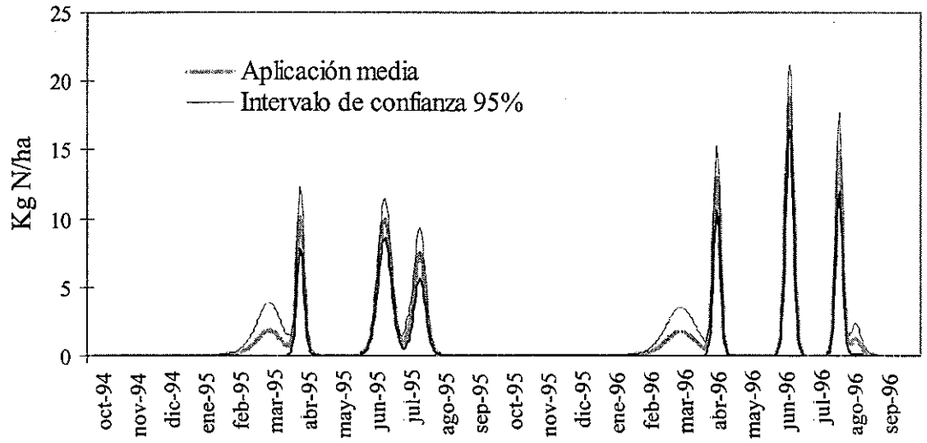


Figura 4.63. Fertilización nitrogenada. Cantidades diarias de nitrógeno (kg/ha) aplicado al maíz durante las campañas de 1995 y 1996. Aplicación media con su intervalo de confianza al 95%.

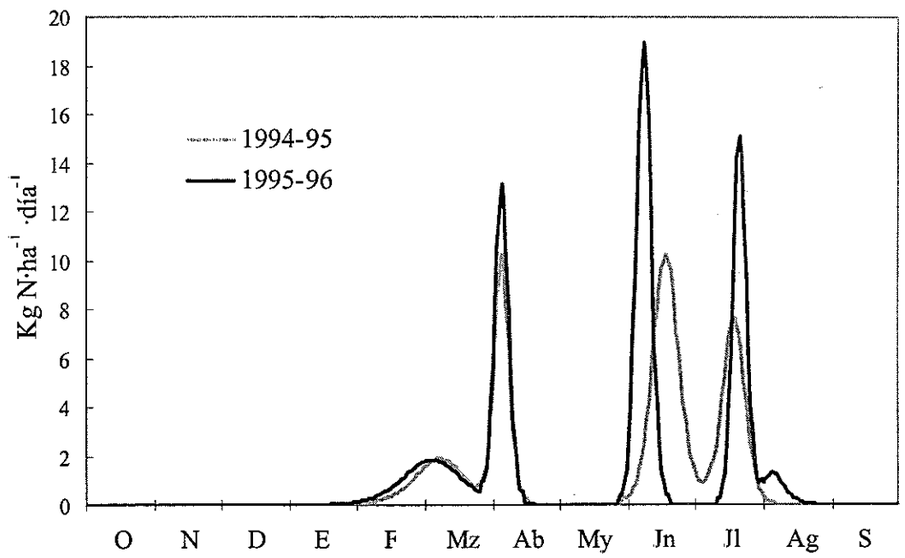


Figura 4.64. Fertilización nitrogenada. Comparación entre las cantidades diarias de nitrógeno (kg/ha) aplicado al maíz sobre cultivo anterior de maíz durante las campañas de 1995 y 1996.

La Figura 4.65 presenta las distintas formas de nitrógeno aplicadas diariamente al cultivo de maíz. En presiembra domina la forma amoniacal y en la segunda cobertera se refleja la composición del abono líquido N32.

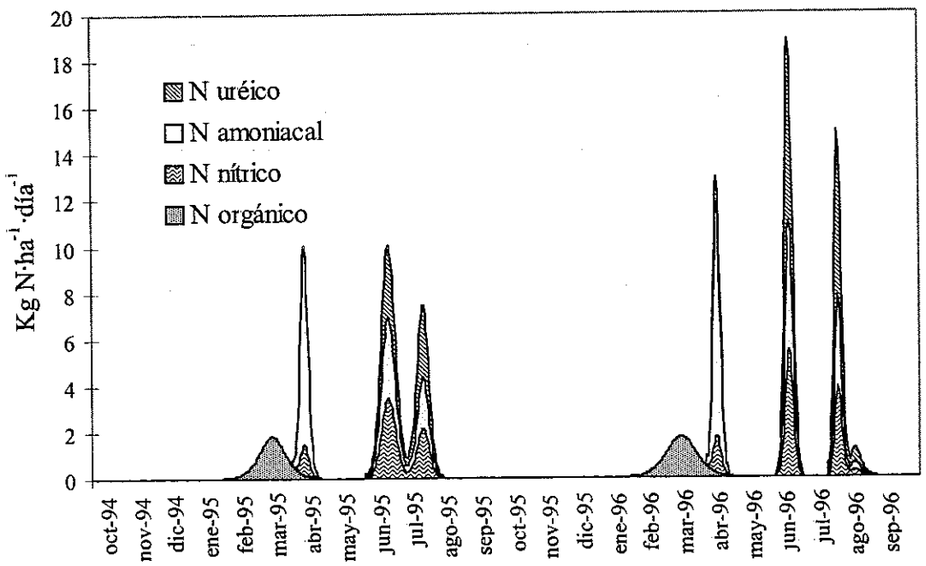


Figura 4.65. Fertilización nitrogenada. Cantidades diarias de las distintas formas de nitrógeno (kg/ha) aplicadas al maíz durante las campañas de 1995 y 1996.

4.4.1.2. Fertilización de la alfalfa

La alfalfa es el segundo cultivo en importancia por su superficie en la zona de estudio. El abonado de la alfalfa varía según se trate del año de siembra o de los siguientes, y dentro del año de siembra según la modalidad de siembra. La alfalfa se siembra en Almudévar de tres maneras: en septiembre (siembra de alfalfa sola), en octubre o noviembre (acompañando al trigo o la cebada) o en marzo, sobre el cereal de invierno ya sembrado.

Si la alfalfa se siembra sobre un cultivo de cereal de invierno ya implantado (en marzo) recibe el abonado propio del cereal. También puede recibir una cobertera en marzo y otra una vez cosechado el cereal, en julio o agosto.

La alfalfa que se siembra a la vez que el trigo o la cebada, en octubre o noviembre, recibe el abono propio del cereal y opcionalmente una cobertera en julio, después de la cosecha del cereal.

En el caso de siembra de alfalfa sola, la sementera se aplica en verano, normalmente en agosto, un mes antes de la siembra que suele ser en septiembre, y se aplican también dos coberteras, en abril y julio. Normalmente se dan sólo una o dos de estas aplicaciones, aunque hay agricultores que dan las tres y otros que no dan ninguna. Se emplean en todas las aplicaciones abonos pobres en nitrógeno (8-24-8, 8-15-15 o las fórmulas 10 y 11 de la cooperativa).

Aunque se han elaborado las respuestas específicas sobre abonado de la alfalfa sembrada con o sobre cereal de invierno, como en esas respuestas no se ha especificado además el abonado propio del cereal, se ha preferido considerar que la alfalfa sembrada con o sobre cereal de invierno recibe el mismo abonado que aquél. La superficie de alfalfa sembrada con o sobre cereal de invierno se ha estimado a través de los porcentajes de las encuestas.

Las dosis de abono nitrogenado recibida por la alfalfa sembrada sola (Tabla 4.42) se han elaborado conjuntamente para los dos años, por el bajo número de respuestas y porque algunas son explicaciones de agricultores sobre sus prácticas normales, aunque en el año dado no hubieran sembrado alfalfa. Las respuestas se consideran como propias de un año medio, y se considera que el abonado es el mismo los dos años.

Tabla 4.42. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas a la alfalfa en el año de siembra (alfalfa nueva) sembrada sola. *n* es el número de respuestas.

	Año medio ($n = 9$)				
Aplicación	***N total***	***N-NO₃⁻***	***N-NH₄⁺***	***N-NH₂⁺***	**Fecha (*DJ*)**
Presiembra	**14,4** (21,9)	**3,1** (6,6)	**11,4** (17,2)	**0** -	**226** (17)
1ª Cobertera	**14,9** (19,3)	**2,2** (4,4)	**12,7** (15,7)	**0** -	**71** (7)
2ª Cobertera	**10,5** (16,3)	**2,3** (4,7)	**8,2** (12,6)	**0** -	**187** (17)
TOTAL	**39,8** (42,3)	**7,6** (12,6)	**32,2** (32,6)	**0** -	

En los años posteriores al de siembra la alfalfa recibe casi siempre dos coberteras, una a primeros de abril y otra a primeros de julio. Se suelen emplear abonos pobres en nitrógeno, como los complejos 8-24-8 o 8-15-15 o las fórmulas 10 y 11 de la cooperativa (5% de nitrógeno), o incluso abonos sin nitrógeno (0-36-12). En algún caso se emplea solución

nitrogenada en la segunda cobertera y también algún agricultor aplica abono foliar después de la segunda cobertera.

La cantidad total de nitrógeno aplicada por fertilización a la alfalfa vieja fue de **51,8 kg/ha** en 1995 y de **55,3 kg/ha** en 1996, en forma amoniacal y ureica principalmente (Tabla 4.43). El año 1995 no se presenta nitrógeno ureico en el abonado porque no hubo ninguna respuesta en la que se empleara la fórmula 10 de la cooperativa, que sí se empleó en 1996.

Tabla 4.43. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas a la alfalfa en los años siguientes al de siembra (alfalfa vieja). *n* es el número de respuestas.

Año 1995 ($n = 9$)					
Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	**Fecha (*DJ*)**
1ª Cobertera	**32,6**	**5,3**	**27,3**	**0**	**95**
	(19,8)	(6,9)	(18,3)	-	(38)
2ª Cobertera	**19,2**	**3,3**	**16,0**	**0**	**185**
	(16,0)	(4,9)	(12,6)	-	(14)
TOTAL	**51,8**	**8,6**	**43,3**	**0**	
	(30,3)	(10,3)	(27,0)	-	
Año 1996 ($n = 12$)					
Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	**Fecha (*DJ*)**
1ª Cobertera	**30,8**	**3,8**	**19,1**	**7,9**	**91**
	(15,2)	(7,6)	(16,3)	(12,0)	(27)
2ª Cobertera	**26,6**	**3,1**	**13,6**	**7,7**	**183**
	(14,8)	(5,2)	(12,0)	(12,3)	(31)
TOTAL	**55,3**	**6,9**	**32,8**	**15,6**	
	(29,7)	(12,4)	(27,4)	(20,9)	

4.4.1.3. Fertilización del trigo

El trigo en regadío recibió una cantidad media de nitrógeno de **155,6 kg/ha** en 1994-95 y de **181,5 kg/ha** en 1995-96. Estas cantidades son muy similares a las que se le aplicaron a la cebada (algo mayores en 1996) y notablemente inferiores a las que se aplican al maíz.

Sólo se dispone de una respuesta de cultivo de trigo en secano (en 1996) y es el valor que se ha considerado como aplicación de nitrógeno al trigo de secano y su valor no difiere demasiado del nitrógeno aplicado en regadío (141 kg/ha). Dentro del perímetro de la zona de estudio no se suele cultivar trigo en el secano, sino principalmente cebada; en cambio, el trigo es el cultivo que domina en el secano exterior al polígono, en la Cuesta de Almudévar.

El abonado del trigo en regadío se realiza mediante una aplicación de presiembra ("fondo") y una o dos coberteras. La primera la aplican casi todos los agricultores, mientras que la segunda sólo la aplicaron el 36% de los encuestados en 1995 y el 50% en 1996.

Las tres aplicaciones aportan nitrógeno, siendo mayor la cantidad aplicada en la primera cobertera (Tabla 4.44). En presiembra, en el mes de noviembre, se aportan unos 400 kg/ha de un abono compuesto, generalmente 8-24-8, 15-15-15 o la fórmula 4 de la Cooperativa (13,5-24,5-15). La primera cobertera suele ser de urea o, en menor medida, de nitrato amónico, y la segunda de nitrato amónico (alguna vez de *N32*) y se llevan a cabo entre el 15 de enero y el 15 de febrero y a final de marzo o comienzos de abril, respectivamente. Mientras en la primera cobertera domina el nitrógeno ureico, en la segunda es mayor la proporción de nitrógeno nítrico y amoniacal.

Tabla 4.44. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas al trigo en regadío. *n* es el número de respuestas.

Año 1995 ($n = 11$)					
Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	**Fecha (*DJ*)**
Presiembra	**51,2**	**6,7**	**44,6**	**0**	**314**
	(24,9)	(9,6)	(19,5)	-	(30)
1ª Cobertera	**80,3**	**12,9**	**13,0**	**54,4**	**46**
	(48,3)	(24,6)	(24,7)	(54,7)	(35)
2ª Cobertera	**24,1**	**10,6**	**10,6**	**2,9**	**89**
	(35,9)	(16,7)	(16,8)	(9,6)	(37)
TOTAL	**155,6**	**30,1**	**68,2**	**57,3**	
	(66,4)	(28,0)	(30,4)	(52,3)	
Año 1996 ($n = 2$)					
Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	**Fecha (*DJ*)**
Presiembra	**43,0**	**3,6**	**39,4**	**0**	**309**
	(15,6)	(5,1)	(20,6)	-	(6)
1ª Cobertera	**115,0**	**0**	**0**	**115,0**	**26**
	(32,5)	-	-	(32,5)	(8)
2ª Cobertera	**46,9**	**23,4**	**23,5**	**0**	**90**
	-	-	-	-	-
TOTAL	**181,5**	**15,3**	**51,2**	**115,0**	
	(14,9)	(21,6)	(4,0)	(32,5)	

Aunque no suele sembrarse trigo en secano dentro del polígono, dada la importancia del cultivo en la Cuesta de Almudévar en la Tabla 4.45 se presentan los resultados de la única

respuesta sobre fertilización del trigo en secano. Los abonos empleados fueron la fórmula 4 en presiembra y el nitrato amónico en la cobertera.

Tabla 4.45. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas al trigo en secano.

Aplicación	*N total*	*N-NO_3^-*	*N-NH_4^+*	*N-NH_2^+*	Fecha (*DJ*)
Presiembra	40,5	0	40,5	0	282
1ª Cobertera	100,5	50,1	50,4	0	26
Total	141,0	50,1	90,9	0	

4.4.1.4. Fertilización de la cebada

Las dosis totales de nitrógeno recibidas por el cultivo de cebada fueron de **159,4 kg/ha** en 1994-95 y de **134,9 kg/ha** en 1995-96. Las prácticas de abonado de la cebada son muy similares a las del trigo: una aplicación de fondo, casi siempre una cobertera y, ocasionalmente, una segunda cobertera (el 29% de los encuestados en 1995 y el 60% en 1996).

Las fechas de aplicación y los tipos de abono empleados para la cebada coinciden con los del trigo; sólo las fechas de aplicación del abono de fondo están algo más adelantadas porque la cebada se siembra antes. Las proporciones de cada tipo de nitrógeno (Tabla 4.46) también son sensiblemente parecidas a las del trigo.

Para la cebada de secano se obtuvo un número mayor de respuestas que para el trigo de secano y los resultados se han desglosado para los años 1994-95 y 1995-96. Los abonos empleados son los mismos que en el trigo y la cebada en regadío; con un predominio aún mayor de la urea en la primera cobertera. La aplicación de una segunda cobertera resulta aún más infrecuente en la cebada de secano (sólo un encuestado aplicó una segunda cobertera en ambos años, lo que supone un 8% de las encuestas en 1996 y un 25% en 1995). La cantidad total aplicada a la cebada de secano (Tabla 4.47) es algo inferior a la aplicada a la cebada de regadío: **114,6 kg/ha** en 1994-95 y **119,7 kg/ha** en 1995-96.

Tabla 4.46. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas a la cebada en regadío. *n* es el número de respuestas.

Año 1995 (*n* = 7)					
Aplicación	***N total***	***N-NO_3^-***	***N-NH_4^+***	***N-NH_2^+***	**Fecha (*DJ*)**
Presiembra	**46,1**	**8,7**	**37,5**	**0**	**298**
	(32,2)	(11,2)	(21,7)	-	(37)
1ª Cobertera	**92,0**	**13,1**	**13,2**	**65,7**	**38**
	(27,2)	(23,5)	(23,7)	(50,4)	(29)
2ª Cobertera	**21,2**	**8,9**	**8,9**	**3,4**	**102**
	(39,3)	(18,7)	(18,8)	(9,1)	(47)
TOTAL	**159,4**	**30,7**	**59,6**	**69,1**	
	(67,3)	(35,1)	(44,8)	(51,5)	
Año 1996 (*n* = 6)					
Aplicación	***N total***	***N-NO_3^-***	***N-NH_4^+***	***N-NH_2^+***	**Fecha (*DJ*)**
Presiembra	**37,2**	**1,1**	**36,2**	**0**	**295**
	(9,9)	(2,6)	(11,3)	-	(25)
1ª Cobertera	**75,3**	**7,0**	**7,0**	**61,3**	**42**
	(44,8)	(17,0)	(17,1)	(53,8)	(28)
2ª Cobertera	**22,3**	**11,1**	**11,2**	**0**	**81**
	(25,2)	(12,6)	(12,6)	-	(22)
TOTAL	**134,9**	**19,1**	**54,4**	**61,3**	
	(58,2)	(15,0)	(17,4)	(53,8)	

Tabla 4.47 Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas a la cebada en secano. *n* es el número de respuestas.

Año 1995 (*n* = 4)					
Aplicación	***N total***	***N-NO_3^-***	***N-NH_4^+***	***N-NH_2^+***	**Fecha (*DJ*)**
Presiembra	**28,0**	**1,1**	**26,9**	**0**	**175**
	(8,8)	(2,3)	(10,3)	-	(0)
1ª Cobertera	**78,2**	**0**	**0**	**78,2**	**12**
	(21,9)	-	-	(21,9)	(10)
2ª Cobertera	**8,4**	**4,2**	**4,2**	**0**	**76**
	-	-	-	-	-
TOTAL	**114,6**	**5,3**	**31,1**	**78,2**	
	(7,1)	(7,9)	(13,4)	(21,9)	
Año 1996 (*n* = 13)					
Aplicación	***N total***	***N-NO_3^-***	***N-NH_4^+***	***N-NH_2^+***	**Fecha (*DJ*)**
Presiembra	**28,0**	**2,5**	**25,5**	**0**	**169**
	(12,6)	(4,4)	(11,0)	-	(6)
1ª Cobertera	**87,8**	**2,6**	**2,6**	**82,6**	**33**
	(18,1)	(9,3)	(9,3)	(30,1)	(19)
2ª Cobertera	**3,9**	**1,9**	**1,9**	**0**	**106**
	-	-	-	-	-
TOTAL	**119,7**	**7,0**	**30,0**	**82,6**	
	(18,2)	(10,9)	(14,3)	(30,1)	

4.4.1.5. Fertilización del girasol

Las dosis totales de nitrógeno recibidas por el cultivo de girasol en regadío varían de un año a otro, según las encuestas. Así, en 1995 resulta de las encuestas una dosis de nitrógeno de **84,6 kg/ha** y en 1996 de **56,6 kg/ha**, si bien el número de encuestas no es muy alto en ninguno de los dos años. Las prácticas de abonado del girasol son diferentes de las de los cereales de invierno o las del maíz. La mayor parte de los entrevistados realizan sólo un abonado de presiembra, en abril, de unos 300-400 kg de un abono complejo (8-24-8, triple 15 o la fórmula 1 o 3 de la cooperativa). Sólo uno de los dos entrevistados en 1995 aplicó una cobertera (y no aplicó una segunda) y tan sólo dos de los siete entrevistados de 1996 dieron una cobertera y uno una segunda; la primera en mayo o junio y la segunda, para la única respuesta obtenida, en agosto. En las coberteras se emplea principalmente urea y nitrato amónico. Las dosis de nitrógeno son consiguientemente bajas (Tabla 4.48). Esto se explica por la tendencia a cultivar girasol sólo por las subvenciones, sin dedicar gran esfuerzo al cultivo

Tabla 4.48. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas al girasol en regadío. *n* es el número de respuestas.

Año 1995 ($n = 2$)					
Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	**Fecha (*DJ*)**
Presiembra	**26,0**	**1,8**	**24,2**	**0**	**91**
	(14,1)	(2,5)	(16,7)	-	(41)
1ª Cobertera	**117,3**	**58,5**	**58,8**	**0**	**136**
	-	-	-	-	-
2ª Cobertera	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
	-	-	-	-	-
TOTAL	**84,6**	**31,0**	**53,6**	**0**	
	(68,8)	(43,9)	(24,9)	-	
Año 1996 ($n = 7$)					
Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	**Fecha (*DJ*)**
Presiembra	**32,8**	**2,7**	**24,6**	**0**	**105**
	(15,4)	(4,9)	(16,3)	-	(18)
1ª Cobertera	**19,5**	**2,0**	**2,0**	**15,5**	**171**
	(36,9)	(5,7)	(5,7)	(32,9)	(6)
2ª Cobertera	**8,4**	**4,2**	**4,2**	**0**	**229**
	(23,7)	(11,8)	(11,9)	-	-
TOTAL	**56,6**	**8,6**	**27,7**	**15,5**	
	(57,2)	(14,4)	(19,8)	(32,9)	

En cuanto al girasol en secano, que se cultiva en la Cuesta de Almudévar, fuera de la zona de estudio, se ha optado por considerar en conjunto las tres respuestas de las encuestas de los dos años, para tener una idea de su abonado. El girasol de secano recibe sólo un abonado de fondo de 100 a 200 kg de un abono complejo (8-24-8 o la fórmula 1 de la cooperativa) a finales de marzo, que supone (Tabla 4.49) unos 11,0 kgN/ha.

Tabla 4.49. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas al girasol en secano; *n* es el número de respuestas.

Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	**Fecha (*DJ*)**
Presiembra	**11,0**	**1,8**	**9,2**	**0**	**84**[(1)]
	(8,2)	(2,2)	(8,2)	-	(15)

[(1)] Corresponde a respuestas de dos años diferentes

4.4.1.6. Fertilización de las hortalizas

En la Comunidad de Regantes de Almudévar hay numerosas huertas cercanas a los núcleos de población. Se trata de parcelas pequeñas en las que se cultivan hortalizas muy diversas. Aparte de éstas, el único cultivo hortícola que se cultiva en fincas mayores es el pimiento. Por ello se ha optado por asignar a la superficie de huertas la misma dosis de abonado nitrogenado que al pimiento, del que se han obtenido algunas respuestas en las encuestas. Los resultados de estas encuestas, por su escaso número (sólo tres respuestas) se han elaborado conjuntamente para los dos años, de manera que se tiene una aplicación de nitrógeno de un año promedio, que se considera la misma para 1995 y 1996.

El pimiento, como ocurre también con los cultivos de huerta, recibe estiércol en ocasiones. El nitrógeno total aplicado a los cultivos de huerta (pimiento) según las encuestas realizadas es de **188,6 kg/ha**, que se aplican ora con el estiércol (bastante antes de la siembra, en abril) ora con el abonado de fondo (a primeros de mayo) y con una cobertera (en julio) (Tabla 4.50). En presiembra se emplean abonos complejos y en cobertera urea y nitrato amónico.

Tabla 4.50. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas a las hortícolas (pimiento)

Aplicación	*N total*	*N-NO$_3^-$*	*N-NH$_4^+$*	*N-NH$_2^+$*	*N orgánico*	Fecha[(1)] (*DJ*)
Estiércol	**34,0**				**34,0**	**99**
	(58,9)				(58,9)	-
Presiembra	**48,7**	**0**	**48,7**	**0**		**127**
	(48,0)	-	(48,0)	-		(8)
1ª Cobertera	**105,9**	**31,7**	**43,5**	**30,7**		**191**
	(39,7)	(38,9)	(39,1)	(53,1)		(21)
TOTAL	**188,6**	**31,7**	**92,2**	**30,7**	**34,0**	
	(53,3)	(38,9)	(68,8)	(53,1)	(58,9)	

[(1)]Corresponde a respuestas de dos años diferentes

4.4.1.7. Fertilización de los frutales

Debido a las pocas respuestas que se obtuvieron del abonado de los frutales, se han elaborado los resultados correspondientes a 1996, que es el único año en que se tuvieron respuestas de frutales, y se consideran las mismas dosis de abonado en 1995 y en 1996, como si se tratara de un año medio.

Respecto al abonado en el año de plantación, sólo se tuvo una respuesta de una parcela efectivamente plantada en 1996, las demás respuestas son explicaciones de los agricultores sobre sus prácticas habituales.

Otro aspecto a señalar es que hay respuestas referidas a frutales en regadío (manzano, olivo y almendro) y a frutales en secano (almendro, olivo y viña) Las dosis de abono y las fechas de aplicación no difieren de unas a otras por lo que se han considerado conjuntamente.

La práctica usual en la zona es estercolar los pies normalmente antes de la plantación (que puede hacerse en noviembre o entre febrero y marzo) con estiércol de vacuno o abono orgánico (BOY 15). Esa aplicación de estiércol se realiza hacia septiembre en las plantaciones de noviembre, o entre noviembre y marzo, en el caso de plantaciones de febrero o marzo.

Los años siguientes el 64% de los encuestados aplican un abono orgánico (BOY 15 o estiércol), bien hacia noviembre, bien hacia febrero; y el 45% de los encuestados una cobertera mineral, que suele ser la fórmula 3 de la cooperativa o el abono de liberación lenta "nitrofoska" en torno a febrero. Algún agricultor da una dosis de abono foliar en abril, pero

esa aportación de nitrógeno no se ha considerado, por su pequeña cuantía y falta de información precisa sobre el tipo de abono empleado.

La cantidad total de nitrógeno aplicado el año de plantación (como promedio) es de **19,9 kg/ha**. Los años siguientes la cantidad de nitrógeno aplicado asciende a **49,1 kg/ha** (Tabla 4.51).

Tabla 4.51. Fertilización nitrogenada. Cantidad de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas a los frutales en el año de plantación y los años siguientes para un año medio. *n* es el número de respuestas.

Año de plantación (n = 7)					
	Plantación en noviembre		Plant. en febrero o marzo		Total
	***N* (orgánico)**	**Fecha (*DJ*)**	***N* (orgánico)**	**Fecha (*DJ*)**	***N* (orgánico)**
Estiércol	**9,7**	**259**	**10,2**	**11**	**19,9**
	(20,3)	(0)	(20,0)	(42)	(24,1)
Años siguientes (n = 11)					
	Aplicación en noviembre		Aplic. en febrero o marzo		Total
	***N* (orgánico)**	**Fecha (*DJ*)**	***N*[(1)]**	**Fecha (*DJ*)**	***N*[(1)]**
Estiércol	**10,2**	**323**	**14,6**	**54**	**24,8**
	(17,5)	(0)	(27,5)	(15)	(27,1)
Cobertera	**-**	**-**	**4,8+19,5[(2)]**	**49**	**24,3**
	-	-	(12,7 y 27,5)	(16)	(33,8)
Total	**10,2**		**38,9**		**49,1**
	(17,5)		(49,6)		(43,4)

[(1)] Nitrógeno orgánico en el caso del estiércol y amoniacal y nítrico en la cobertera.
[(2)] Nitrógeno nítrico + amoniacal

4.4.1.8. Fertilización del arroz

El cultivo del arroz se está extendiendo en los últimos años en Almudévar desde la zona regable contigua de Flumen, aunque aún son pocos los agricultores que se dedican a este cultivo. Se han obtenido tres respuestas sobre la fertilización del arroz, por lo que se ha optado por agrupar las respuestas y tratarlas como si correspondieran a un año medio (las fechas de las aplicaciones de abono de la única respuesta de 1995 coinciden con las de las respuestas de 1996, con lo que no se aumentará la imprecisión respecto a las fechas de aplicación).

El arroz recibe una sementera de 111,0 kg N/ha a mediados de abril, unos 20 días antes de la siembra, y 117,7 kg N/ha en una cobertera durante la primera quincena de agosto (Tabla

4.52), con lo que la dosis total de nitrógeno es de **288,7 kg N/ha**. Tanto en cobertera como en sementera los abonos más usuales son el sulfato amónico (con el 21% de riqueza en nitrógeno) y el nitrosulfato amónico (con un 26% de nitrógeno, el 7,1% nítrico y el 18,9% de amoniacal; Fertiberia, 1996). También se usa la fórmula 16 de la cooperativa que tiene un 20% de nitrógeno amoniacal.

Tabla 4.52. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) en cada una de las aplicaciones realizadas al cultivo de arroz.

Año medio (n = 3)					
Aplicación	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	**Fecha (*DJ*)**
Presiembra	**111,0**	**0**	**111,0**	**0**	**109**
	(7,9)	-	(7,9)	-	(7)
Cobertera	**117,7**	**32,5**	**85,1**	**0**	**190**
	(65,5)	(28,8)	(38,0)	-	(0)
TOTAL	**228,7**	**32,5**	**196,1**	**0**	
	(68,5)	(28,8)	(40,0)	-	

4.4.2. Síntesis de la fertilización de los cultivos

Las dosis de abonado para cada uno de los cultivos considerados en regadío se recogen en la Tabla 4.53. La distribución de las cantidades de abono sobre las fechas de aplicación da los valores diarios de aplicación de nitrógeno que se recogen en el Anejo 8. Los mayores valores diarios por hectárea se dan para el maíz, pero otros cultivos también presentan picos diarios de aplicación de nitrógeno importantes. Es el caso del abonado de cobertera de los cereales de invierno en enero y febrero; y del abonado del arroz, el pimiento y el girasol dentro de la campaña de riegos (Figura 4.66).

Los cultivos que reciben mayores dosis de abono son el maíz, el arroz, las hortícolas (pimiento) y los cereales de invierno, trigo y cebada, por ese orden. La alfalfa y los frutales reciben mucho menos nitrógeno por fertilización, y el girasol, que se siembra principalmente por la subvención, recibe una cantidad intermedia.

En cuanto a las formas de nitrógeno, los abonos orgánicos sólo se aplican al maíz, las hortalizas y los frutales. En el maíz, aunque sólo una parte de los agricultores lo utilicen, es una aportación bastante importante; mientras que en los frutales es la principal forma de nitrógeno empleada.

Tabla 4.53. Fertilización nitrogenada. Nitrógeno total y formas de nitrógeno (kg/ha) aplicado a cada cultivo de regadío durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Año 1994-95					
Cultivo	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	***N org.***
Maíz sobre maíz	399,8	94,8	156,8	90,9	57,3
Maíz sobre alfalfa	366,7	87,1	126,9	50,5	102,2
Alfalfa sobre alfalfa	51,8	8,6	43,3	0	-
Alfalfa nueva (sola) [1]	39,8	7,6	32,2	0	-
Trigo	155,6	30,1	68,2	57,3	-
Cebada	159,4	30,7	59,6	69,1	-
Girasol	84,6	31,0	53,6	0	-
Pimiento[1]	188,6	31,7	92,2	30,7	34,0
Frutal viejo[1]	49,1	4,8	19,5	0	24,8
Frutal de nueva plantación[1]	19,9	-	-	-	19,9
Arroz[1]	228,7	32,5	196,1	0	-
Año 1995-96					
Cultivo	***N total***	***N-NO$_3^-$***	***N-NH$_4^+$***	***N-NH$_2^+$***	***N org.***
Maíz sobre maíz	461,3	94,6	162,5	139,9	64,0
Maíz sobre alfalfa	384,7	50,4	142,8	134,8	56,7
Alfalfa sobre alfalfa	55,3	6,9	32,8	15,6	-
Trigo	181,5	15,3	51,2	115,0	-
Cebada	119,7	7,0	30,0	82,6	-
Girasol	56,6	8,6	27,7	15,5	-

[1] Los datos sobre la alfalfa en el año de siembra, el pimiento, los frutales y el arroz se han elaborado conjuntamente para los 2 años y las dosis de abonado que se han considerado son por tanto las mismas en 1995 que en 1996.

En general, se aplica más nitrógeno amoniacal a los cultivos que nítrico o ureico. Parece haber una mayor proporción de ureico en el nitrógeno total en 1996 que en 1995; pero esto puede deberse tanto a una variación del tipo de abonos empleados como al azar en las respuestas. En el caso del maíz, que es el cultivo con más respuestas, los cantidades de cada forma de nitrógeno permanecen razonablemente constantes, y tan sólo se produce un aumento del nitrógeno ureico debido a la aplicación de más nitrógeno en las coberteras donde domina la aplicación de la solución *N*32, con un 50% de nitrógeno ureico.

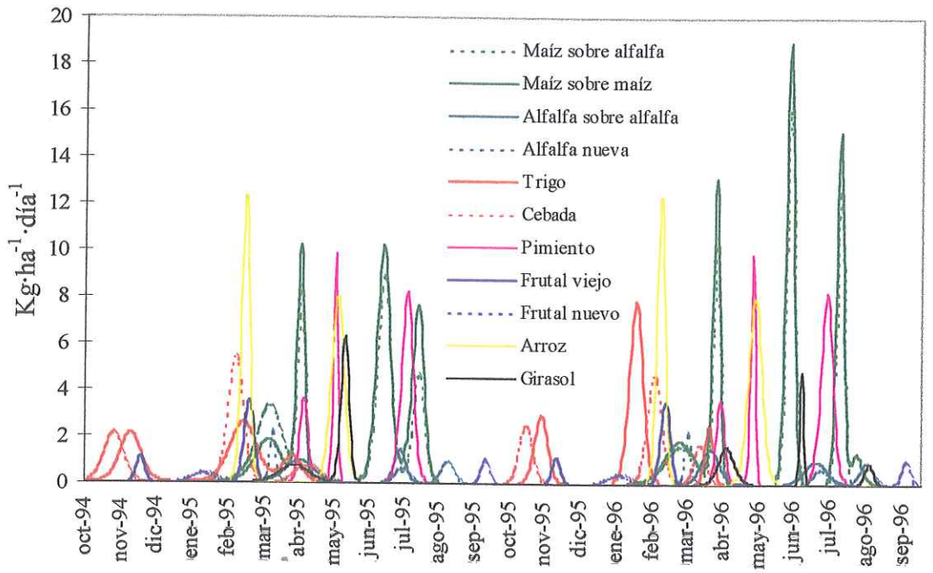


Figura 4.66. Fertilización nitrogenada. Cantidades diarios de nitrógeno (kg/ha) aplicadas a cada cultivo en regadío durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

4.5. BALANCE DE NITRÓGENO

4.5.1. Nitrógeno aportado por el agua de riego

El nitrógeno total aportado por el agua de riego se ha estimado como el producto de la concentración media de nitrógeno en el agua de riego por el agua de riego total aplicada.

Las cantidades mensuales de nitrógeno que se han aportado al sistema con el agua de riego se presentan en la Tabla 4.54 y suponen un total de **27,3 Mg** en 1994-95 y de **26,7 Mg** en 1995-96. Más del 90% de esta contribución se produce lógicamente durante la estación de riego.

Tabla 4.54. Balance de Nitrógeno. Nitrógeno aportado mensualmente (Mg) por el agua de riego durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Meses	1994-95	1995-96
Octubre	0,015	0,336
Noviembre	0	0,087
Diciembre	0	0,000
Enero	0,083	0
Febrero	0,234	0,005
Marzo	2,014	0,443
Abril	3,926	3,739
Mayo	1,933	1,528
Junio	5,490	5,776
Julio	5,478	6,399
Agosto	5,252	5,136
Septiembre	2,857	3,242
Campaña de riego (abril-septiembre)	*24,935*	*25,821*
Periodo de no riego (octubre-marzo)	*2,346*	*0,871*
Total anual	**27,282**	**26,692**

4.5.2. Nitrógeno aportado por el agua de lluvia

A partir de la concentración de nitrógeno del agua de lluvia (0,49 mg N/L) y de los volúmenes aportados por la precipitación se han elaborado las entradas mensuales de nitrógeno al sistema con el agua de lluvia (Tabla 4 55) En total suponen **7,6 Mg** en 1994-95 y **15,0 Mg** en 1995-96, siendo mayor los dos años la aportación durante el periodo de no riego que durante la campaña de riego.

Tabla 4.55. Balance de nitrógeno. Nitrógeno aportado mensualmente (Mg) por la precipitación al sistema durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Meses	1994-95	1995-96
Octubre	1,545	0,085
Noviembre	1,702	0,725
Diciembre	0,414	2,910
Enero	0,219	3,913
Febrero	0,280	1,142
Marzo	0,136	0,532
Abril	1,126	1,023
Mayo	0,938	1,378
Junio	0,188	0,393
Julio	0,126	1,447
Agosto	0,589	1,062
Septiembre	0,337	0,437
Campaña de riego (abril-septiembre)	*3,304*	*5,741*
Periodo de no riego (octubre-marzo)	*4,296*	*9,307*
Total anual	**7,600**	**15,048**

4.5.3. Nitrógeno aportado por los vertidos del Canal de Monegros

Para calcular la aportación de nitrógeno de los vertidos directos del Canal de Monegros a la red de drenaje se ha multiplicado el valor de concentración de nitrógeno del agua del Canal de Monegros por el volumen de agua liberado a través de los distintos azarbes calculado utilizando la descomposición del hidrograma. Así resulta una aportación de nitrógeno total de **4,2 Mg** en 1994-95 y de **1,2 Mg** en 1995-96, que se encuentran desglosados mensualmente en la Tabla 4.56.

Tabla 4.56. Balance de nitrógeno. Nitrógeno aportado mensualmente (Mg) al sistema por los vertidos directos del Canal de Monegros a los azarbes durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Meses	1994-95	1995-96
Octubre	0,604	0,479
Noviembre	0,337	0,079
Diciembre	0,195	0,000
Enero	1,502	0,449
Febrero	0,666	0,078
Marzo	0,749	0,000
Abril	0,019	0,019
Mayo	0,019	0,019
Junio	0,019	0,019
Julio	0,019	0,019
Agosto	0,019	0,019
Septiembre	0,019	0,019
Campaña de riego (abril-septiembre)	*0,115*	*0,115*
Periodo de no riego (octubre-marzo)	*4,052*	*1,085*
Total anual	**4,167**	**1,200**

Servicio de Investigación D.C.A. BIBLIOTECA

4.5.4. Nitrógeno aportado por las escorrentías exteriores al polígono

Las entradas de nitrógeno al sistema con las escorrentías superficiales exteriores al polígono se han estimado mensualmente como el producto de las entradas de agua, determinadas mediante la separación del hidrograma, por su concentración de nitrato. Estas entradas de nitrógeno (Tabla 4.57) ascienden a **89 kg** en 1994-95 y **112 kg** en 1995-96, resultando prácticamente insignificantes con relación a otros aportes de nitrógeno.

Tabla 4.57. Balance de nitrógeno. Nitrógeno aportado mensualmente (kg) al sistema por las aguas de escorrentía procedentes del exterior del Polígono de La Violada durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Meses	1994-95	1995-96
Octubre	41	0
Noviembre	43	3
Diciembre	2	5
Enero	0	61
Febrero	3	18
Marzo	0	0
Abril	0	0
Mayo	0	0
Junio	0	2
Julio	0	11
Agosto	0	13
Septiembre	0	0
Campaña de riego (abril-septiembre)	*0*	*26*
Periodo de no riego (octubre-marzo)	*89*	*86*
Total anual	**89**	**112**

4.5.5. Nitrógeno aportado por los vertidos urbanos e industriales

La cantidad mensual de nitrógeno se ha obtenido como el producto de la concentración media de las aguas de vertido (50 mg/L) por el volumen de agua residual generado. Supone un total de **14 Mg** en cada uno de los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96 (Tabla 4.58).

Tabla 4.58. Balance de Nitrógeno. Nitrógeno aportado mensualmente (Mg) al sistema por los vertidos urbanos e industriales.

Meses	1994-95	1995-96
Octubre	0,88	1,12
Noviembre	0,72	1,32
Diciembre	0,60	1,54
Enero	1,56	1,36
Febrero	0,90	1,04
Marzo	1,24	1,00
Abril	1,10	1,04
Mayo	1,14	0,96
Junio	1,20	1,08
Julio	1,80	1,52
Agosto	1,26	1,00
Septiembre	1,64	1,16
Campaña de riego (abril-septiembre)	*8,14*	*6,76*
Periodo de no riego (octubre-marzo)	*5,90*	*7,38*
Total anual	**14,04**	**14,14**

4.5.6. Nitrógeno aportado por la fertilización de los cultivos

La cantidad de nitrógeno total aplicado diariamente se ha obtenido como producto de los valores diarios aplicados a cada cultivo (Anejo 8) por su superficie (Tabla 3.14). Los valores mensuales de nitrógeno que entraron en la zona de estudio por la fertilización en ambas campañas se presentan en la Tabla 4.59. La cantidad de nitrógeno aplicado al sistema por fertilización ascendió a **945,5 Mg** en 1994-95 y a **1161,2 Mg** en 1995-96. La principal razón de que el N aplicado sea mayor en 1996 es el incremento en la superficie sembrada de maíz y la mayor dosis de abonado nitrogenado aplicada a ese cultivo en 1996 según los resultados de las encuestas. La cantidad de nitrógeno aplicada es claramente mayor en 1996 que en 1995 para los meses de febrero, abril, junio y julio (Figura 4.67), coincidiendo con cada una de las tandas de abonado del cultivo de maíz, incluida la aplicación de estiércol.

Tabla 4.59. Balance de nitrógeno. Cantidades mensuales de nitrógeno (Mg) que entran en el sistema por la fertilización de los cultivos.

Meses	1994-95	1995-96
Octubre	35,18	36,22
Noviembre	21,65	7,90
Diciembre	0,53	0,00
Enero	70,49	50,26
Febrero	77,08	124,37
Marzo	109,61	110,89
Abril	165,10	209,48
Mayo	19,68	13,84
Junio	252,44	330,63
Julio	190,01	249,69
Agosto	3,65	27,83
Septiembre	0,04	0,13
Campaña de riego	*630,91*	*831,60*
Periodo de no riego	*314,55*	*329,64*
Total anual	**945,46**	**1161,24**

El nitrógeno total recibido durante el periodo de no riego (de octubre a marzo) es más o menos el mismo para los dos años, mientras que las diferencias entre las campañas de riego son mucho mayores.

Las máximas aportaciones de nitrógeno se producen en los meses de junio y julio (coberteras del maíz) y entre enero y abril (coberteras de los cereales de invierno, presiembra del maíz y aportaciones de estiércol).

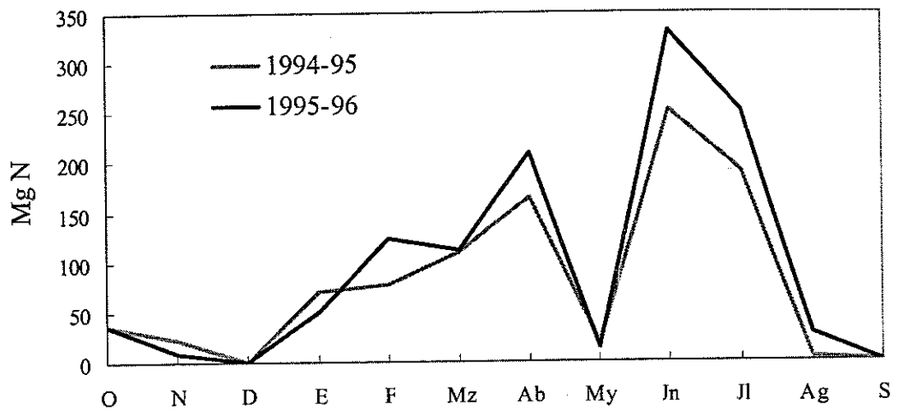


Figura 4.67. Balance de nitrógeno. Cantidades mensuales de nitrógeno (Mg) que entran en el sistema por la fertilización de los cultivos.

Los picos de nitrógeno diario aplicado se producen durante los periodos de abonado de los cultivos de mayor implantación: en octubre y noviembre se produce el abonado de sementera de los cereales de invierno (en regadío y secano); en enero en 1995 y entre enero y febrero en 1996, la cobertera de trigo y cebada; entre febrero y marzo la aplicación de estiércol del maíz; en abril, su sementera y en junio y julio las coberteras del maíz (Figura 4.68).

Las aportaciones máximas diarias llegan a ser mucho mayores en 1996 que en 1995, como consecuencia de las dosis mayores de abonado del maíz y la aplicación de las coberteras en menos tiempo (Figura 4.68). Así en 1996 resulta un máximo diario de 37,7 kg/ha en junio (primera cobertera del maíz), frente a tan solo 18,5 kg/ha en 1995 (en abril, con la presiembra del maíz).

Las cantidades que se abonan cada año a cada cultivo (Tabla 4.60 y Figura 4.69) muestran que prácticamente el 80% del nitrógeno aportado por fertilización sobre el regadío (el 78% en 1994-95 y el 86% en 1995-96) corresponde a la fertilización del maíz. Sobre el nitrógeno aportado al total del sistema, que es algo mayor por la gran superficie de cebada (y otros cultivos) que se encuentra en secano dentro de la zona de estudio, los porcentajes debidos al maíz resultaron del 70% en 1994-95 y del 78% en 1995-96.

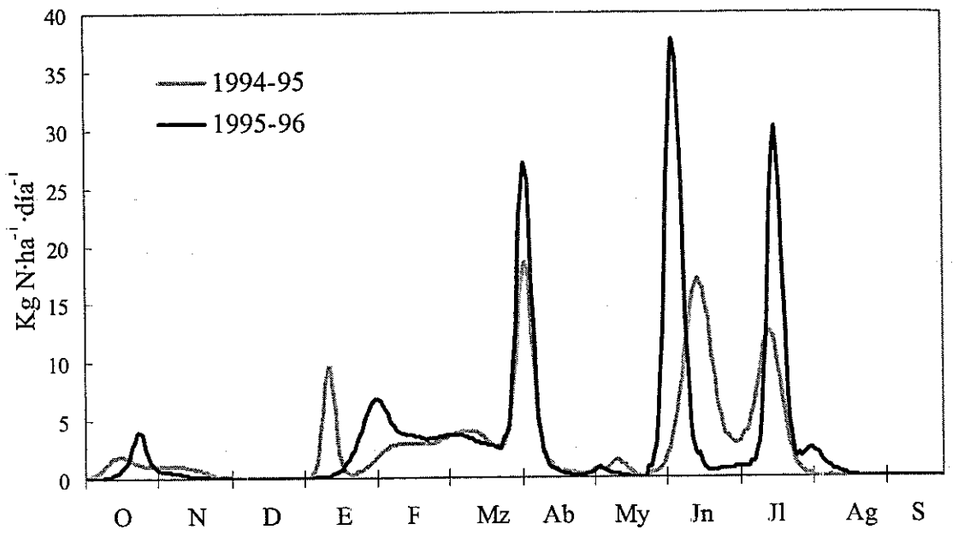


Figura 4.68. Balance de nitrógeno. Nitrógeno aplicado diariamente (kg) en el conjunto del sistema durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Tabla 4.60. Balance de nitrógeno. Cantidad de Nitrógeno (Mg) aplicado a cada cultivo dentro del Polígono de La Violada en los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Cultivos	1994-95	1995-96
Maíz	665,13	911,42
Alfalfa	49,21	63,92
Trigo	63,86	17,54
Cebada	41,10	39,11
Pimiento (Hortalizas)	9,37	8,65
Frutal	2,35	2,38
Arroz	4,19	11,06
Girasol	18,20	11,07
Total regadío	***853,41***	***1065,16***
Cebada de secano	89,26	93,30
Almendro en secano	2,79	2,79
Total secano	***92,05***	***96,08***
TOTAL	**945,46**	**1161,24**

El regadío recibe una cantidad de nitrógeno mucho mayor por unidad de superficie que el secano: 540,3 kg/ha frente a 224,8 kg/ha en el conjunto de los dos años. La aportación de nitrógeno al regadío supone el 90% del total en 1994-95 y el 92% en 1995-96 y la aportación de nitrógeno al secano de un 10% y un 8% respectivamente.

Dentro del regadío, la mayor parte de la fertilización corresponde al maíz hasta tal punto que la fertilización global sigue la pauta de la fertilización del maíz (Figura 4.70). En el secano, la mayor parte del nitrógeno se aplica a la cebada pues tanto la superficie sembrada como las dosis que se aplican son mucho mayores que para los frutales de secano (almendro), únicos cultivos que se han considerado.

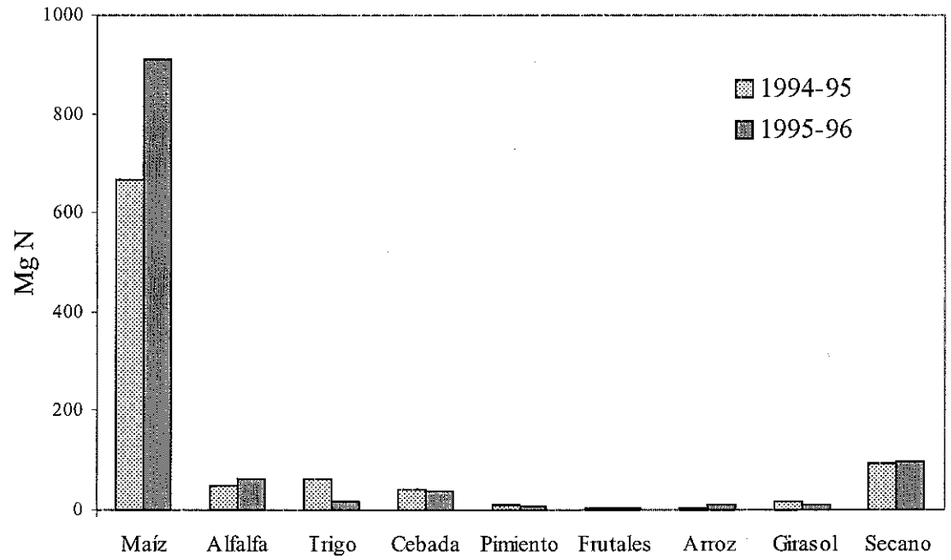


Figura 4.69. Nitrógeno aplicado a cada cultivo en el Polígono de La Violada en los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

4.5.7. Nitrógeno aportado por fijación simbiótica

La importancia del cultivo de la alfalfa en Almudévar hace que la cantidad de nitrógeno aportado por fijación simbiótica sea muy importante. Se ha considerado una aportación anual de 200 kg/ha, con lo que la cantidad de nitrógeno fijado asciende a 160,30 Mg en al año 1994-95 y a 137,67 Mg en 1995-96.

No se ha llevado a cabo la distribución de estas cantidades a o largo del ciclo de cultivo, que hubiera permitido tener una estimación de la cantidad que se aporta cada mes.

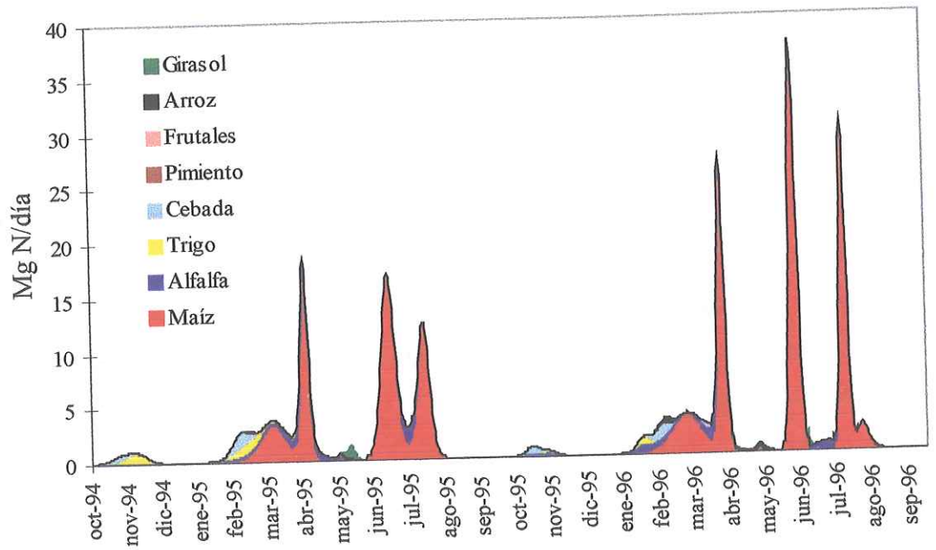


Figura 4.70. Balance de Nitrógeno. Cantidades diarias de nitrógeno (Mg) aplicadas por cultivos sobre el regadío del Polígono de la Violada durante los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

4.5.8. Nitrógeno exportado a través de la red de drenaje

El nitrógeno exportado a través de la red de drenaje se ha calculado como el producto del caudal medio diario por la concentración media de nitrógeno nítrico medida en el agua de drenaje.

El nitrógeno exportado resultó ser mayor en 1995-96 (**266,3 Mg**) que en 1994-95 (**249,4 Mg**), pero con una distribución a lo largo del año muy diferente (Tabla 4.61). Así, mientras en 1995 la concentración media mensual de nitrato es máxima en los meses de verano (julio y agosto especialmente) y se mantiene alta de abril a septiembre, en 1996 la concentración, también alta en verano aunque con una reducción sensible en mayo, alcanza otro pico en enero y, sobre todo, febrero, después de las altas precipitaciones de esos meses.

La Figura 4.71 presenta los volúmenes de drenaje, las concentraciones de nitrato en el agua de drenaje y la masa total de $N\text{-}NO_3^-$ exportada por meses durante los dos años hidrológicos. La masa de $N\text{-}NO_3^-$ exportada en el invierno de 1994-95 es mucho menor que en 1995-96 debido a las mínimas concentraciones que se presentan. La alta concentración de nitrato en enero y febrero de 1996 se atribuye al lavado del nitrógeno del suelo o del aportado

para la fertilización de los cereales de invierno, tanto dentro como fuera del polígono, por los elevados volúmenes de precipitación en esos meses.

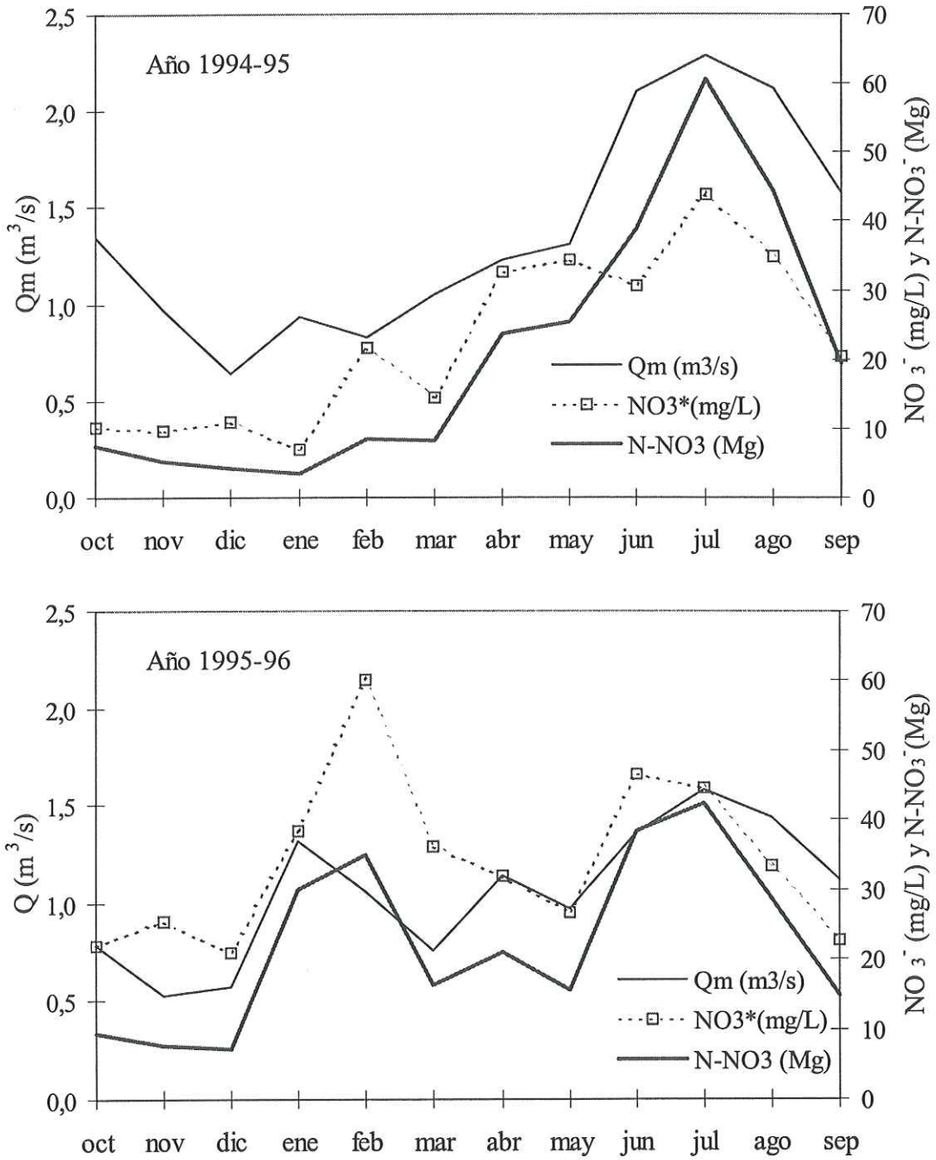


Figura 4.71. Balance de Nitrógeno. Caudales medios mensuales (Q_m, m^3/s), concentración media mensual de NO_3^- (NO3*, mg/L) y masa total de $N\text{-}NO_3^-$ (N-NO3, Mg) en el Barranco de La Violada en D-14 en los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

Durante las campañas de riego se alcanzan valores de concentración de nitrato semejantes los dos años, con una media de 33 mg/L, aunque en 1996 se presentan los mayores valores puntuales. La masa total de nitrógeno nítrico exportada es mucho mayor, sin embargo, en 1995, debido a que los volúmenes de drenaje son mucho mayores.

Tabla 4.61. Balance de nitrógeno. Concentración de nitrato y masa de nitrógeno nítrico exportada mensualmente por el Barranco de La Violada en el punto D-14 en los años de estudio.

	Concentración de NO_3^- (mg/L)		Masa de $N\text{-}NO_3^-$ (Mg)	
Meses	**1994-95**	**1995-96**	**1994-95**	**1995-96**
Octubre	9,3	19,8	7,5	9,5
Noviembre	9,4	24,7	5,3	7,7
Diciembre	10,8	21,0	4,2	7,3
Enero	6,1	37,8	3,4	30,0
Febrero	18,6	58,1	8,4	34,8
Marzo	13,1	35,5	8,3	16,3
Abril	32,7	31,6	23,6	21,1
Mayo	32,3	26,7	25,5	15,6
Junio	31,6	48,0	38,9	38,3
Julio	43,8	44,2	60,4	42,2
Agosto	34,7	33,0	44,4	28,7
Septiembre	21,0	22,6	19,4	14,8
Campaña de riego (abril-septiembre)	*32,7*	*34,4*	*212,2*	*160,7*
Periodo de no riego (octubre-marzo)	*11,1*	*32,6*	*37,2*	*105,6*
Total anual	**22,0**	**33,6**	**249,4**	**266,3**

4.5.9. Nitrógeno extraído por las cosechas

El nitrógeno extraído por las cosechas se ha estimado como el producto del contenido medio en *N* de los productos cosechados por los rendimientos de las cosechas que se obtuvieron de las encuestas. En total las extracciones de nitrógeno por los cultivos resultaron ser de **871,5 Mg N** en 1994-95 y de **878,0 Mg N** en 1995-96 (Tabla 4.62).

Dado el carácter aproximado de estos datos y sobre todo de los rendimientos de 1995, que se obtuvieron de unas pocas encuestas cualificadas, la precisión de los resultados sólo permite establecer comparaciones aproximadas entre los dos años y entre los distintos cultivos.

Tabla 4.62. Balance de nitrógeno. Contenido medio de Nitrógeno (kg N/Mg) en los productos cosechados, rendimiento (kg/ha) y extracción de nitrógeno (Mg) por los cultivos dentro del polígono de riego de La Violada en los años hidrológicos 1994-95 y 1995-96.

		Rendimiento (kg/ha)		Extracción (Mg)	
Cultivos	**kgN/Mg**	**1994-95**	**1995-96**	**1994-95**	**1995-96**
Maíz	16	10508	10194	281,80	326,30
Alfalfa	27,5	20000	17460	460,99	410,17
Trigo	20	6250[1]	6250	51,32	12,08
Cebada	16	6167[1]	6167	25,48	28,61
Girasol	30	1729[1]	1729	11,16	10,15
Huerta	4,6	35000[2]	35000	8,00	7,39
Frutales	60	-	-	2,83	3,03
Arroz	14	6000	5133	1,54	3,48
Total regadío				*843,11*	*801,21*
Cebada secano	16	2000[3]	4531	33,67	72,40
Frutal secano	60	-	-	4,59	4,36
Total secano				*38,26*	*76,76*
TOTAL				**871,49**	**877,97**

[1] No se dispone de resultados de rendimientos para estos cultivos de regadío en 1995; se han tomado los mismos rendimientos que en 1996.

[2] No hay ninguna respuesta específica del rendimiento del pimiento u otras hortalizas. Se han tomado 35000 kg/ha como rendimiento medio del pimiento en Almudévar, según conversaciones con los agricultores de la zona.

[3] No se dispone del rendimiento de la cebada en secano en 1995; se ha tomado el valor de 2000 kg/ha considerando la baja precipitación del año y, en particular, de la primavera.

La cantidad de nitrógeno extraída del regadío es mucho mayor que la del secano. Tan sólo el 4,0% del nitrógeno exportado con las cosechas en 1995 y el 8,7% del exportado en 1996 proceden del secano, como corresponde a las producciones mucho mayores de productos cosechables.

Pese a ser mayor la superficie de maíz en 1996 y los rendimientos similares en ambos años, la extracción de *N* debida al maíz es sólo 45 toneladas superior en 1996 que en 1995. Sin embargo, el nitrógeno extraído por la alfalfa marca la diferencia entre los dos años considerados, 461 toneladas en 1995 frente a 410 en 1996, por los mayores rendimientos (excepcionales) de la alfalfa en 1995. Este rendimiento es el aportado por un solo agricultor y puede estar sesgado si su cosecha fue especialmente buena.

La menor superficie sembrada de trigo en 1996 reduce las exportaciones de nitrógeno a través de su cosecha de 51 toneladas en 1995 a 12 toneladas en 1996, mientras que los

excepcionales resultados de la cebada de secano en 1996 aumentan el nitrógeno exportado por esta cosecha de 34 Mg en 1995 a 72 Mg.

Es importante reseñar que en ambos años el nitrógeno aportado por fertilización a los cultivos en el conjunto del polígono fue mayor que el extraído por las cosechas (o al menos, y por pequeña que sea la precisión de estas extracciones, de ese orden). En 1994-95 la fertilización nitrogenada aportó 945 toneladas frente a unas extracciones de 871; en 1996 esta sobreaportación es aún mayor: 1161 toneladas frente a 878 extraídas.

4.5.10. Balance anual de nitrógeno en el Polígono de riego

La suma de todas las entradas y salidas consideradas para los dos años resultan bastante próximas, indicando que no hay una variación neta considerable de nitrógeno en el sistema, al menos con el nivel de aproximación que se han considerado los términos del balance.

Este balance está sujeto a imprecisiones. Por ejemplo, la altura de la capa freática, próxima a la superficie en los fondos, y el hecho de que en los suelos más pesados regados a manta el perfil pueda permanecer por encima de capacidad de campo durante bastante tiempo hacen que las pérdidas de nitrógeno por desnitrificación puedan ser relativamente altas. Tampoco se han tenido en cuenta las pérdidas por volatilización, que pueden suponer una parte considerable del nitrógeno amoniacal y orgánico aplicado.

A pesar de estas limitaciones, se pueden extraer algunas conclusiones sobre las cantidades de nitrógeno en el sistema. En cuanto a las entradas, hay que señalar que la principal fuente de nitrógeno es la fertilización de los cultivos, que supone el 81% y el 85% del nitrógeno total entrante en el polígono en 1994-95 y 1995-96, respectivamente. Le siguen en importancia, presumiblemente, la fijación simbiótica, que supuso en torno al 12% en los años considerados y el nitrógeno aportado por el agua de riego (el 3%). Las demás aportaciones de nitrógeno, escorrentía superficial del exterior, precipitación sobre el polígono, aportes de agua del Canal de Monegros y aguas residuales, son prácticamente insignificantes con relación a éstas (Figura 4.72).

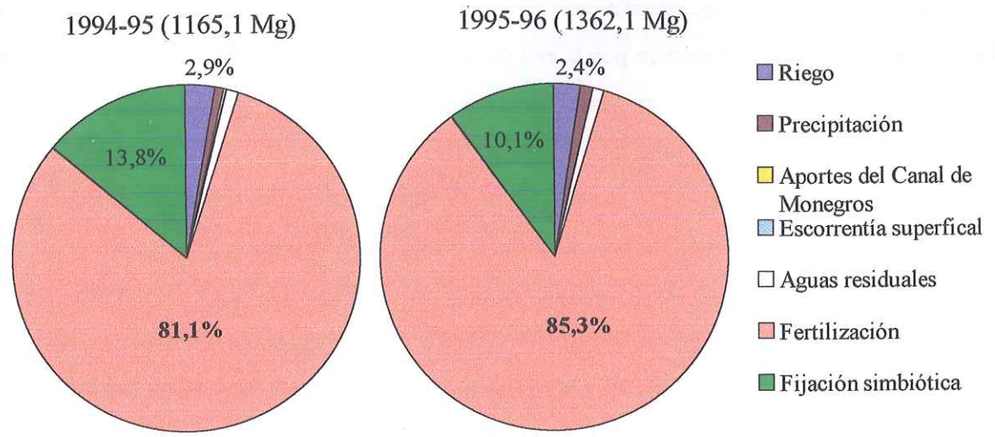


Figura 4.72. Balance de nitrógeno. Porcentaje sobre el total de las distintas entradas de nitrógeno al sistema en los años 1994-95 y 1995-96.

La salida de nitrógeno más importante es la extracción de los cultivos, que asciende a 875 Mg como media en los dos años. El nitrógeno nítrico exportado por el agua de drenaje a través del Barranco de La Violada es del orden de 258 Mg lo que supone un porcentaje importante respecto al nitrógeno extraído por las cosechas (el 29% en 1994-95 y el 30% en 1995-96, Figura 4.73).

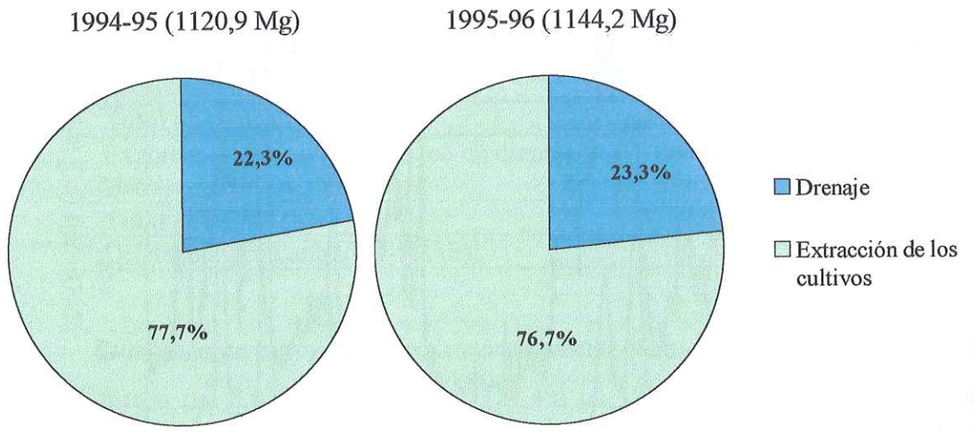


Figura 4.73. Balance de nitrógeno. Porcentaje sobre el total de las distintas salidas de nitrógeno del sistema en los años 1994-95 y 1995-96.

Una cuestión de gran interés es saber hasta que punto el nitrógeno aplicado por fertilización se pierde directamente por la red de drenaje. La Figura 4.74 presenta los valores diarios estimados de nitrógeno aportado como fertilizante y la masa diaria de nitrógeno exportada a través de la red de drenaje. En las dos campañas de riego un momento de elevada salida de nitrógeno se presenta en el mes de mayo, justo tras la aplicación del abonado de sementera del maíz. Los otros dos o tres picos de masa de nitrógeno exportada se producen inmediatamente después de la aplicación de las coberteras del maíz. El hecho de presentarse las mayores masas de nitrógeno en el agua de drenaje justo tras las grandes aportaciones de nitrógeno al maíz en el sistema, inducen a pensar que al menos una parte del nitrógeno que se aplica al maíz en la presiembra y en las coberteras se pierde directamente en la red de desagüe. La utilización generalizada de abonos líquidos en las coberteras del maíz explica que cuando se aplican se pierda una masa de nitrógeno tanto mayor cuanto mayor sea la percolación del agua de riego por debajo de la zona de raíces. En presiembra, la aplicación de riegos de "huebra" tras la aplicación del abonado de sementera favorece el lavado del nitrógeno aplicado.

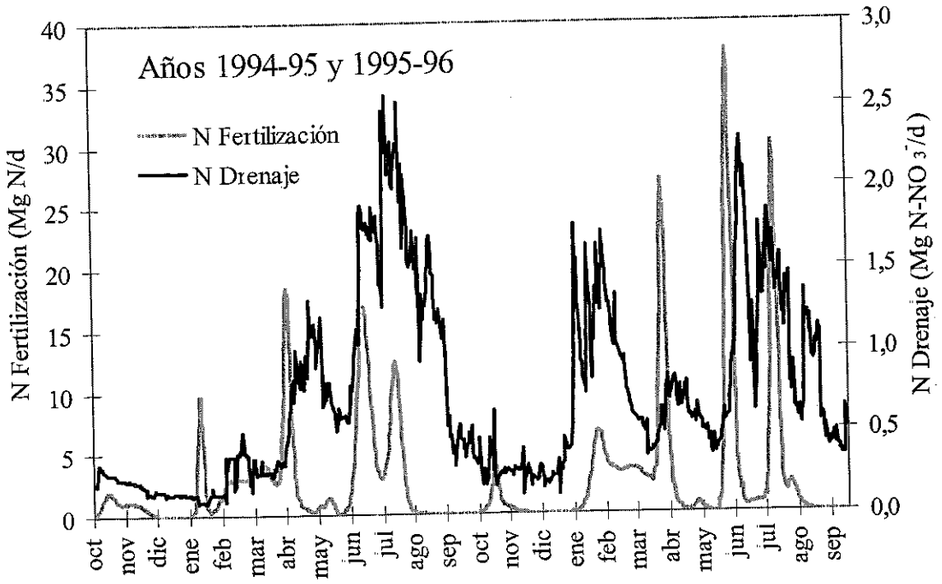


Figura 4.74. Balance de nitrógeno. Valores diarios de la aportación de nitrógeno al sistema y la masa exportada por la red de drenaje (Mg) durante los dos años de estudio.

Fuera de la campaña de riego, las masas exportadas máximas se presentan en 1995 en febrero y marzo y en 1996 entre enero y marzo. La masa exportada en el invierno de 1996 es mucho mayor que en el invierno anterior, probablemente porque las precipitaciones fueron mucho mayores y produjeron el lavado del nitrógeno acumulado o aportado por la fertilización de los cereales de invierno, tanto dentro del polígono de estudio como en el conjunto de la cuenca del Barranco de La Violada.

Aunque el nitrógeno aplicado en 1996 fue netamente mayor que en 1995 (porque se dedicó una mayor superficie al maíz y porque las dosis de abonado fueron también superiores), la masa de nitrógeno exportada durante la campaña de riegos de 1996 resultó inferior a la de 1995, debido al mayor volumen de drenaje que se registró en 1995

Las cantidades totales de nitrógeno aportadas por las distintas fuentes y las salidas por extracción de los cultivos y pérdida a través de la red de drenaje coinciden sensiblemente los dos años, aunque hay ciertas diferencias (Tabla 4.63).

Tabla 4.63. Balance de nitrógeno. Nitrógeno total aportado y extraído (Mg) del sistema durante los dos años de estudio.

Entradas o salidas	1994-95	1995-96
Agua de riego	33,43	32,70
Precipitación	7,60	15,05
Aportes directos del Canal de Monegros	4,17	1,20
Escorrentía exterior	0,09	0,11
Vertidos urbanos	14,04	14,14
Fijación simbiótica	160,30	167,37
Fertilización	945,46	1161,24
Total de entradas	**1165,08**	**1362,11**
Exportaciones a través de la red de drenaje	249,44	266,26
Extracción de los cultivos	871,49	877,97
Total de salidas	**1120,92**	**1144,23**
Diferencia entre entradas y salidas	44,16	217,88

El balance de nitrógeno cierra razonablemente bien. Las diferencias entre entradas y salidas fueron del 3,9% en 1995 y del +17,4% en 1996. El hecho de que el balance de nitrógeno cierre bien el año 1995 ratifica la hipótesis de que la falta de concordancia entre las entradas y salidas de agua en ese año (21%) es debida a un aporte de agua con baja concentración de nitrógeno como lo es el del agua del Canal de Monegros.

Con los datos del balance se ha estimado la cantidad de nitrógeno en D-14 que puede provenir de la fertilización de los cultivos. Para ello a la masa de nitrato exportada por D-14 se le ha descontado los aportes de nitrato que simplemente se desplazan en el polígono a través de la red de desagües, como son los aportes del Canal de Monegros, las escorrentías exteriores del polígono y los vertidos urbanos. La masa de $N\text{-}NO_3^-$ contenido en el agua que circula por D-14 descontando la que se incorpora directamente al cauce asciende a 231,1 Mg en 1994-95 y 250,8 Mg en 1995-96, lo que supone el 24% del nitrógeno aportado por fertilización en 1994-95 y el 22% en 1995-96. Esas cantidades de *N* suponen 66 kg N/ha sobre la superficie cultivada en regadío en 1994-95 y 70 kg N/ha en 1995-96.

El nivel de aproximación de los términos del balance no permite sacar más conclusiones de la Tabla 4.63 que las entradas son del mismo orden que las salidas, y que hay una diferencia apreciable entre los dos años, posiblemente debida a la mayor superficie dedicada al maíz en 1996.

Como conclusión, las entradas de *N* al sistema por fertilización (945 Mg en 1994-95 y 1161 Mg en 1995-96) son mayores que las extracciones de los cultivos (871 Mg en 1994-95 y 878 Mg en 1995-96). Además de la fertilización, la fijación simbiótica de *N* es la otra fuente destacada de *N*. Le sigue en importancia el *N* aportado por el agua de riego, que sólo supone el 2,8% de los aportes totales en 1994-95 y el 2,4% en 1994-95, aunque concentrado en los meses de riego. El *N* exportado por la red de drenaje, descontados los aportes directos, fue el 24% del *N* aportado por fertilización en 1994-95 y el 22% en 1995-96. Estas cantidades representan unos aportes unitarios de 66 kg/ha en 1994-95 y de 70 kg/ha en 1995-96.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

La zona de estudio analizada en este trabajo es el Polígono de La Violada, situado en la zona regable de Monegros I (Huesca) y limitado por los canales de Monegros, Violada y Santa Quiteria. Los flujos de retorno del polígono vierten prácticamente en su totalidad en dirección suroeste al Barranco de la Violada, donde se ubica la estación D-14 de medida de caudal y recogida automática de muestras de agua. Estas características, junto con la presencia de un estrato margoso subsuperficial muy impermeable y que el riego se implantó hace más de 50 años, hacen de La Violada una zona piloto ideal para la realización de balances de masas en régimen cuasi-estacionario.

La superficie total del Polígono de la Violada es de 5282 ha, de las que 3863 son de regadío. El polígono se abastece de 44 acequias de riego, generalmente de baja capacidad (módulos de unos 0,6 $L \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$). La práctica totalidad del riego es por inundación, los riegos son por turnos (con un intervalo medio entre riegos de 13 días) y, en general, poco eficientes (el volumen medio facturado por la Comunidad de Regantes de Almudévar fue de 14109 m^3/ha en 1995). Los cultivos principales son maíz, alfalfa y cereales de invierno. En cuanto al clima, el polígono se caracteriza por una precipitación media anual de 480 mm y una temperatura media anual de 13,2°C, clasificándose según Thornthwaite como seco subhúmedo y mesotérmico. Los suelos están formados por materiales aluviales cuaternarios entre los que dominan los limos y el carbonato cálcico y entre los que se presentan abundantes yesos y algún nivel de gravas. La unidad de suelo mayoritaria en la zona de estudio es la de cambisol cálcico (según la metodología FAO).

Calidad del agua del Barranco de La Violada

El valor medio de *CE* de los 28 desagües secundarios presentes en la zona de estudio es de 2,4 dS/m siendo el sulfato, con una concentración media de 26,5 $mmol_c/L$, el ion predominante. La salinidad de estos desagües es bastante constante, ya que sus aguas están dominadas por la solubilidad del yeso, y sólo se aprecian descensos significativos de *CE* en aquellos desagües que reciben aportes directos de agua del Canal de Monegros.

Las aguas de salida de la zona de estudio, muestreadas en el punto D-14 del Barranco de La Violada, tienen asimismo una composición química bastante estable, con valores de *CE* en torno a 2 dS/m (salvo episodios con diluciones provocadas por vertidos directos de los

canales y acequias o por escorrentías de lluvia) y un carácter sulfatado cálcico-magnésico, lo que hace que la relación entre los *SDT* y la *CE* sea muy elevada (927 (mg/L)· (dS/ m)$^{-1}$).

Durante la campaña de riegos (abril a septiembre) se presentan unas oscilaciones diarias de caudal provocadas por el vertido directo de aguas de cola (estos vertidos suponen en torno al 17% del caudal total durante la campaña de riego), que llevan consigo a unas oscilaciones de *CE* debidas a la menor salinidad de dichas aguas de cola. Sin embargo, el desfase existente entre los ciclos diarios de caudal y de *CE* indica que el agua que percola a través del suelo sufre asimismo una oscilación diaria, presentando en promedio un valor máximo de *CE* 16 horas después del caudal máximo diario.

La presencia de estos ciclos diarios de caudal y salinidad hace que la estimación de las masas exportadas dependa de la hora de muestreo y del método de estimación (con caudales diarios o con caudales instantáneos). La estima de la masa de nitrato exportada a partir del producto de su concentración instantánea por el caudal medio diario no se ve afectada por la hora de muestreo ya que la concentración de nitrato presenta otras variaciones mayores que las debidas a la oscilación diaria del caudal. Por el contrario, la estima de la masa de sales exportadas es significativamente distinta según la hora de muestreo elegida. Se puede concluir que, tanto para la masa de sales como para la masa de nitrato, las estimas son correctas si se hacen a partir de las concentraciones (*SDT* y NO_3^-) de una sola muestra tomada sobre las nueve de la mañana y del caudal medio diario.

El análisis efectuado para determinar el número mínimo de muestras de agua necesarias para obtener una estimación insesgada de las masas exportadas de sales y nitrato indica que un muestreo sistemático basado en la toma de una muestra cada cuatro o cinco días (con un total de unas 46 muestras) durante la campaña de riego permitiría estimar la masa de sales con un error inferior al 10% de su valor real y la masa de nitrato con un error inferior al 15% de su valor real, en ambos casos con un intervalo de confianza del 95%.

Balance de agua en el Polígono de La Violada

El volumen de riego fue de 34,6 hm^3 en la campaña de 1995 y de 35,8 hm^3 en la de 1996. La *ET* de los cultivos en regadío fue de 19,3 hm^3 en la campaña de 1995 y de 22,1 hm^3 en la de 1996. El balance de agua (entradas menos salidas) cerró con un error del –20,9% en

1995 y del +2,7% en 1996; el error de cierre de 1995 se atribuye en parte al drenaje del agua almacenada tras las precipitaciones de septiembre de 1994.

Las eficiencias globales de aplicación del riego (relación entre las necesidades netas de agua de los cultivos y el agua de riego aplicada) fueron del orden del 46% en ambos años. Este resultado permite concluir que el sistema de riego en La Violada es inadecuado y que la modernización de este regadío y, en particular, el incremento de la eficiencia del riego es una necesidad incuestionable para reducir la emisión de sales y nitratos de la zona de estudio.

La relación entre el volumen diario de agua de drenaje medido en el punto D-14 del Barranco de La Violada (Vd) y el volumen de riego aplicado el día anterior (Vr) presenta dos periodos claramente distintos en cada campaña de riego. Un primer periodo que corresponde a los riegos de presiembra del maíz (abril y primera quincena de mayo), en el que la pendiente de la relación Vd = a + b · Vr es muy baja, indicando que la mayor parte del agua de riego se almacena en el suelo y no percola como agua de drenaje. Y un segundo periodo que corresponde a los riegos de campaña propiamente dichos (de la segunda quincena de mayo hasta septiembre) en el que la pendiente es mucho más elevada indicando que una proporción importante del riego percola como agua de drenaje.

La descomposición del hidrograma en un caudal subterráneo y uno superficial, conocidas sus calidades, se ha revelado como un instrumento útil para establecer la cuantía relativa tanto del drenaje subterráneo y las aguas de cola a nivel diario como del caudal base y los aportes del canal o las escorrentías superficiales durante la estación de no riego.

Masa de sales exportadas por las aguas de drenaje del Polígono de La Violada (punto D-14)

Las masas de sales exportadas durante la estación de riego fueron de 50736 Mg y 35444 Mg en 1995 y 1996, respectivamente. En promedio, estos valores corresponden a una masa unitaria de sales exportadas de 11,2 Mg/ha de regadío. Esta masa unitaria exportada en la estación de riego supone el 67% de la masa exportada en el año hidrológico, fundamentalmente debido a que el volumen de drenaje fue superior en la estación de riego (24,0 hm^3) que en la de no riego (14,2 hm^3). La masa unitaria media de sales exportadas en 1994 y 1995 es un 14% inferior a la media exportada en 1982, 83 y 84 (13,1 Mg/ha) debido principalmente a que la eficiencia del riego fue mayor en los años 90 (valores de en torno al 48% para el total de la superficie en regadío) que en los 80 (valores en torno al 40%).

Debido a que el valor de los *SDT* de las aguas muestreadas en D-14 es bastante estable, existe una correlación directa entre la masa mensual de sales exportadas y el volumen mensual de drenaje. Este resultado refuerza la conclusión previamente establecida respecto a la necesidad de incrementar la eficiencia del riego para reducir la masa de sales exportada del Polígono de La Violada.

Balance de nitrógeno

Los resultados de las encuestas realizadas en la zona de estudio indican que la superficie sembrada de maíz, que supone en torno al 50% del regadío, recibe aproximadamente el 80% del nitrógeno total aplicado como fertilizante. Las dosis de nitrógeno, que varían según años y rotaciones entre 367 y 461 kg N/ha, superan a las recomendadas para el maíz (entre 228 y 300 kg N/ha). Los principales meses de aplicación del nitrógeno son octubre y noviembre (sementeras de los cereales de invierno), enero y febrero (coberteras de los cereales de invierno), febrero y marzo (estercolado del maíz) y, sobre todo, abril (sementera del maíz), junio (primera cobertera del maíz) y julio (segunda cobertera del maíz). La cantidad total de nitrógeno aplicado por fertilización en todo el polígono (945 Mg en 1995 y 1161 Mg en 1996) es superior al nitrógeno extraído por los cultivos (871 Mg en 1995 y 878 Mg en 1996).

La concentración media de nitrato en los 28 desagües secundarios es de 39,2 mg/L. Las mayores concentraciones (valores sobre los 65 mg/L en 1996) se presentan en la estación de riego pocas fechas después de las aplicaciones de sementera y cobertera del maíz, indicando que una parte importante del nitrógeno aplicado se pierde rápidamente a través de la red de drenaje. En el Barranco de La Violada, los mayores valores de nitrato de las campañas de riego se presentan también tras las aplicaciones de las coberteras del maíz (hasta 60 mg/L en julio de 1995 y 1996). En la estación de no riego las mayores concentraciones de nitrato en D-14 (valores de hasta 80 mg/L) se presentan para caudales base posteriores a episodios de elevadas precipitaciones y escorrentías superficiales y, en particular durante los meses de enero y febrero de 1996, sugiriendo que parte del nitrógeno aplicado en las coberteras del trigo y la cebada es arrastrado durante dichos episodios.

Las diferencias entre el total de entradas y salidas de *N* medidas o estimadas en el polígono fueron del -3,0% (1995) y del +17,4% (1996), indicando que el balance de nitrógeno cierra satisfactoriamente. La cantidad de nitrógeno exportado por las aguas de drenaje (249

Mg en 1995 y 266 Mg en 1996) supone, una vez descontados los aportes directos de *N* a los cauces, el 24% (1995) y el 22% (1996) del nitrógeno total aplicado por fertilización, sugiriendo que el manejo de la fertilización, o de la fertilización y el riego conjuntamente, en esta zona regable es claramente mejorable.

CAPÍTULO 6

BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA

Alberto, F., Aragüés, R. y Quílez, D. (1986). Balance de sales de la Cuenca del Ebro. En: *Sistema integrado del Ebro, estudio interdisciplinar. Convenio de cooperación técnico Hispano-Norteamericano*: 279-291.

Alberto, F. y Aragüés, R. (1986). Curvas de tendencia salinidad-tiempo de las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro. En: *Sistema integrado del Ebro, estudio interdisciplinar. Convenio de cooperación técnico Hispano-Norteamericano*: 237-251.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. y Smith, M. (1999). *Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements)*, FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Roma. En prensa.

Amézqueta, E. (1988). *Estudio agroecológico del polígono de riego de La Violada (Huesca): producción primaria, mineralomasa y eficiencia energética de la cebada en secano y regadío*. Tesis de Master del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ) Zaragoza, 257 pp.

Angéliaume, A., Wicherek, S. y Dacharry, M. (1994) Ruissellement, érosion et qualité des eaux en terre de grande culture. *Hydrologie continental*, 9(2): 107-122.

Aparicio, F. J. (1994). *Fundamentos de hidrología de superficie*. Editorial Limusa, México D.F., 303 pp.

Ayers, R. S. y Westcot, D. W. (1985). *Water quality for agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 rev. 1. FAO, Roma, 173 pp.

Baron, J. S. y Campbell, D. H. (1997). Nitrogen fluxes in a high elevation Colorado Rocky Mountain Basin. *Hydrological Processes*, 10: 783-799.

Basso, L. (1989). *La contribuciónde los efluentes de riego de los polígonos de Bardenas I, Monegros I y Cinca a la salinización de las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro*. Tesis de Master del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ). Zaragoza, 197 pp.

Basso, L. (1994). *Los retornos salinos del Polígono de riego de Bardenas I y su contribución a la salinización de los ríos Arba y Riguel*. Tesis doctoral. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Zaragoza. Zaragoza, 2 tomos: 224 pp. más anejos.

Bauder, J. W., Sinclair, K. N. y Lund, R. E. (1993). Physiographic and land use characteristics associated with nitrate-nitrogen in Montana groundwater. *Journal of Environmental Quality*, 22: 255-262.

Bellot, J., Golley, F. y Aguinaco, M. T. (1989). Environmental consequences of salts exports from an irrigated landscape in the Ebro River Basin, Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 27(1-4): 131-138.

Bende, U. (1997). Regional hydrochemical modelling by delineation of chemical hydrological response units (CHRUS) within a GIS : An approach of observing man-made impacts in the Broel River catchment (Germany). *Mathematics and Computers in Simulation*, 43: 305-312.

Bensaci, A. (1996). *Problemática actual y mejora del manejo del riego en la Comunidad de Regantes de Almudévar (Huesca)*. Tesis de Master del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ). Zaragoza, 163 pp.

Bettenay, E., Blackmore, A. V. y Hingston, F. J. (1964). Aspects of the hydrologic cycle and related salinity in the Belka Valley, Western Australia. *Australian Journal Soil Research*, 2: 187-210.

Bolea, J. A. (1986). *Los riegos de Aragón*. Grupo parlamentario aragonés regionalista en las Cortes de Aragón, 591 pp.

Box, G. E. P. y Jenkins, G. M. (1976). *Time series analysis forecasting and control*, Holden-Day Inc., Oakland, California, 575 pp.

Boyd, R. A. (1997). Distribution of nitrate and ortophosphate in selected streams in central Nebraska. *Water Resources Bulletin*, 32(6): 1247-1257.

Boyer, D. G. y Pasquarell, G. C. (1995). Nitrate concentrations in karst springs in an extensively grazed area. *Water Resources Bulletin*, 31(4): 729-736.

Burkart, M. R. y Kolpin, D. W. (1993). Hydrologic and land-use factors associated with herbicidies and nitrate in near-surface aquiferes. *Journal of Environmental Quality*, 22: 646-656.

Campillo, A. (1987). *Estudio agroecológico del polígono de riego de La Violada (Huesca): comparación de los flujos de energía y la productividad de los cultivos de trigo y maíz*. Tesis de Master del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ). Zaragoza, 168 pp.

CEC (1975). *Council Directive of 16 June 1975 concerning the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in Member States* (75/440/EEC)

CEC (1991). *Council directive concerning the protection of water against pollution caused by nitrates from agricultural sources* (91/676/EEC). Official journal of the European Communities 8572/91.

Chow, V. T., Maidment, D. R. y Mays, L. W. (1998). *Hidrlogía aplicada*. McGraw-Hill interamericana, Santafé de Bogotá, 584 pp.

Comunidad de Regantes de Almudévar (1993). *Informe resumen de la zona regable*.

Comunidad de Regantes de Almudévar (1996). *Memoria de actividades 1995*.

Comunidad de Regantes de Almudévar (1997). *Memoria de actividades 1996*.

Cuenca, R. H. (1989). *Irrigation system design. An engineering approach*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 552 pp.

Custodio, E. y Llamas, M. R. (1983). *Hidrología subterranea*. Ed. Omega, Barcelona, 2 tomos.

David, M. B., Gentry, L. E., Kovacic, D. A. y Smith, K. M. (1997). Nitrogen balance in and export from an agricultural watershed. *Journal of Environmental Quality*, 26(4): 1038-1048.

Diehl, R. y Mateo Box, J. M. (1985). *Fitotecnia general*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 814 pp.

Díez, J. A. (1995). Situación actual de la contaminación de los acuíferos por nitratos. En *La calidad de las aguas continentales españolas. Estado actual e investigación*. Eds. M. Álvarez Cobelas y F. Cabrera Capitán, Geoforma ediciones, Logroño: 155-170

Diputación General de Aragón. (1986). *Abonado nitrogenado del maíz. Resultados de ensayos - año 1985*. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes. Información SEA 5/1986, 8 pp.

Domínguez, A. (1984). *Tratado de fertilización*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 585 pp.

Doorenbos, J. y Pruitt, W.O. (1977). *Guidelines for predicting crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 24. FAO, Roma, 144 pp.

Draper, N. R. y Smith, H. (1966). *Applied Regression analysis*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 407 pp.

Drury, C. F., Tan, C. S., Gynor, J. D., Oloya, T. O. y Welacky, T. W. (1996). Influence of controlled drainage-subirrigation on surface and tile drainage nitrate loss. *Journal of Environmental Quality*, 26: 317-324.

Dunn, G. y Everitt, B. S. (1982). *An introduction to mathematical taxonomy*. Cambridge University Press, Cambridge, 152 pp.

El-Ashry, M. T., Van Schilfgaarde, J. y Schiffman, S. (1985). Salinity pollution from irrigated agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*, 40: 48-52.

Elías, F. y Castellví, F. (1996). *Agrometerología*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 517 pp.

Elsenbeer, H., West, A. y Bonell, M. (1994). Hydrologic and stormflow hydrochemistry at South Creek, Northeast Queensland. *Journal of Hydrology*, 162: 1-21.

Esquisábel, C. (1987). *Estudio agroecológico del Polígono de La Violada (Huesca): heterogeneidad espacial y dinámica de nutrientes en suelos bajo cultivo de trigo y maíz*. Tesis de Master del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ). Zaragoza, 193 pp.

Faci, J., Aragüés, R., Alberto, F., Quílez, D., Machín, J. y Arrúe, J. L. (1985). Water and salt balance in an irrigated area of the Ebro River Basin (Spain). *Irrigation Science*, 6(1): 29-37.

FAO (1988). *World agriculture towards 2000: a FAO study*. Ed. N. Alexandratos, Bellhaven Press, London, 338 pp.

Fertiberia (1996). *Catálogo de productos*. Fertiberia, Madrid.

Flügel, W. A. (1989). Groundwater dynamics influenced by irrigation and associated problems of river salination; Breede River, Western Cape Province, R. S. A. *Grandwater Contamination*, Proceeding of the Symposium held during the 3rd IAHS Scentific Assembly, Baltimore, Maryland, May 1989. IAHS Publ. 185: 137-145.

Francis, D. D., Schepers, J. M. y Vigil, M. F. (1993). Post-anthesis nitrogen loss from corn. *Agronomy Journal*, 85(3): 659-663.

Giardini, L., Ceccon, P. y Giupponi, C. (1989). Rivelazioni sul contenuto di azoto nelle acque emunte da impianti di drenaggio e stima delle perdite per dilavamento. *Rivista di agronomia*, 23(1): 57-63.

Gilbert, R. G. (1987). *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. Van Nostrand Reinhold, New York, 320 pp.

Gobierno de Aragón (1994). *Respuesta del maíz al abonado*. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes. Informaciones técnicas 8/94, 16 pp.

Gómez-Ferrer, R., Hendricks, D. W. y Turner, C. D. (1983). Salt Transport by the South Platte River in Northeast Colorado. *Water Resources Bulletin*, 19(2): 183-190.

Guerrero, A. (1987). *Cultivos herbáceos extensivos*. Ediciones Mundi-prensa, Madrid, 751pp.

Gunnerson, C. G. (1967). Streamflow and quality in the Columbia River basin. *Journal of the Engineering Division, American Society Civil Eng*., 93(SA-6): 1-16.

Hall, F. R. (1970) Dissolved solids-discharge relationships. 1. Mixing models. *Water Resources Research*., 6(3): 845-850.

Hergert, G. W. (1986). Nitrate leaching through sandy soil as affected by sprinkler irrigation management. *Journal of Environmental Quality*, 15(3): 272-278.

Hernández, A. (1992). *Depuración de aguas residuales*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 927 pp.

Hook, J. E. y Gascho, G. J. (1988). Multiple cropping for efficient use of water and nitrogen. En: *Cropping strategies for efficient use of water and nitrogen*, ed. W. L. Hargrove, ASA Special Publication Number 51. Madison, Wisconsin: 7-20.

Ibáñez, M. J. (1975). El endorreismo en el sector central de la Depresión del Ebro. *Separata de cuadernos de investigación de Geografía e Historia*, Universidad de Zaragoza: 35-48.

Instituto de la Ingeniería de España (1991). *El agua en España*. Instituto tecnológico geominero de España, Madrid, 186 pp.

ITGE (1995). Mapa geológico de España escala 1:50000. Hoja nº285, Almudévar. Instituo tecnológico geominero de España. Madrid.

Isidoro, D., Trifol, F. y Quílez, D. (1997). Nitrógeno exportado por las aguas de drenaje de la Comunidad de Regantes de Almudévar (Monegros I, Huesca) durante el año hidrológico 1994-95. XV Congreso Nacional de Riegos, Lleida, 25-27 junio 1997. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca: 269-278.

Jacobsen, T. y Adams, R. M. (1958). Salt and silt in ancient Mesopotamian agriculture. *Science*, 128(3334): 1251-1258.

Jordan, T. E., Correll, D. L. y Weller, D. E. (1997). Relating nutrient discharges from watersheds to land use and streamflow variability. *Water Resources Research*, 33(11): 2579-2590.

Júdez, L. (1989). *Técnicas de análisis de datos multidimensionales. Bases teóricas y aplicaciones en agricultura*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid: 301 pp.

Kaddah, M. T. y Rhoades, J. D. (1976). Salt and water balance in Imperial Valley, California. *Soil Science Society of America Journal*, 40: 93-100.

Keeney, D. R. y De Luca, T. H. (1993). Des Moines River nitrate in relation to watershed agricultural practices: 1945 Versus 1980s. *Journal of Environmental Quality*, 22: 267-272.

Keeney, D. R. y R. F. Follet (1991). Managing nitrogen for groundwater quality and farm profitability: overview and introduction. En *Managing nitrogen for groundwater quality and farm profitability*, eds. R. F. Follet, D. R. Keeney y R. M. Cruse. Madison, Wisconsin, Soil Science Society of America Inc.: 1-7.

Kelner, D. J., Vessey, J. K. y Entz, M. H. (1997). The nitrogen dynamics of 1-, 2- and 3-year stands of alfalfa in a cropping system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 64(1): 1-10.

Liñán, C. (1998). *Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales. 1998*. Ediciones Agrotécnicas, Madrid, 628 pp.

Lowrance, R. (1992). Nitrogen Outputs from a field-size agricultural shed. *Journal of Environmental Quality*, 21: 602-607.

Lucey, K. J. y Goolsby, D. A. (1993). Effect of climatic variations over 11 years on nitrate-nitrogen concentrations in the Racoon River, Iowa. *Journal of Environmental Quality*, 22: 38-46.

Martínez-Cob, A., Faci, J. M. y Bercero, A. (1998). *Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón*. Institución Fernando el Católico (CSIC), Zaragoza, 223 pp.

Matsubayashi, V., Velasquez, G. T. y Takagi, F. (1993). Hydrograph separation and flow analysis by specific electrical conductivity. *Journal of Hydrology*, 152: 179-199.

McMahon, G. y Woodside, M. D. (1997). Nutrient mass balance for the Albemarle-Palmico drainage basin, North Carolina and Virginia, 1990. *Journal of the AWRA*, 33(3): 573-589.

Moolman, J. H., van Rooyen P. C. y Weber, H.W. (1983). The effect of irrigation practices in the Breë River Valley on the salt content of a small river. *Irrigation Science* 4: 103-116.

Navas, A. y Machín, J. (1995). Salinidad en las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro. En *La calidad de las aguas continentales españolas. Estado actual e investigación*. Eds. M. Álvarez Cobelas y F. Cabrera Capitán, Geoforma ediciones, Logroño: 223-231.

O'Connor, D. J. (1976). The concentration of dissolved solids and river flow. *Water Resources Research.*, 12(2): 279-294.

Oosterbaan, R. J. (1989). Effectivenes and environmental impacts of irrigation projects: a review. 3rd national irrigation and drainage symposium, 20-23 September 1988, Izmir, Turkey.

Owens, L. B., Edwards W. M. y van Keuren, R. W. (1994). Groundwater nitrate levels under fertilized grass and grass-legume pastures. *Journal of Environmental Quality*, 23(4): 752-758.

Papastilyanu, I (1988). The role of legumes in agricultural production in Cyprus. En *Nitrogen fixation by legumes in Mediterranean agriculture*, eds. D. P. Peck y L. A. Materon. Martinus Nijhoff Publishers. Proceedings of a workshop on biological nitrogen fixation on Mediterranean agriculture, ICARDA, Syria, 14-17 April 1986.

Pigram, J. J. (1986). Salinity and basin management in Southeastern Australia. *The Geographical Review*, 76(3): 249-264.

Pinder, G. F. y Jones, J. F. (1969). Determination of the ground-water component of the peak discharge from the chemistry of total runoff. *Water Resources Research* , 5(2): 438-445.

Pionke, H. B., Gburek, W. J., Sharpley, A. N. y Schnabel, R. R. (1996). Flow and nutrient export patterns for an agricultural hill-land watershed. *Water Resources Research*, 32(6): 1795-1804.

Power, J. F. y Doran, J. W. (1988). Role of crop residue management in nitrogen cycling and use. En *Cropping strategies for efficient use of water and nitrogen*, ed. W. L. Hargrove, ASA Special Publication Number 51. Madison, Wisconsin: 101-113.

Quílez, D. (1985). *Descripción, análisis y aplicación de un modelo hidrosalino del sistema "flujos de retorno de riego"*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Sección Físicas, Universidad de Zaragoza, 243 pp.

Quílez, D. (1988). *Stochastic modelling of flow and salinity in the Ebro river, Spain*. Master of Science. University of California. Davis, 124 pp.

Quílez, D. (1998). *La salinidad en las aguas superficiales de la Cuenca del Ebro: Análisis del impacto Potencial del Regadío de Monegros II*. Tesis doctoral. Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, Universitat de Lleida. Lleida, 352 pp.

Quirantes, J. (1978). *Estudio sedimentológico y estratigráfico del terciario continental de los Monegros*. Institución Fernando el Católico (CSIC), Zaragoza, 207 pp.

Rallison, R. E. (1982). Evaluation and assessment of agricultural impacts on hydrology. En *Applications of results from representative and experimental basins*. Working group on representative and experimental basins-Project 4.1. UNESCO: 345-362.

Ramos, C. (1996). El efecto de las prácticas agrarias en la contaminación de las aguas por nitrato. IV Congreso de la Sociedad Española de Ciencia del Suelo, "Información de suelos para el siglo XXI", Lleida, 16-19 septiembre 1996, ponencias, vol. 2: 39-60.

Real Decreto 261/1996 de 16 de Febrero sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los Nitratos procedentes de fuentes Agrarias. *BOE* nº61 de 11 de Marzo de 1996.

Reynolds, B. y Edwards, A. (1995). Factors influencing dissolved nitrogen concentrations and loadings in upland stream of the UK. *Agricultural Water Management*, 27(3-4): 181-202.

Rhoades, J. D. (1989). Intercepting, isolating and reusing drainage waters for irrigation to conserve water and protect water quality. *Agricultural Water Management*, 16: 37-52.

Rhoades, J. D. (1992). Reducing salinization of soil and water by improving irrigation and drainage management. *Expert consultation on prevention of water pollution by agriculture and related activities*, 20-23 octubre 1992, Santiago, Chile.

Rhoades, J. D., Kandiah, A. y Mashali, A. M. (1992). *The use of saline waters for crop production*. FAO Irrigation and Drainage Paper 48. FAO, Roma, 132 pp.

Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. United States salinity laboratory staff, Agriculture Handbook No. 60, USDA, 160 pp.

Sanders, T.G., R. C. Ward, J. C. Loftis, T. D. Steele, D. D. Adrian y V. Yevjevich (1983). *Design of networks for monitoring water quality*. Water Resources Publications, Littleton, Colorado, 328 pp.

Scheppers, J. S. y Moisier, A. R. (1991). Accounting for nitrogen in nonequilibrium soil-crop systems. En *Managing nitrogen for groundwater quality and farm profitability*, eds. R. F. Follet, D. R. Keeney y R. M. Cruise, Soil Science Society of America Inc. Madison, Wisconsin: 125-138.

Schofield, N. J. (1989). Stream salinisation and its amelioration in South-West Western Australia. *Regional characterization of water quality*. Proceedings of the Baltimore Symposium, May 1989. IAHS Publ. 182: 211-220.

Sharpe, R. R. y Harper, L. A. (1997). Apparent atmospheric nitrogen loss from hydroponically grown corn. *Agronomy Journal*, 89(4): 605-609.

Slatni, A. (1996) *Elaboration et evaluation des alternatives pour l'amelioration de l'utilisation de l'eau au sein de la communaute d'irrigants d'Almudévar*. Tesis de Master del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ). Zaragoza, 132 pp.

Soileau, J. M., Touchton, J. T., Hajek, B. F. y Yoo, K. H. (1994). Sediment, nitrogen and phosphorus runoff with conventional and conservation-tillage cotton in a small watershed. *Journal Soil and Water Conservation*, 49(1): 82-89.

Stepanov, J. N. y Chembarisov, E. I. (1978). Irrigation effect on the mineralization of river waters. *Water, Air and Soil Pollution*, 9: 397-401.

Strahler, A. N. (1989). ***Geografía Física***. Ed. Omega, Barcelona, 767 pp.

Tanji, K.K. (1977). A conceptual hydrosalinity model for predicting salt load in irrigation return flows. En *Managing saline water for irrigation*, ed. H. E. Dregne, Texas Tech. University, Lubbeck: 49-65.

Tate III, R. L. (1995). *Soil Microbiology*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 398 pp.

Thornthwaite, C.W. (1948). Towards a rational classification of climate. *The geographical review*, 37: 55-94.

Tindall, J. A., Petrusak, R. L. y McMahon, P. B. (1995). Nitrate transport and transformation processes in unsaturated porous media. *Journal of Hydrology*, 169(1-4): 51-94.

Torres, M. (1983). *Balance hidrosalino de un polígono de riego en los Llanos de La Violada (Huesca)*. Tesis de Master del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ). Zaragoza, 273pp.

Trébol, M. P. (1988). *Estudio agroecológico del polígono de riego de La Violada (Huesca): producción, composición mineral y análisis energético de alfalfa en distintos tipos de suelo*. Tesis de Master del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ). Zaragoza, 216 pp.

Umali Dina, L. 1993. *Irrigation-Induced Salinity*. World Bank Technical Paper Number 215. The World Bank. Washington, D.C., 78 pp.

U.S. Environmental Protection Agency (1989). Fedral Register. 54 FR 22062, 22 May. USEPA, Washington, DC.

USU Foundation (1994). *REF-ET. Reference evapotranspiration calculation software*. Utah State University, Logan, Utah, 40 pp.

Verdugo, M. (1995). Fósforo. En *La calidad de las aguas continentales españolas. Estado actual e investigación*. Eds. M. Álvarez Cobelas y F. Cabrera Capitán, Geoforma ediciones, Logroño: 171-182

Wagger, M. G. y Mengel, D. B. (1988). The role of nonleguminous cover crops in the efficient use of water and nitrogen. En *Cropping strategies for efficient use of water and nitrogen*, ed. W. L. Hargrove, ASA Special Publication Number 51. Madison, Wisconsin: 115-127.

Walling, D. E. y Webb, B. W. (1983). The dissolved loads of rivers: A global review *IAHS Publ*, 141: 3-20

Williams, J. R. y Kissel, D. E. (1991). Water percolation: an indicator of nitrogen-leaching potential. En *Managing nitrogen for groundwater quality and farm profitability*, eds. R. F. Follet, D. R. Keeney y R. M. Cruise, Soil Science Society of America Inc. Madison, Wisconsin: 59-83.

ANEJOS

ANEJO 1

Caudales instantáneos y resultados analíticos de las muestras tomadas en el punto D-14 durante los años hidrológicos 1995 y 1996.

Muestreos anteriores a la instalación del tomamuestras

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$
22/12/94	-		-	2,10	20,65	1,23	11,50
18/1/95	-		-	1,03	10,76	0,64	6,41
24/1/95	-		-	0,62	2,80	0,70	5,79
7/2/95	-		-	1,56	14,65	1,05	23,28
27/2/95	-		-	1,82	18,70	1,28	29,30
8/3/95	-		-	1,58	17,04	0,99	14,75
21/3/95	-		-	0,90	5,57	0,51	7,87
4/4/95	-		-	1,55	16,24	0,86	19,43

Servicio de Investigación D.G.A. Estación Agrometeorológica

Abril 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$
12/4/95	12	X	1,41	1,88	31,63	1,63	17,84
13/4/95	0	J	1,30	1,74	29,01	1,88	15,85
13/4/95	12	J	1,41	1,61	25,95	2,00	13,54
14/4/95	0	V	1,41	1,55	25,62	2,02	12,48
14/4/95	12	V	1,42	1,96	37,58	1,25	21,61
15/4/95	0	S	1,46	2,08	40,96	1,29	23,54
15/4/95	12	S	1,51	1,90	30,85	1,11	19,39
16/4/95	0	D	1,36	2,04	34,32	1,14	21,22
16/4/95	12	D	1,46	1,91	31,98	1,06	19,48

Abril 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$
17/4/95	0	L	1,41	1,95	32,05	1,09	19,67
17/4/95	12	L	1,48	1,86	29,26	1,00	17,92
18/4/95	0	M	1,35	1,95	33,29	1,10	20,60
18/4/95	12	M	1,54	1,73	27,44	0,99	16,45
19/4/95	0	X	1,39	1,91	29,46	1,04	18,49
19/4/95	12	X	1,41	1,92	30,25	1,06	19,16
20/4/95	0	J	1,36	1,87	38,44	1,14	17,91
20/4/95	12	J	1,31	1,88	35,79	1,08	17,33
21/4/95	0	V	1,23	1,94	37,98	1,31	19,12
21/4/95	12	V	1,37	1,72	33,23	1,03	15,11
22/4/95	0	S	1,45	1,75	35,35	1,11	16,42
22/4/95	12	S	1,32	1,73	34,75	1,07	16,08
23/4/95	0	D	1,34	1,67	33,01	1,02	14,36
23/4/95	12	D	1,29	1,60	29,47	0,98	13,21
24/4/95	0	L	1,15	1,95	37,18	1,22	18,00
24/4/95	12	L	1,43	1,92	35,41	1,20	17,36
25/4/95	0	M	1,43	1,93	36,89	1,30	17,80
25/4/95	12	M	1,29	1,98	36,68	1,32	18,46
26/4/95	0	X	1,18	2,18	41,97	1,47	21,65
26/4/95	12	X	1,12	2,21	36,96	1,50	22,22
27/4/95	0	J	1,10	2,16	43,49	1,42	21,77
27/4/95	12	J	1,07	2,23	63,83	1,32	26,68
28/4/95	0	V	1,07	2,18	55,97	0,78	20,56
28/4/95	12	V	1,07	2,20	68,03	1,19	18,87
29/4/95	0	S	1,07	2,19	53,13	1,33	25,61
29/4/95	12	S	1,04	2,21	56,41	1,30	24,36
30/4/95	0	D	1,04	2,21	57,99	1,30	25,24
30/4/95	12	D	1,04	2,14	60,03	1,30	25,26

Junio 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$
1/6/95	0	J	1,43	2,10	24,18	1,00	
1/6/95	12	J	1,45	i,96	21,77	0,93	
2/6/95	0	V	i,56	1,95	20,31	1,40	
2/6/95	12	V	1,79	1,75	18,69	0,80	
3/6/95	0	S	i,59	1,91	20,10	0,82	
3/6/95	12	S	i,79	1,85	18,04	0,79	
4/6/95	0	D	1,59	1,99	19,78	0,85	
4/6/95	12	D	1,59	i,88	20,85	0,81	
5/6/95	0	L	i,37	2,07	22,42	0,84	
5/6/95	12	L	i,32	2,15	24,01	0,89	
6/6/95	0	M	1,45	2,04	22,09	0,83	
6/6/95	12	M	1,82	1,88	22,51	0,74	
7/6/95	0	X	i,59	1,99	22,32	0,77	
7/6/95	12	X	1,76	2,02	28,38	0,77	
8/6/95	0	J	1,68	2,03	23,87	0,73	
8/6/95	12	J	1,68	2,05	23,79	0,70	
9/6/95	0	V	1,62	2,13	24,28	0,77	
9/6/95	12	V	1,90	2,02	25,25	0,76	
10/6/95	0	S	1,84	2,08	25,24	0,73	
10/6/95	12	S	2,01	2,01	25,17	0,77	
11/6/95	0	D	2,04	2,09	28,04	0,77	
11/6/95	12	D	2,07	1,87	23,63	0,68	
12/6/95	0	L	1,93	2,08	28,01	0,74	
12/6/95	12	L	2,13	2,00	25,36	0,72	
13/6/95	0	M	2,07	2,04	27,50	0,75	
13/6/95	12	M					
14/6/95	0	X					
14/6/95	12	X	2,30	1,88	23,82	0,66	
15/6/95	0	J	2,21	2,08	28,20	0,72	
15/6/95	12	J	2,33	i,84	24,44	0,65	
16/6/95	0	V	2,18	2,03	27,34	0,71	
16/6/95	12	V	2,33	1,62	39,28	0,83	

Junio 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$
17/6/95	0	S	2,15	i,85	41,30	0,87	
17/6/95	12	S	2,30	1,84	39,66	0,84	
18/6/95	0	D	2,30	i,98	43,75	0,94	
18/6/95	12	D	2,30	1,89	38,70	0,89	
19/6/95	0	L	2,27	1,98	40,22	0,90	
19/6/95	12	L	2,33	1,91	40,33	0,87	
20/6/95	0	M	2,18	1,90	39,08	0,88	
20/6/95	12	M					
21/6/95	0	X					
21/6/95	12	X					
22/6/95	0	J					
22/6/95	12	J					
23/6/95	0	V					
23/6/95	12	V					
24/6/95	0	S					
24/6/95	12	S					
25/6/95	0	D					
25/6/95	12	D					
26/6/95	0	L					
26/6/95	12	L					
27/6/95	0	M					
27/6/95	12	M	2,50	1,96	34,75	1,04	19,66
28/6/95	0	X	2,33	2,11	39,27	0,86	20,63
28/6/95	12	X	2,53	2,01	36,78	0,83	19,56
29/6/95	0	J	2,58	2,05	38,17	1,06	19,28
29/6/95	12	J	2,50	1,90	34,21	1,04	20,77
30/6/95	0	V	2,41	1,91	35,60	i,01	21,93
30/6/95	12	V	2,41	i,97	37,39	i,04	21,72

Mayo 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- mmol/L	SO_4^{2-} mmol/L
1/5/95	0	L	0,96	2,26	59,94	1,41	26,85
1/5/95	12	L					
2/5/95	0	M					
2/5/95	12	M					
3/5/95	0	X					
3/5/95	12	X	i,12	1,90	57,11	0,94	23,58
4/5/95	0	J	1,02	1,99	55,60	0,93	23,00
4/5/95	12	J	0,96	2,08	58,10	0,97	23,21
5/5/95	0	V	0,96	2,05	55,88	0,85	23,10
5/5/95	12	V	1,02	1,97	39,60	0,93	22,68
6/5/95	0	S	0,96	1,96	52,63	0,91	22,69
6/5/95	12	S	0,96	1,96	53,33	0,94	22,30
7/5/95	0	D	1,18	i,88	52,71	0,91	22,07
7/5/95	12	D	1,04	1,64	51,08	0,79	18,67
8/5/95	0	L	0,99	1,91	57,52	0,89	23,70
8/5/95	12	L	1,02	1,91	55,00	0,90	22,04
9/5/95	0	M	1,02	1,92	57,26	0,91	23,42
9/5/95	12	M	1,23	i,77	53,30	0,85	18,75
10/5/95	0	X	1,07	1,74	52,46	0,82	18,69
10/5/95	12	X	i,34	1,63	24,48	0,95	15,69
11/5/95	0	J	1,15	1,89	30,03	1,09	22,28
11/5/95	12	J	1,37	1,80	27,31	i,05	19,63
12/5/95	0	V	1,29	1,92	29,13	1,08	21,34
12/5/95	12	V	1,56	1,66	24,44	0,97	17,65
13/5/95	0	S	1,32	1,96	31,87	i,16	22,83
13/5/95	12	S	1,65	1,76	25,10	1,07	18,46
14/5/95	0	D	1,51	1,89	25,41	i,01	14,60
14/5/95	12	D	1,65	i,69	23,91	0,95	
15/5/95	0	L	i,43	2,00	28,88	i,08	21,17
15/5/95	12	L					
16/5/95	0	M					
16/5/95	12	M	1,56	i,99	27,54	1,10	22,08

Mayo 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- mmol/L	SO_4^{2-} mmol/L
17/5/95	0	X	1,56	2,00	29,08	1,07	14,97
17/5/95	12	X	1,79	1,68	21,77	0,94	16,72
18/5/95	0	J	1,59	2,00	26,42	0,75	23,20
18/5/95	12	J	1,65	1,91	25,94	0,99	21,44
19/5/95	0	V	1,45	2,09	26,57	1,02	25,42
19/5/95	12	V	1,43	2,06	26,92	0,97	24,81
20/5/95	0	S	1,40	2,08	27,60	1,00	24,32
20/5/95	12	S	1,34	i,94	25,37	0,96	22,23
21/5/95	0	D	1,37	2,03	27,26	0,95	23,41
21/5/95	12	D	1,40	1,86	25,30	0,91	20,54
22/5/95	0	L					
22/5/95	12	L					
23/5/95	0	M					
23/5/95	12	M	1,12	2,14	27,55	1,06	20,83
24/5/95	0	X	1,18	1,95	25,13	0,98	19,99
24/5/95	12	X	1,21	2,05	26,07	1,04	20,98
25/5/95	0	J	1,15	2,14	25,99	1,06	21,59
25/5/95	12	J	1,29	2,17	26,37	i,04	22,18
26/5/95	0	V	1,37	2,12	23,98	0,97	21,00
26/5/95	12	V	i,76	i,87	20,75	0,88	18,15
27/5/95	0	S	1,56	1,94	21,31	0,93	19,83
27/5/95	12	S	1,73	1,90	20,14	0,87	18,57
28/5/95	0	D	1,59	1,96	20,82	0,93	19,79
28/5/95	12	D	1,73	1,89	20,13	0,87	18,50
29/5/95	0	L	1,45	2,13	24,15	0,97	21,42
29/5/95	12	L	1,54	2,05	21,14	0,87	18,54
30/5/95	0	M	1,37	2,11	24,41	0,96	20,80
30/5/95	12	M	1,79	1,83	19,10	0,83	
31/5/95	0	X					
31/5/95	12	X	1,62	1,86	21,40	0,84	

Agosto 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$
1/8/95	0	M	1,93	2,05	46,07	0,92	
1/8/95	12	M	2,27	1,85	39,68	0,84	
2/8/95	0	X	2,10	1,99	37,64	0,82	
2/8/95	12	X					
3/8/95	0	J					
3/8/95	12	J					
4/8/95	0	V					
4/8/95	12	V					
5/8/95	0	S					
5/8/95	12	S					
6/8/95	0	D					
6/8/95	12	D					
7/8/95	0	L					
7/8/95	12	L					
8/8/95	0	M					
8/8/95	12	M	2,07	2,08	40,46	0,84	
9/8/95	0	X	1,87	2,05	38,74	0,83	
9/8/95	12	X	2,07	2,03	39,80	0,87	
10/8/95	0	J	1,99	2,09	42,54	0,88	
10/8/95	12	J	2,53	1,86	25,65	1,00	11,70
11/8/95	0	V	2,47	1,84	27,76	0,93	11,99
11/8/95	12	V	2,58	1,77	26,29	0,93	12,10
12/8/95	0	S	2,47	1,85	28,42	0,96	12,55
12/8/95	12	S	2,53	1,80	39,04	0,90	19,31
13/8/95	0	D	2,50	1,77	15,47	0,91	12,12
13/8/95	12	D	2,53	1,68	25,10	0,88	10,58
14/8/95	0	L	2,13	1,79	25,20	0,94	11,23
14/8/95	12	L	2,30	1,82	31,17	0,91	12,57
15/8/95	0	M	2,18	1,91	33,67	0,94	12,50
15/8/95	12	M	2,27	1,82	29,84	0,87	12,37
16/8/95	0	X	2,01	1,98	30,85	0,94	13,46
16/8/95	12	X	2,21	1,87	26,36	0,90	12,50

Agosto 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$
17/8/95	0	J	2,04	1,92	31,07	0,90	13,38
17/8/95	12	J	2,21	1,93	31,49	0,90	13,85
18/8/95	0	V	2,01	2,02	32,45	0,95	14,30
18/8/95	12	V	2,10	1,96	32,25	0,94	13,65
19/8/95	0	S					
19/8/95	12	S					
20/8/95	0	D					
20/8/95	12	D					
21/8/95	0	L					
21/8/95	12	L					
22/8/95	0	M					
22/8/95	12	M	2,21	2,18	39,31	0,79	21,35
23/8/95	0	X					
23/8/95	12	X	2,27	1,96	39,44	0,92	20,01
24/8/95	0	J					
24/8/95	12	J	2,30	1,87	35,60	0,70	
25/8/95	0	V	2,14	1,85	35,62	0,75	
25/8/95	12	V					
26/8/95	0	S					
26/8/95	12	S					
27/8/95	0	D					
27/8/95	12	D					
28/8/95	0	L					
28/8/95	12	L					
29/8/95	0	M					
29/8/95	12	M					
30/8/95	0	X					
30/8/95	12	X					
31/8/95	0	J					
31/8/95	12	J					

Julio 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$
1/7/95	0	S	2,35	1,98	35,95	1,03	21,47
1/7/95	12	S	2,64	1,80	32,04	0,96	19,02
2/7/95	0	D	2,50	1,94	38,61	1,02	21,49
2/7/95	12	D	2,53	1,78	33,72	0,93	19,07
3/7/95	0	L	2,47	1,98	34,79	1,01	22,23
3/7/95	12	L	2,41	2,04	35,64	1,06	22,00
4/7/95	0	M	2,38	2,13	37,98	1,11	23,92
4/7/95	12	M	2,50	1,98	29,18	1,02	21,22
5/7/95	0	X	2,47	1,98	30,74	0,99	22,46
5/7/95	12	X	2,47	1,86	28,93	0,96	20,21
6/7/95	0	J	2,30	2,03	31,38	1,07	22,84
6/7/95	12	J	2,24	2,00	31,53	1,05	22,59
7/7/95	0	V	2,15	1,96	31,98	1,06	20,66
7/7/95	12	V	2,18	1,92	31,16	1,01	20,46
8/7/95	0	S	2,07	2,01	30,24	1,05	21,44
8/7/95	12	S	2,32	1,91	28,56	0,98	19,24
9/7/95	0	D	2,24	2,02	44,85	1,01	20,72
9/7/95	12	D	2,47	1,99	44,14	1,00	20,88
10/7/95	0	L	2,38	2,08	51,84	1,05	23,08
10/7/95	12	L	2,44	2,05	51,49	1,02	20,93
11/7/95	0	M	2,21	2,12	47,50	1,02	21,63
11/7/95	12	M	2,35	2,00	48,27	0,98	21,29
12/7/95	0	X	2,27	2,16	51,06	1,06	24,39
12/7/95	12	X	2,47	2,01	48,34	0,96	21,02
13/7/95	0	J	2,30	2,18	60,83	1,17	
13/7/95	12	J	2,41	1,84	47,78	1,16	
14/7/95	0	V	2,18	1,96	47,40	1,12	
14/7/95	12	V	2,35	1,90	43,30	1,16	
15/7/95	0	S	2,24	1,97	45,42	1,12	
15/7/95	12	S	2,41	1,93	44,14	1,20	
16/7/95	0	D	2,30	1,97	51,48	1,30	
16/7/95	12	D	2,47	1,91	42,20	1,14	

Julio 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$
17/7/95	0	L	2,30	1,99	50,42		1,22
17/7/95	12	L	2,58	1,89	43,16		1,18
18/7/95	0	M	2,24	1,97	44,22		1,16
18/7/95	12	M	2,33	2,02	47,84		1,22
19/7/95	0	X	2,01	2,04	49,64		1,18
19/7/95	12	X	2,50	1,76	40,42		1,06
20/7/95	0	J	1,96	2,05	50,80		1,18
20/7/95	12	J	2,10	2,00	51,70		1,20
21/7/95	0	V	2,04	1,99	50,04		1,16
21/7/95	12	V	2,13	2,01	53,20		1,22
22/7/95	0	S	2,21	2,04	50,34		1,14
22/7/95	12	S	2,53	1,90	47,20		1,14
23/7/95	0	D	2,24	2,01	50,06		1,16
23/7/95	12	D	2,27	2,15	52,86		1,18
24/7/95	0	L	2,18	2,07	49,04		1,14
24/7/95	12	L	2,35	2,02	48,94		1,12
25/7/95	0	M	2,15	2,10	56,74		1,18
25/7/95	12	M					
26/7/95	0	X					
26/7/95	12	X	2,24	1,95	44,64		0,77
27/7/95	0	J	2,04	2,14	56,22		0,85
27/7/95	12	J	2,27	2,02	42,44		0,78
28/7/95	0	V	2,07	2,15	41,64		0,75
28/7/95	12	V	2,13	2,09	38,92		0,78
29/7/95	0	S	2,04	2,06	42,86		0,95
29/7/95	12	S	2,24	1,95	41,26		0,87
30/7/95	0	D	2,15	2,02	47,31		0,93
30/7/95	12	D	2,41	1,94	44,83		0,90
31/7/95	0	L	2,13	1,69	45,31		0,94
31/7/95	12	L	2,18	1,97	45,52		0,87

Octubre 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m³/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L
1/10/95	0	D					
1/10/95	12	D					
2/10/95	0	L					
2/10/95	12	L					
3/10/95	0	M					
3/10/95	12	M	0,85	2,25	20,61	0,86	
4/10/95	0	X	0,80	2,17	22,75	0,95	
4/10/95	12	X	0,80	2,23	22,13	0,87	
5/10/95	0	J					
5/10/95	12	J	0,75	2,22	22,12	0,88	
6/10/95	0	V					
6/10/95	12	V					
7/10/95	0	S	0,69	2,20	22,40	0,88	
7/10/95	12	S	0,67	2,19	22,40	0,88	
8/10/95	0	D	0,77	2,14	20,98	0,83	
8/10/95	12	D	1,10	1,79	16,56	0,75	
9/10/95	0	L	1,02	1,99	18,85	0,78	
9/10/95	12	L	1,18	1,68	14,52	0,64	
10/10/95	0	M	2,18	1,06	7,89	0,55	
10/10/95	12	M	1,90	0,97	7,28	0,49	
11/10/95	0	X	1,73	0,94	6,58	0,48	
11/10/95	12	X	0,96	1,26	10,46	0,58	
12/10/95	0	J	0,64	1,62	14,20	0,66	
12/10/95	12	J	0,62	2,25	22,97	0,91	
13/10/95	0	V	0,59	2,34	23,71	0,94	
13/10/95	12	V	0,59	2,37	24,05	0,96	
14/10/95	0	S	0,59	2,39	24,26	0,97	
14/10/95	12	S	0,59	2,38	23,96	0,99	
15/10/95	0	D	0,56				
15/10/95	12	D					
16/10/95	0	L					
16/10/95	12	L					

Octubre 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m³/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L
17/10/95	0	M	0,69	1,73	15,84	0,68	
17/10/95	12	M	0,59	2,01	19,44	0,77	
18/10/95	0	X					
18/10/95	12	X	0,54	2,21	38,94	1,30	
19/10/95	0	J	0,54	2,32	44,72	1,46	
19/10/95	12	J					
20/10/95	0	V					
20/10/95	12	V	0,51	2,42	37,04	1,21	
21/10/95	0	S	0,51	2,44	28,94	0,91	
21/10/95	12	S	0,51	2,43	39,09	1,29	
22/10/95	0	D					
22/10/95	12	D	0,69	1,66	20,49	0,87	
23/10/95	0	L	0,89	2,03	28,96	1,08	
23/10/95	12	L	1,23	1,34	15,55	0,70	
24/10/95	0	M	1,73	0,86	7,54	0,56	
24/10/95	12	M	1,45	0,82	7,50	0,51	
25/10/95	0	X	1,04	0,85	7,52	0,48	
25/10/95	12	X	0,69	1,41	15,68	0,68	
26/10/95	0	J	0,62	1,79	21,05	0,81	
26/10/95	12	J	0,54	2,12	20,41	1,02	
27/10/95	0	V	0,54	2,19	23,14	0,91	
27/10/95	12	V	0,49	2,24	23,48	0,93	
28/10/95	0	S	0,49	2,30	24,14	0,97	
28/10/95	12	S					
29/10/95	0	D	0,49	2,38	25,94	1,04	
29/10/95	12	D	0,49	2,34	25,40	1,02	
30/10/95	0	L					
30/10/95	12	L	0,49	2,45	27,51	1,04	
31/10/95	0	M	0,49	2,44	26,64	1,07	
31/10/95	12	M	0,49	2,44	26,93	1,04	

Septiembre 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m³/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L
1/9/95	0	V					
1/9/95	12	V					
2/9/95	0	S					
2/9/95	12	S					
3/9/95	0	D					
3/9/95	12	D					
4/9/95	0	L					
4/9/95	12	L					
5/9/95	0	M					
5/9/95	12	M	2,04	2,08	27,92	0,75	
6/9/95	0	X	1,90	2,16	30,85	0,75	
6/9/95	12	X	2,04	2,11	32,02	0,74	
7/9/95	0	J	1,93	2,16	31,43	0,76	
7/9/95	12	J	2,01	1,89	18,03	0,68	
8/9/95	0	V	2,38	1,73	15,56	0,62	
8/9/95	12	V	2,13	1,51	12,64	0,58	
9/9/95	0	S	1,82	1,86	18,78	0,62	
9/9/95	12	S	1,79	1,88	18,55	0,65	
10/9/95	0	D	1,68	2,05	21,08	0,73	
10/9/95	12	D	1,70	2,01	19,55	0,73	
11/9/95	0	L	1,54	2,06	19,07	0,69	
11/9/95	12	L	1,51	2,01	16,89	0,71	
12/9/95	0	M	1,51	2,11	17,49	0,73	
12/9/95	12	M	1,56	2,10	19,59	0,74	
13/9/95	0	X	1,34	2,15	17,19	0,72	
13/9/95	12	X	1,32	2,06	15,76	0,75	
14/9/95	0	J	1,34	2,00	17,35	1,25	
14/9/95	12	J	1,40	2,00	14,58	0,77	
15/9/95	0	V	1,45	2,06	18,24	0,75	
15/9/95	12	V	1,48	2,04	13,85	0,72	
16/9/95	0	S	1,45	2,07	13,87	0,68	
16/9/95	12	S	1,51	1,95	10,68	0,65	

Septiembre 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m³/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L
17/9/95	0	D	1,56	1,99	12,65	0,69	
17/9/95	12	D	1,73	1,89	16,59	0,62	
18/9/95	0	L	1,82	1,84	16,16	0,65	
18/9/95	12	L	1,84	1,81	16,27	0,63	
19/9/95	0	M	1,68	1,88	17,12	0,67	
19/9/95	12	M	1,65	1,98	18,41	0,69	
20/9/95	0	X	1,51	2,12	20,28	0,74	
20/9/95	12	X	1,51	2,09	19,47	0,70	
21/9/95	0	J	1,62	2,01	18,02	0,66	
21/9/95	12	J	1,62	1,89	17,92	0,69	
22/9/95	0	V	1,34	1,98	18,82	0,74	
22/9/95	12	V	1,43	1,95	20,36	0,77	
23/9/95	0	S	1,23	1,97	20,54	0,77	
23/9/95	12	S	1,26	1,98	20,70	0,78	
24/9/95	0	D	1,40	1,89	18,45	1,00	
24/9/95	12	D	1,37	1,82	17,66	0,71	
25/9/95	0	L	1,12	2,02	20,38	0,79	
25/9/95	12	L	1,10	2,07	21,27	0,81	
26/9/95	0	M	1,07	1,98	19,79	0,76	
26/9/95	12	M	1,34	1,80	17,74	0,72	
27/9/95	0	X	1,12	1,91	18,65	0,74	
27/9/95	12	X					
28/9/95	0	J					
28/9/95	12	J					
29/9/95	0	V					
29/9/95	12	V					
30/9/95	0	S					
30/9/95	12	S					

Noviembre 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L
1/11/95	0	X	0,49	2,40	26,46	1,06	
1/11/95	12	X	0,49	2,43	27,54	1,04	
2/11/95	12	J	0,49	2,26	30,12	0,96	
3/11/95	12	V	0,45	2,31	28,44	0,89	
4/11/95	12	S					
5/11/95	12	D					
6/11/95	12	L					
7/11/95	12	M					
8/11/95	12	X	0,43	2,17	30,71	0,99	22,50
9/11/95	12	J					
10/11/95	12	V					
11/11/95	12	S	0,69	1,72	18,85	0,86	
12/11/95	12	D					
13/11/95	12	L					
14/11/95	12	M					
15/11/95	12	X					
16/11/95	12	J					
17/11/95	12	V					
18/11/95	12	S					
19/11/95	12	D					
20/11/95	12	L					
21/11/95	12	M	1,10	0,72	6,19	0,33	
22/11/95	12	X	0,54	2,05	19,98	0,75	
23/11/95	12	J	0,54	2,18	22,94	1,08	18,38
24/11/95	12	V	0,54	2,22	26,67	1,02	19,50
25/11/95	12	S	0,54	2,07	29,14	1,15	20,18
26/11/95	12	D	0,54	2,22	27,46	1,11	18,01
27/11/95	12	L	0,54	2,12	24,24	0,99	
28/11/95	12	M	0,54	2,00	16,43	1,05	
29/11/95	12	X	0,54	1,91	21,61	0,93	
30/11/95	12	J					

Diciembre 1995

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L
1/12/95	12	V					
2/12/95	12	S	0,56	1,84	19,22	0,88	
3/12/95	12	D	0,59	1,77	19,14	0,93	
4/12/95	12	L	0,56	1,80	18,50	0,94	
5/12/95	12	M	0,56	1,91	18,79	1,03	
6/12/95	12	X	0,54	1,98	22,02	1,29	
7/12/95	12	J	0,54	2,04	28,45	1,74	
8/12/95	12	V					
9/12/95	12	S	0,54	1,95	25,22	1,69	
10/12/95	12	D					
11/12/95	12	L	0,54	1,61	15,86	0,99	
12/12/95	12	M	0,51	1,82	19,29	1,11	
13/12/95	12	X					
14/12/95	12	J					
15/12/95	12	V					
16/12/95	12	S					
17/12/95	12	D					
18/12/95	12	L	0,54	2,02	20,67	0,94	
19/12/95	12	M	0,51	2,08	23,49	1,12	
20/12/95	12	X	0,51	2,08	23,59	1,13	
21/12/95	12	J					
22/12/95	12	V					
23/12/95	12	S					
24/12/95	12	D					
25/12/95	12	L					
26/12/95	12	M					
27/12/95	12	X					
28/12/95	12	J					
29/12/95	12	V	0,64	2,10	23,05	1,24	
30/12/95	12	S	0,64	2,20	24,26	1,28	
31/12/95	12	D	0,85	2,27	29,11	1,45	21,55

Mayo 1996

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$
1/5/96	12	X					
2/5/96	12	J					
3/5/96	12	V					
4/5/96	12	S					
5/5/96	12	D					
6/5/96	12	L					
7/5/96	12	M					
8/5/96	12	X					
9/5/96	12	J					
10/5/96	12	V					
11/5/96	12	S					
12/5/96	12	D					
13/5/96	12	L					
14/5/96	12	M					
15/5/96	12	X					
16/5/96	12	J					
17/5/96	12	V	0,99	2,02	28,47	1,37	18,67
18/5/96	12	S					
19/5/96	12	D	i,04	i,82	22,70	1,19	16,22
20/5/96	12	L	i,00	i,80	24,33	i,22	16,11
21/5/96	12	M	i,06	i,79	19,40	i,11	16,52
22/5/96	12	X	1,12	i,58	16,88	0,99	13,49
23/5/96	12	J					
24/5/96	12	V	0,97	2,00	26,40	1,28	14,37
25/5/96	12	S	0,99	2,17	19,99	1,14	16,78
26/5/96	12	D	0,99	2,03	21,72	1,07	15,60
27/5/96	12	L					
28/5/96	12	M					
29/5/96	12	X					
30/5/96	12	J					
31/5/96	12	V					

Junio 1996

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$
1/6/96	12	S					
2/6/96	12	D					
3/6/96	12	L	1,25	i,86	20,71	i,29	22,30
4/6/96	12	M					
5/6/96	12	X					
6/6/96	12	J					
7/6/96	12	V					
8/6/96	12	S					
9/6/96	12	D					
10/6/96	12	L					
11/6/96	12	M					
12/6/96	12	X	i,40	1,83	38,48	1,03	15,54
13/6/96	12	J	i,34	2,04	35,93	1,03	14,20
14/6/96	12	V					
15/6/96	12	S					
16/6/96	12	D					
17/6/96	12	L					
18/6/96	12	M					
19/6/96	9	X	i,56	i,95	75,82	1,56	22,42
20/6/96	9	J	i,56	i,90	73,02	i,67	23,80
21/6/96	9	V	i,63	1,90	76,20	i,68	24,64
22/6/96	9	S	i,56	1,88	67,20	1,53	22,01
23/6/96	9	D	i,58	i,91	70,17	1,50	23,88
24/6/96	9	L	1,60	1,87	70,79	1,51	22,99
25/6/96	9	M	1,43	2,00	76,58	1,52	24,36
26/6/96	9	X					
27/6/96	9	J	i,48	i,99	46,51	i,15	23,43
28/6/96	9	V	i,51	i,97	46,90	i,24	23,84
29/6/96	9	S	i,51	i,93	30,68	0,88	17,98
30/6/96	9	D	1,46	2,00	32,17	0,88	17,98

Septiembre 1996

Fecha	Hora	D. semana	Qi m^3/s	CE dS/m	NO_3^- mg/L	Cl- mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L
1/9/96	9	D	1,50	1,90	37,29	1,03	
2/9/96	9	L	1,47	2,01	39,98	1,14	17,33
3/9/96	9	M	1,54	1,94	40,25	1,13	14,59
4/9/96	9	X	1,40	1,86	21,07	0,79	17,60
5/9/96	9	J	1,41	1,78	21,45	0,81	17,36
6/9/96	9	V	1,51	1,73	19,43	0,79	16,73
7/9/96	9	S	1,62	1,66	17,29	0,75	15,78
8/9/96	9	D	1,56	1,55	15,68	0,70	14,46
9/9/96	9	L	1,06	2,06	24,46	0,88	19,58
10/9/96	9	M	1,03	1,96	21,03	0,88	19,02
11/9/96	9	X	0,99	1,97	19,09	0,90	18,95
12/9/96	9	J	0,93	2,01	22,21	0,96	20,23
13/9/96	9	V	0,88	2,08	22,80	1,00	20,45
14/9/96	9	S	1,07	1,73	17,55	0,83	17,02
15/9/96	9	D	1,19	1,77	17,43	0,78	16,50
16/9/96	9	L	1,40	1,67	17,43	0,75	16,03
17/9/96	9	M	1,27	1,75	17,43	0,77	16,31
18/9/96	9	X	1,40	1,74	15,19	0,78	16,76
19/9/96	9	J	1,19	1,90	19,84	0,89	19,05
20/9/96	9	V	1,29	2,07	16,25	0,75	16,26
21/9/96	9	S	1,23	1,77	15,52	0,86	16,48
22/9/96	9	D	1,23	1,81	15,03	0,88	16,81
23/9/96	9	L	1,00	1,75	18,02	0,93	19,25
24/9/96	9	M	0,92	2,06	17,87	0,95	19,71
25/9/96	9	X	0,95	2,12	18,14	0,95	20,34
26/9/96	9	J	0,89	2,32	19,17	0,93	20,75
27/9/96	9	V	0,81	2,19	39,44	1,21	25,47
28/9/96	9	S	0,77	2,04	34,03	1,06	10,78
29/9/96	9	D	0,95	1,77	29,61	0,98	20,14
30/9/96	9	L	0,77	2,08	32,68	1,14	12,38

ANEJO 2

Conductividad eléctrica, concentración de nitrato y caudal instantáneo de las muestras tomadas cada dos horas en D-14 durante el año hidrológico 1995.

Los valores en cursiva se han obtenido por interpolación entre los valores contiguos o mediante el ajuste armónico si se trata del primer o el último valor de cada serie

Serie 1: del 16-5 al 18-5				
Fecha	**Hora**	**CE (dS/m)**	**NO_3^- (mg/L)**	**Qi (m^3/s)**
16/5/95	12:00	1,99	27,54	1,51
	14:00	1,96	28,63	1,65
	16:00	1,80	25,10	1,68
	18:00	1,82	26,25	1,57
	20:00	1,85	30,49	1,54
	22:00	1,92	29,18	1,54
17/5/95	0:00	2,00	29,08	1,55
	2:00	2,01	28,88	1,59
	4:00	*1,985*	*28,64*	1,63
	6:00	1,96	28,40	1,83
	8:00	1,85	26,97	1,89
	10:00	*1,793*	*25,237*	1,88
17/5/95	12:00	*1,737*	*23,503*	1,79
	14:00	1,68	21,77	1,73
	16:00	1,78	23,16	1,65
	18:00	1,80	23,49	1,60
	20:00	1,88	24,78	1,58
	22:00	1,94	33,29	1,57
18/5/95	0:00	2,00	26,42	1,57
	2:00	2,05	26,62	1,60
	4:00	1,99	27,48	1,60
	6:00	1,99	26,29	1,63
	8:00	1,98	29,46	1,67
	10:00	*1,873*	*26,5*	1,72

Serie 2: del 30-5 al 1-6				
Fecha	**Hora**	**CE (dS/m)**	**NO_3^- (mg/L)**	**Qi (m^3/s)**
30/05/95	12:00	1,83	25	1,77
	14:00	1,72	21	1,63
	16:00	1,70	23	1,51
	18:00	1,74	20	1,38
	20:00	1,82	22	1,35
	22:00	*1,875*	23	1,32
31/05/95	00:00	*1,93*	24	1,38
	02:00	*1,985*	27	1,33
	04:00	2,04	25	1,33
	06:00	2,09	22	1,44
	08:00	2,16	24	1,60
	10:00	1,90	33	1,69
31/05/95	12:00	1,86	30	1,64
	14:00	1,74	28	1,46
	16:00	1,83	34	1,36
	18:00	1,93	34	1,38
	20:00	1,99	35	1,38
	22:00	2,05	34	1,36
01/06/95	00:00	2,10	42	1,43
	02:00	2,15	34	1,41
	04:00	2,08	31	1,46
	06:00	2,11	36	1,52
	08:00	2,15	41	1,46
	10:00	*1,917*	*28,6*	1,50

Serie 3: del 14-6 al 16-6				
Fecha	**Hora**	**CE (dS/m)**	**NO_3^- (mg/L)**	**Qi (m^3/s)**
14/06/95	12:00	1,88	30	2,32
	14:00	1,84	30	2,20
	16:00	1,92	32	2,20
	18:00	1,94	33	2,18
	20:00	1,95	33	2,14
	22:00	1,98	34	2,11
15/06/95	00:00	2,08	37	2,18
	02:00	2,13	38	2,25
	04:00	2,06	38	2,25
	06:00	2,03	34	2,28
	08:00	2,01	34	2,34
	10:00	1,96	34	2,42
15/06/95	12:00	1,84	33	2,37
	14:00	1,84	32	2,23
	16:00	1,94	34	2,18
	18:00	2,00	35	2,18
	20:00	2,05	36	2,21
	22:00	2,00	37	2,19
16/06/95	00:00	2,03	37	2,18
	02:00	1,97	32	2,23
	04:00	1,94	36	2,27
	06:00	1,95	35	2,28
	08:00	1,93	37	2,39
	10:00	1,86	34	2,44

Serie 4: del 27-6 al 29-6				
Fecha	**Hora**	**CE (dS/m)**	**NO_3^- (mg/L)**	**Qi (m^3/s)**
27/06/95	12:00	1,96	36	2,50
	14:00	1,96	39	2,52
	16:00	1,93	35	2,44
	18:00	1,95	35	2,38
	20:00	2,05	41	2,35
	22:00	2,10	37	2,31
28/06/95	00:00	2,11	37	2,33
	02:00	2,14	37	2,42
	04:00	2,11	40	2,41
	06:00	2,07	37	2,47
	08:00	2,02	36	2,46
	10:00	2,04	37	2,53
28/06/95	12:00	2,01	36	2,52
	14:00	1,93	34	2,52
	16:00	1,98	34	2,52
	18:00	2,01	34	2,49
	20:00	2,06	38	2,49
	22:00	2,06	38	2,52
29/06/95	00:00	2,05	38	2,57
	02:00	1,99	34	2,54
	04:00	1,99	38	2,52
	06:00	2,05	38	2,55
	08:00	2,05	38	2,55
	10:00	2,02	36	2,56

Serie 5: del 11-7 al 13-7				
Fecha	**Hora**	**CE (dS/m)**	**NO_3^- (mg/L)**	**Qi (m^3/s)**
11/7/95	12:00	2,00	*46,7*	2,36
	14:00	2,10	45	2,29
	16:00	2,17	52	2,28
	18:00	2,15	51	2,26
	20:00	2,18	51	2,24
	22:00	2,13	45	2,29
12/7/95	0:00	2,16	36	2,27
	2:00	2,20	48	2,28
	4:00	2,15	45	2,33
	6:00	2,12	47	2,43
	8:00	2,06	47	2,48
	10:00	2,04	53	2,50
12/7/95	12:00	2,01	43	2,48
	14:00	2,03	47	2,41
	16:00	2,04	50	2,35
	18:00	2,10	51	2,31
	20:00	2,15	49	2,28
	22:00	2,20	50	2,28
13/7/95	0:00	2,18	48	2,29
	2:00	2,18	47	2,31
	4:00	2,12	49	2,36
	6:00	2,10	48	2,43
	8:00	2,08	47	2,46
	10:00	2,05	43	2,48

Serie 6: del 26-7 al 28-7				
Fecha	**Hora**	**CE (dS/m)**	**NO_3^- (mg/L)**	**Qi (m^3/s)**
26/07/95	12:00	1,95	47	2,25
	14:00	1,94	44	2,10
	16:00	2,03	47	2,05
	18:00	2,10	44	2,00
	20:00	2,10	48	1,92
	22:00	2,11	48	1,92
27/07/95	00:00	2,14	48	2,04
	02:00	2,15	48	2,07
	04:00	2,13	49	2,29
	06:00	2,12	49	2,28
	08:00	2,05	46	2,24
	10:00	2,01	42	2,36
27/07/95	12:00	2,02	44	2,27
	14:00	1,98	43	2,17
	16:00	2,03	43	2,13
	18:00	2,03	41	1,99
	20:00	*2,07*	*42*	2,07
	22:00	*2,11*	*43*	2,09
28/07/95	00:00	2,15	44	2,07
	02:00	2,14	46	2,05
	04:00	2,17	45	2,04
	06:00	2,18	45	2,07
	08:00	2,19	42	2,11
	10:00	2,17	43	2,08

Serie 7: del 8-8 al 10-8				
Fecha	**Hora**	**CE (dS/m)**	**NO_3^- (mg/L)**	**Qi (m^3/s)**
08/08/95	12:00	2,08	40	2,08
	14:00	2,01	35	2,04
	16:00	2,10	38	1,97
	18:00	2,06	37	1,95
	20:00	2,02	37	1,90
	22:00	2,05	37	1,87
09/08/95	00:00	2,05	36	1,87
	02:00	2,08	36	1,84
	04:00	2,13	39	1,83
	06:00	2,16	37	1,84
	08:00	2,09	38	1,93
	10:00	2,12	38	1,95
09/08/95	12:00	2,03	38	2,04
	14:00	1,96	34	2,09
	16:00	2,00	36	2,02
	18:00	2,01	34	1,95
	20:00	2,07	39	1,91
	22:00	2,09	36	1,97
10/08/95	00:00	2,09	37	1,97
	02:00	2,10	38	2,05
	04:00	2,04	35	2,19
	06:00	2,03	35	2,23
	08:00	2,05	35	2,28
	10:00	2,00	34	2,53

Serie 8: del 5-9 al 7-9				
Fecha	**Hora**	**CE (dS/m)**	**NO_3^- (mg/L)**	**Qi (m^3/s)**
05/09/95	12:00	2,08	32	2,04
	14:00	2,12	31	1,98
	16:00	2,16	31	1,95
	18:00	2,14	32	1,92
	20:00	2,12	32	1,94
	22:00	2,15	33	1,92
06/09/95	0:00	2,16	31	1,91
	2:00	2,17	31	1,87
	4:00	2,20	36	1,92
	6:00	2,15	35	1,95
	8:00	2,16	34	1,96
	10:00	2,11	32	2,02
06/09/95	12:00	2,11	32	2,03
	14:00	2,07	31	2,02
	16:00	2,05	30	1,97
	18:00	2,09	33	1,93
	20:00	*2,105*	*33,5*	1,92
	22:00	2,12	34	1,90
07/09/95	0:00	2,16	33	1,93
	2:00	2,13	35	1,90
	4:00	2,18	36	2,01
	6:00	2,06	32	2,09
	8:00	1,98	32	2,11
	10:00	2,01	32	2,13

Serie 9: del 19-9 al 21-9				
Fecha	**Hora**	**CE (dS/m)**	**NO_3^- (mg/L)**	**Qi (m^3/s)**
19/09/95	12:00	1,98	30	1,64
	14:00	*2,00*	*28,5*	1,53
	16:00	2,02	27	1,53
	18:00	2,01	28	1,58
	20:00	2,03	28	1,55
	22:00	2,04	29	1,51
20/09/95	00:00	2,12	30	1,50
	02:00	2,08	29	1,55
	04:00	1,89	25	1,57
	06:00	1,82	25	1,68
	08:00	2,00	29	1,68
	10:00	2,07	28	1,52
20/09/95	12:00	2,09	28	1,51
	14:00	2,12	28	1,49
	16:00	2,13	31	1,50
	18:00	2,11	29	1,51
	20:00	2,12	29	1,50
	22:00	2,04	27	1,55
21/09/95	00:00	2,01	30	1,62
	02:00	2,00	29	1,62
	04:00	2,02	26	1,61
	06:00	2,01	27	1,59
	08:00	2,04	28	1,58
	10:00	2,00	27	1,62

Serie 10: del 3-10 al 5-10				
Fecha	**Hora**	**CE (dS/m)**	**NO_3^- (mg/L)**	**Qi (m^3/s)**
03/10/95	12:00	2,25	31	0,85
	14:00	2,23	31	0,83
	16:00	2,29	31	0,83
	18:00	2,28	32	0,82
	20:00			0,82
	22:00	2,18	33	0,81
04/10/95	00:00	2,17	31	0,81
	02:00	2,16	30	0,80
	04:00	2,17	30	0,80
	06:00	2,15	32	0,80
	08:00	2,19	31	0,80
	10:00	2,22	30	0,81
04/10/95	12:00	2,23	31	0,80
	14:00	2,22	32	0,79
	16:00	2,23	31	0,77
	18:00	2,23	31	0,77
	20:00	2,24	31	0,76
	22:00			0,77
05/10/95	00:00			0,77
	02:00	2,19	31	0,76
	04:00			0,76
	06:00	2,14	30	0,76
	08:00			0,76
	10:00			0,76

ANEJO 3

Resultados analíticos de las muestras tomadas en los desagües secundarios del Polígono de La Violada durante los años hidrológicos 1995 y 1996.

	D1				D10			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	*CE* dS/m	*Cl* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94	2,48	2,76	25,06	20,0	2,4	1,43	23,74	46,9
18/01/95	2,24	1,36	25,35	32,6	2,16	1,39	26,31	43,6
24/01/95	2,29	1,40	26,02	40,9	2,22	1,26	19,69	41,2
07/02/95	2,2	1,28	23,34	37,3	2,15	1,29	23,23	45,5
27/02/95	2,2	1,43	25,34	37,5	2,26	1,45	24,73	47,1
08/03/95	2,33	1,42	25,92	38,3	2,13	1,40	22,55	38,7
21/03/95	1,15	0,69	9,83	13,3	1,83	0,94	21,69	37,5
04/04/95	2,35	1,03	29,20	36,5	2,04			
19/04/95	2,27	1,18	24,41	30,7	2,09	1,01	20,00	37,1
02/05/95	2,22	1,44	29,73	59,4	2,37		27,19	72,6
16/05/95	2,01	1,03	22,16	28,1	1,91	0,93	21,41	34,7
30/05/95	1,83	0,74	19,76	20,5	1,67	0,70	16,59	21,2
16/06/95	2,17			11,3	1,9			12,4
29/06/95	2,14	0,91	21,34	40,9	2,08	0,83	20,48	53,8
11/07/95	2,22	1,07	18,97	54,0	2,26	0,98	21,34	68,4
26/07/95	2,05	0,95	20,79	68,9	2,16	0,60	14,61	46,5
08/08/95	2,03	1,47		33,8	2,16	0,82		47,5
22/08/95	2,12	0,94	28,13	44,8	2,08	0,94	26,78	53,5
05/09/95	1,86	0,68		33,0	2,22	0,68		47,6
21/09/95	2,46	0,93		26,6	2,38	0,79		28,8
03/10/95	2,46	1,41		42,9	2,36	1,37		50,5
17/10/95	2,56	0,95		45,2	2,51	0,92		41,4
21/11/95	2,62	1,06	27,73	39,5	2,55	1,04	25,91	43,3
18/12/95	2,36	0,80		23,0	2,42	0,89		28,8
16/01/96	2,48	1,79	22,31	48,6	2,37	2,14	19,75	67,6
13/02/96	2,47	2,00	16,95	53,3	2,39	2,32	18,96	61,1
20/03/96	2,39	1,98		37,7	2,34	2,12		39,8
19/04/96	2,41	1,22		31,1	2,2	0,98		35,2
17/05/96	1,32	1,19	10,86	16,1	1,43	1,16	12,65	27,2
19/06/96	2,12	1,09	15,55	38,7	2,12	1,08	23,16	24,6
08/07/96	2,1	1,53	21,82	74,5	1,88	1,42	19,60	69,1
19/07/96	1,85	1,01	21,84	42,2	2,01	1,04	20,81	62,2
05/08/96	2,06	1,03	23,55	29,1	2,13	0,99	22,97	29,1
19/08/96	2,23	1,35	37,24	68,2	2,07	1,57	34,79	77,3
03/09/96	1,98	0,74	22,02	18,1	2,24	0,81	24,33	29,0
18/09/96	2,14	0,66	18,29	17,2	2,17	0,67	19,18	23,3

	D-11				D-12			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	*CE* dS/m	*Cl* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94	2,48	1,44	26,87	48,1	2,51	1,52	28,59	53,1
18/01/95	2,23	1,38	26,32	43,3	2,38	1,39	27,37	48,1
24/01/95	2,29	1,24	19,93	39,1	2,35	1,50	25,49	47,1
07/02/95	2,26	1,33	25,11	46,3	2,25	1,54	25,95	46,9
27/02/95	2,19	1,43	25,34	44,3	2,27	1,47	26,41	45,4
08/03/95	1,85	1,04	20,76	30,7	1,63	0,90	17,28	25,4
21/03/95	1,53	0,80	16,88	29,4	1,55	0,78	14,92	29,1
04/04/95	1,68	0,78	15,69	27,7	1,82	0,84	16,97	21,6
19/04/95	2,15	1,03	22,34	40,0	2,21	1,09	22,85	42,2
02/05/95	2,39	1,40	24,00	50,0	2,45	1,31	28,79	55,6
16/05/95	2,3	1,12	28,29	39,3	2,27	0,82	11,73	65,0
30/05/95	1,58	0,65	15,22	18,5	1,62	0,69	15,52	19,8
16/06/95	1,77			25,7	1,72			10,8
29/06/95	1,93	0,79	17,59	46,9	1,96	0,84	17,69	46,8
11/07/95	2,07	0,93	19,05	65,0	2,13	0,98	18,86	64,5
26/07/95	2,28	0,64	16,36	34,5	2,27	0,65	16,52	46,9
08/08/95	2,3	0,96		48,5	2,3	1,01		50,0
22/08/95	2,19	0,96	28,04	54,8	2,16	0,83	25,91	56,7
05/09/95	2,23	0,72		40,4	2,2	0,71		37,6
21/09/95	2,43	0,81		28,7	2,45	0,78		28,5
03/10/95	2,44	0,87		27,7	2,49	0,87		26,6
17/10/95	2,58	0,90		54,4	2,6	0,91		56,2
21/11/95	2,63				2,67			
18/12/95	2,49	0,93		26,5	2,53	0,91		28,9
16/01/96	2,42	2,04	21,11	64,7	2,45	2,01	21,65	64,3
13/02/96	2,43	2,15	21,11	57,5	2,46	2,02	21,34	56,5
20/03/96	2,37	2,02		37,8	2,48	1,96		37,2
19/04/96	2,17	1,08		36,6	2,09	1,09		36,2
17/05/96	1,74	1,36	18,52	34,8	2,02	1,48	22,75	39,3
19/06/96	2,13	0,99	20,01	47,5	2,21	0,97	19,24	47,7
08/07/96	1,77	1,31	16,77	55,1	1,99	1,47	18,82	78,7
19/07/96	2,09	1,02	22,23	63,2	2,14	1,04	22,29	63,8
05/08/96	1,95	0,90	21,90	23,7	1,98	0,93	22,29	24,9
19/08/96	2,03	1,48	35,09	72,6	2,07	1,61	38,57	79,7
03/09/96	2,11	0,84	23,74	22,1	1,99	0,79	22,18	21,0
18/09/96	2,16	0,64	19,41	20,2	2,19	0,64	19,22	21,4

	D-13				D-15			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	*CE* dS/m	*Cl* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94	2,71	1,44	29,80	46,2	2,07	1,25	19,48	13,4
18/01/95	2,58	1,42	32,06	46,1	0,91	0,80	8,39	7,5
24/01/95	2,52	1,73	32,96	49,7	0,57	0,76	2,25	6,3
07/02/95	2,53	1,15	23,55	33,6	1,53	0,83	12,36	20,8
27/02/95	2,56	1,51	32,06	41,1	1,72	1,26	16,14	29,3
08/03/95	1,58	0,88	17,81	17,0	1,48	1,02	15,76	19,7
21/03/95	1,65	0,87	16,78	24,1	0,71	0,45	3,75	4,4
04/04/95	1,93	0,87	18,72	30,1	1,67	1,06	15,46	30,5
19/04/95	2,37	1,25	26,65	45,6	1,73	0,98	15,43	27,6
02/05/95	2,54	1,34	29,99	33,5	1,95	1,18	19,70	20,8
16/05/95	2,37	0,82	30,48	20,8	1,34	0,84	30,92	30,9
30/05/95	1,68	0,73	16,94	19,9	1,54	0,79	12,37	19,5
16/06/95	1,88	0,93	19,91	38,1	1,52	0,81	14,06	23,5
29/06/95	2,05	0,78	19,05	45,7				
11/07/95	2,15	0,97	18,93	62,6	1,95	1,07	16,71	50,0
26/07/95	2,01	0,58	13,87	36,8	1,73	0,61	10,83	27,2
08/08/95	2,14	0,94		38,7	1,8	0,67		
22/08/95	2,23	0,84	27,88	56,5	1,75	0,81	13,32	26,7
05/09/95	2,3	0,68		45,4	1,91	0,77		31,1
21/09/95	2,51	0,84		29,6	1,9	0,71		19,3
03/10/95	2,54	1,39		49,5	1,94	0,83		21,1
17/10/95	2,68	0,95		60,0	1,69	0,74		17,9
21/11/95	2,74				0,597	0,30		4,6
18/12/95	2,59	0,94		26,6	1,56	0,76		14,2
16/01/96	2,52	3,40	35,43	90,1	2,18	3,48	27,89	76,1
13/02/96	2,53	2,00	23,46	55,7	2,18	2,08	16,88	50,3
20/03/96	2,49	1,93		36,4	1,87	2,07		26,6
19/04/96	1,92	0,99		29,9	1,95	1,11		30,8
17/05/96	2,1	1,37	24,13	34,9	1,91	1,89	23,88	35,8
19/06/96	2,21	1,05	28,11	27,5	1,84	1,07	14,57	39,6
08/07/96	1,91	1,25	19,10	58,3	1,79	1,36	16,73	54,1
19/07/96	2,09	1,05	21,42	62,1	1,84	1,15	13,69	75,2
05/08/96	2,09	0,97	24,21	25,6	1,83	1,06	19,41	18,7
19/08/96	2	1,35	33,41	66,4	1,4	1,38	17,42	37,6
03/09/96	1,99	0,79	18,89	36,3	1,92	0,99	16,12	21,7
18/09/96	2,38	0,44	13,78	14,2	1,63	0,58	11,87	13,0

	D-16				D-2			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	*CE* dS/m	*Cl* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94	2,07	1,60	17,21	40,0	1,03	3,12	4,45	18,1
18/01/95	1,99	1,45	24,89	45,1	1,32	1,56	10,84	29,2
24/01/95	0,51	0,70	2,32	5,9	0,39	0,37	8,10	0,0
07/02/95	1,39	0,88	12,98	27,6	0,69	0,82	3,53	10,1
27/02/95	1,54	1,21	14,97	28,7	0,73	0,94	4,55	10,3
08/03/95	1,2	0,94	10,70	14,3	0,81	0,80	4,85	9,1
21/03/95	0,84	0,84	5,22	9,2	0,47	0,41	1,09	4,5
04/04/95	1,42	0,73	13,22	20,8	0,75	0,50	3,46	10,5
19/04/95	1,6	0,90	13,09	29,3	0,81	0,68	4,37	16,1
02/05/95	1,65	1,03	17,80	34,0	1	0,75	6,87	25,5
16/05/95	1,125	0,59	6,61	13,2	0,763	0,42	12,19	12,2
30/05/95	1,33	0,65	10,62	19,9	0,842	0,60	5,22	19,5
16/06/95	1,46	0,74	12,81	29,0	0,788	0,52	4,34	14,2
29/06/95	1,66	0,86	13,60	37,6	0,983	0,74	7,48	23,5
11/07/95	1,78	0,86	12,92	49,8	1,168	0,80	6,99	30,0
26/07/95	1,72	0,83	16,53	48,2	1,162	0,53	6,62	22,9
08/08/95	1,72	0,85		33,9	0,996	0,59		22,7
22/08/95	1,85	0,71	18,54	30,1	1,9	0,74	21,64	48,7
05/09/95	1,82	0,74		36,4	1,097	0,62		27,7
21/09/95	1,8	0,65		22,3	0,984	0,52		14,9
03/10/95	1,66	0,67		19,8	0,959			14,2
17/10/95	2,3	0,89		57,2	1,65	0,75		43,0
21/11/95	0,437	0,24		3,7	0,333	0,22		2,4
18/12/95	1,32	0,59		11,7	0,699	0,42		4,8
16/01/96	1,85	3,62	18,08	93,5	1,56	2,33	7,12	72,4
13/02/96	1,89	2,08	11,32	52,2	1,7	2,21	8,99	54,1
20/03/96	1,85	2,16		34,3	1,63	2,30		35,3
19/04/96	1,79	1,15		33,4	1,66	1,28	9,77	36,1
17/05/96	1,82	1,92	20,77	44,8	2,04	1,85	12,02	39,3
19/06/96	1,95	1,07	20,92	24,6	1,49	1,08	10,18	46,1
08/07/96	1,59	1,30	14,23	54,2	1,15	1,16	8,92	61,1
19/07/96	1,87	2,11	35,24	116,0	1,48	0,82	13,92	30,3
05/08/96	1,84	1,05	20,18	23,6	1,5	1,08	12,84	22,4
19/08/96	1,51	1,34	20,11	52,0	1,02	1,20	9,15	40,4
03/09/96	1,85	0,92	16,33	24,9	1,5	0,90	12,43	28,1
18/09/96	1,89	0,63	14,19	20,4	1,35	0,63	7,37	20,6

	D-3				D-4			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	*CE* dS/m	*Cl* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94	1,48	3,67	4,09	14,8	2,35	2,59	24,28	32,7
18/01/95	1,06	3,75	3,80	9,9	2,14	1,79	27,59	39,4
24/01/95	1,23	3,80	2,12	236,3	2,13	1,40	25,30	39,8
07/02/95	1	2,27	2,10	199,9	2,07	1,14	20,50	29,6
27/02/95	1,29	2,91	2,01	0,0	2,06	1,42	23,94	32,6
08/03/95	1,76	3,24	3,33	9,1	2	1,31	23,31	27,4
21/03/95	0,97	1,72	2,05	190,5	1,29	0,79	12,03	17,2
04/04/95	2,89	1,61	32,79	15,1	2,16	1,08	29,39	31,7
19/04/95	2,82	1,70	32,33	43,6	2,44	1,22	26,31	35,6
02/05/95	2,19	2,35	18,68	124,7	2,36	1,39	28,14	24,6
16/05/95	1,61	1,24	17,65	44,9	1,87	1,05	20,33	27,4
30/05/95	1,37	1,02	10,61	11,6	2,02	0,77	22,68	20,6
16/06/95	2,61	1,57	31,68	65,6	2,2	0,99	26,39	46,6
29/06/95	2,22	1,20	22,73	38,0	2,36	0,90	25,86	47,0
11/07/95	2,79	0,28	27,04	56,6	2,3	1,02	22,16	59,2
26/07/95	2,81	1,29	21,13	26,4	1,82	0,52	9,92	48,4
08/08/95	2,98	1,57		50,6	2,16	0,82		22,2
22/08/95	2,72	1,85	28,43	39,8	2,04	0,84	28,10	39,2
05/09/95	3,05	2,16		25,2	2,12	0,69		31,8
21/09/95	3,01	1,33		24,9	2,34	0,76		25,9
03/10/95	2,49	1,61		20,1	2,32	1,22		39,1
17/10/95	1,88	1,58		7,9	2,43	0,91		24,3
21/11/95	1,145	1,58		2,8	2,48	1,07	25,30	36,4
18/12/95	1,196	1,79		0,0	2,21	0,89		22,9
16/01/96	2,94	2,13	27,99	38,9	2,46	1,22	24,23	38,6
13/02/96	3,27	3,51	24,38	30,9	2,57	1,48	21,04	39,9
20/03/96	1,73	2,18		1,7	2,35	1,39		30,0
19/04/96	3	2,22		58,5	2,48	1,39		38,3
17/05/96	2,71	3,93	28,69	79,0	1,147	1,02	5,73	16,1
19/06/96	1,58	1,05	11,48	22,4	2,2	1,15	19,53	37,4
08/07/96	3,02	2,22	34,88	95,1	2,21	1,68	23,34	88,9
19/07/96	2,99	1,42	23,03	60,9	1,67	1,16	13,80	66,8
05/08/96	0,944	0,74	7,24	14,5	2,11	1,04	24,69	32,2
19/08/96	2,89	3,48	55,95	76,0	1,95	1,45	31,55	63,5
03/09/96	2,6	1,72	28,35	22,4	2,21	0,88	24,99	21,6
18/09/96	1,55	0,85	10,42	13,2	2,26	0,69	20,47	18,3

Servicio de Investigación D.G.A. BIBLIOTECA Aragón

	D-5				D-17			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L
22/12/94	2,64	1,79	28,69	52,8	3,21	1,95	46,75	34,1
18/01/95	2,48	1,33	24,73	43,0	3,13	1,92	42,14	32,2
24/01/95	2,46	1,95	35,00	62,3	3,12	2,14	38,13	30,5
07/02/95					3,26	1,96	40,79	27,5
27/02/95	2,44	1,78	29,06	46,4	3,07	2,03	41,51	28,2
08/03/95	2,35	1,54	26,59	37,4	3,11	2,16	43,59	26,5
21/03/95	2,41				2,48	1,39	32,05	27,1
04/04/95	1,88	1,75	23,08	44,5	2,46	1,94	29,99	22,9
19/04/95	2,05	1,20	21,17	23,7	2,91	1,47	37,56	35,3
02/05/95	2,57	1,95	24,76	48,6	1,42	0,96	14,44	14,1
16/05/95	2,26	1,55	25,43	38,5	2,67	1,74	32,28	29,4
30/05/95	2,63	1,44	25,43	43,0	2,64	1,35	32,05	21,7
16/06/95	2,3			63,3	2,78	1,29	31,97	24,7
29/06/95	2,42	1,15	26,57	49,4	2,74	1,07	30,76	31,1
11/07/95	1,97	1,13	16,11	52,1	2,71	1,26	29,95	33,5
26/07/95	2,41	0,90	16,83	49,3	2,37	0,63	18,05	14,5
08/08/95	2,47	1,44		58,8	2,78	1,10		25,3
22/08/95	2,37	1,34	26,77	84,7	2,5	1,05	18,81	19,8
05/09/95	2,49	1,00		59,0	2,64	0,83		22,2
21/09/95	2,43	1,05		33,2	2,6	0,83		16,7
03/10/95	2,53	1,97		67,5	2,96	0,97		16,7
17/10/95	2,78	1,15		53,6	3,12	1,17		20,6
21/11/95	2,83	1,07	29,64	49,1	3,21	1,48		23,7
18/12/95	2,79	1,06		35,9	3,22	1,30		18,9
16/01/96	2,32	3,02	16,10	73,6	3,31	1,61	27,37	26,2
13/02/96	2,25	3,09	10,68	72,8	3,26	2,05	29,56	34,1
20/03/96	2,44	2,73		56,3	3,15	1,83		21,3
19/04/96	2,36	1,81		44,9	2,81	1,19		32,6
17/05/96	1,28	2,41	25,39	46,6	2,84	1,62	22,16	11,9
19/06/96	2,19	1,57	23,97	32,4	2,36	1,22	22,85	28,7
08/07/96	2,08	1,83	19,63	78,5	2,62	1,61	31,84	48,5
19/07/96	2,18	1,10	17,41	70,9	2,25	1,23	26,92	31,3
05/08/96	2,47	1,63	14,75	32,1	2,53	1,15	23,13	13,7
19/08/96	2,41	2,69	39,24	102,0	2,73	2,12	55,82	40,7
03/09/96	2,28	1,29	25,00	28,8	2,61	1,31	23,84	13,7
18/09/96	1,88	0,68	14,70	14,8	2,52	1,01	25,61	10,4

	D-18				D-19			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L
22/12/94	3,03	1,39	34,79	71,8	1,8	1,50	14,12	46,8
18/01/95	2,89	1,46	36,89	68,3	1,55	1,29	14,34	39,2
24/01/95					1,59	1,54	15,64	44,0
07/02/95	2,87	1,24	35,52	69,6	1,56	1,05	13,52	30,8
27/02/95	2,78	1,51	35,86	68,4	1,5	1,31	13,76	37,1
08/03/95	2,89	1,58	39,11	72,9	1,6	1,34	16,83	37,8
21/03/95	2,7	1,88	35,63	76,7	2,03	1,01	20,83	55,0
04/04/95	2,62	1,46	35,02	64,2	1,67	1,06	14,35	38,1
19/04/95	1,91	1,18	16,00	67,4	1,79	1,21	16,10	48,0
02/05/95	2,39	1,43	24,70	92,3	1,83	1,26	13,61	47,2
16/05/95	2,25	0,99	19,86	77,3	1,6	1,07	14,02	37,4
30/05/95	1,34	0,75	8,29	30,7	1,58	0,88	14,02	35,3
16/06/95	1,48			43,5	1,39			22,3
29/06/95	1,67	0,93	10,85	56,4	1,72	0,88	13,30	43,9
11/07/95	1,61	1,20	12,41	36,7	2	1,02	29,41	34,4
26/07/95	1,41	0,57	6,96	37,3	1,81	0,60	11,04	40,2
08/08/95	2,01	1,29		71,2	1,62	0,69		40,3
22/08/95	1,54	1,02	14,57	56,4	1,64	0,96	18,49	59,4
05/09/95	1,64	0,85		61,1	1,95	0,71		54,4
21/09/95	2,19	1,01		43,3	2	0,65		28,9
03/10/95	2,64	1,84		67,6	1,76	1,17		43,7
17/10/95	2,99	1,63		72,1	1,92	1,18		55,4
21/11/95	3,14				2,03			
18/12/95	3,18	1,16		47,9	1,79	0,83		24,1
16/01/96	2,52	1,17	22,22	40,7	1,98	3,50	11,40	96,9
13/02/96	2,32	1,16	21,36	45,3	2,1	3,29	11,83	71,8
20/03/96	2,74	1,15		38,6	1,94	2,54		46,3
19/04/96	1,39	0,88		32,4	1,75	1,09		42,6
17/05/96		1,78	33,08	64,6		1,36	11,24	39,3
19/06/96	1,8	1,21	15,97	33,3	1,86	1,10	19,93	29,1
08/07/96	0,668	0,85	3,41	18,3	1,41	1,25	12,57	54,5
19/07/96	1,57	1,38	11,55	53,0	1,76	1,19	17,18	78,6
05/08/96	1,73	1,05	15,69	25,9	1,99	1,04	21,49	27,4
19/08/96	2,03	1,90	30,22	108,8	2,02	1,25	34,78	65,0
03/09/96	1,79	1,10	12,99	36,9	1,98	0,70	18,57	22,4
18/09/96	1,35	0,61	7,43	18,3	1,79	0,70	12,20	25,5

	D-20				D-21			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94	2,93	1,07	36,28	39,4	3,32	0,52	48,88	30,1
18/01/95	2,72	0,98	33,42	15,3	3,34	1,58	48,56	31,1
24/01/95	2,67	1,17	36,79	19,2	3,46	2,10	46,67	38,5
07/02/95	2,57	0,92	32,98	18,6	3,61	0,93	50,12	43,6
27/02/95	2,56	1,04	33,35	20,7	3,77	2,57	55,25	48,6
08/03/95	2,68	1,18	36,78	1,5	3,52	1,95	50,99	33,2
21/03/95	2,13	0,82	25,82	58,1	1,8	0,60	19,61	6,5
04/04/95	1,26	0,52	12,05	9,0	3,31	1,64	42,82	38,5
19/04/95	2,67	1,00	34,94	40,9		1,32	43,83	23,6
02/05/95	2,83	1,13	38,71	39,7	3,04	1,36	46,56	17,6
16/05/95	2,57	0,89	32,75	64,7	2,89	1,37	41,98	22,9
30/05/95	2,32	0,72	28,74	32,0	3,08	1,09	44,11	22,7
16/06/95	2,7		30,19	27,1	2,82			9,2
29/06/95	2,78	1,05	34,94	53,9	3,05	1,00	36,60	42,7
11/07/95	2,71	0,90	28,63	29,9	3,16	1,23	34,75	36,6
26/07/95	2,54	0,55	20,26	31,5	3,28	0,82	25,59	43,4
08/08/95	2,83	0,92		48,7	3,11	1,49		42,8
22/08/95	2,56	0,65	35,37	41,6	2,6	0,86	34,45	20,9
05/09/95	2,72	0,59		36,0	3,11	0,82		39,5
21/09/95	2,25	0,46		13,9	2,88	0,61		13,9
03/10/95	2,74	0,62		21,2	2,96	0,78		15,8
17/10/95	2,84	0,60		17,6	3	0,73		12,1
21/11/95	2,36	0,64		18,2	3,03	0,92		13,8
18/12/95					3,25	0,97		14,9
16/01/96	2,86	0,87	29,88	30,6	3,23	1,01	36,05	23,8
13/02/96	2,85	0,73	17,21	29,9	3,19	1,06	17,07	26,1
20/03/96	2,85	0,69		25,1	3,2	1,10		20,1
19/04/96	2,61	0,97		32,6	3,13	0,91	31,36	23,8
17/05/96		1,06	36,64	41,8	2,94	1,54	40,34	31,0
19/06/96	2,85	1,09	39,52	29,5	3,03	1,34	23,63	30,7
08/07/96	2,69	1,20	31,91	58,7	2,64	1,24	29,72	96,2
19/07/96	2,84	1,19	34,29	86,7	3,03	1,26	37,82	76,5
05/08/96	2,84	1,12	24,05	32,1	3,03	1,20	24,05	26,3
19/08/96	2,45	1,66	31,98	117,0	3,03	1,78		82,5
03/09/96	2,81	0,85	25,45	32,2	3,05	1,08		29,2
18/09/96	2,26	0,54	19,52	15,5	3,02	0,73	32,00	24,9

	D-22				D-23			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94					3	1,15	40,31	51,8
18/01/95					2,79	0,90	38,14	51,5
24/01/95					2,81	1,30	36,08	52,3
07/02/95					2,76	0,89	35,39	52,0
27/02/95					2,77	1,22	37,25	50,8
08/03/95					2,88	1,22	38,70	51,6
21/03/95					1,69	0,57	19,32	13,2
04/04/95	3,2		49,91	72,4	2,8	0,98	35,48	40,3
19/04/95					2,92	1,07	35,82	50,9
02/05/95	3,29	1,65	36,14	74,2	2,95	1,18	38,88	75,5
16/05/95	2,12	1,08		74,4	2,8	0,78	38,33	71,5
30/05/95					2,52	0,84	30,63	38,1
16/06/95	1,88			26,4	2,72			
29/06/95	2,94	1,02	34,21	32,2	2,78	1,02	31,76	62,7
11/07/95	2,89	0,88	31,45	30,1	2,59	0,89	26,70	29,2
26/07/95	2,97	0,73	23,16	48,8	2,97	0,76	23,42	60,6
08/08/95	2,13	0,69		58,3	2,8	0,98		65,8
22/08/95					2,9	0,86	37,50	79,7
05/09/95	3,24	0,97		79,9	2,96			94,3
21/09/95	3,22	0,90		47,8	2,98	0,79		41,5
03/10/95	3,2	1,49		60,7	2,91	1,20		29,1
17/10/95	3,34	1,57		101,2	2,93	1,11		58,1
21/11/95					2,93			
18/12/95					2,97	0,78		32,5
16/01/96	3,23	0,85	33,77	56,8	3,02	0,92	32,80	45,2
13/02/96	3,24	1,02	28,52	53,5	3	0,98	26,29	44,3
20/03/96	3,23	1,10		58,3	2,88	0,85		38,6
19/04/96	2,42	0,77	22,52	23,6	2,8	0,74	26,91	39,7
17/05/96	3,23	1,70	42,86	83,5	2,84	1,28	39,59	56,6
19/06/96	2,56	0,79	17,83	29,5	2,72	1,31	38,74	58,0
08/07/96	2,12	1,52	23,18	64,0	2,97	1,45	36,24	118,5
19/07/96	3,15	1,41	38,17	110,4	2,83	1,14	32,89	87,5
05/08/96	3,15	1,30	24,10	32,1	2,72	0,97	37,83	25,0
19/08/96	3,22	1,38	43,18	148,8	2,45	1,41	31,05	70,2
03/09/96	3,16	1,23		44,8	2,7	0,70	24,55	36,0
18/09/96	2,79	0,59	29,17	20,7	2,88	0,65	30,46	31,6

	D-24				D-25			
Fecha	CE dS/m	Cl mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L
22/12/94								
18/01/95								
24/01/95								
07/02/95								
27/02/95								
08/03/95								
21/03/95								
04/04/95	0,95	0,43	8,20	2,7				
19/04/95	2,63	0,80	31,36	16,9	2,38		27,11	30,7
02/05/95	2,87	0,97	38,11	17,7				
16/05/95	2,49	0,83	32,97	17,4	2,34		30,59	9,2
30/05/95	2,83	0,68	38,43	13,2				
16/06/95	2,73	0,94	29,76	26,6	2,59	1,11	24,92	28,3
29/06/95	2,8	0,87	32,84	17,4	2,88	1,14	33,70	48,2
11/07/95	2,84	0,94	26,79	20,0	2,87	1,36	29,72	48,9
26/07/95	1,67	0,41	13,73	5,2	2,81	0,59	22,31	10,4
08/08/95	2,87	0,57		10,8	2,79	0,77		
22/08/95	2,67	0,62	36,70		2,64	0,84	37,37	11,2
05/09/95	2,86	0,63		14,0	2,77	0,75		14,8
21/09/95	2,87	0,64		19,1	1,85	0,64		11,8
03/10/95	2,77	0,70		18,6	2,67	0,65		10,1
17/10/95	2,93	0,81		6,4				
21/11/95								
18/12/95								
16/01/96	2,97	1,00	34,14	21,3				
13/02/96	2,9	0,88	16,76	23,1				
20/03/96	2,82	0,77		11,0				
19/04/96	2,4	0,77	21,68	26,7	2,79	1,15		16,7
17/05/96	2,85	1,12	37,57	21,7				
19/06/96	2,81	1,34	39,24	25,8	2,92	1,57		23,5
08/07/96	2,86	1,14	35,24	34,5	2,47	1,19	29,37	11,8
19/07/96	2,45	0,90	29,11	79,0	2,8	1,50	33,92	39,0
05/08/96	2,75	1,08	38,08	33,1	2,29	0,89	29,12	12,1
19/08/96	2,9	1,08	34,00	72,1	2,95	2,13	39,07	52,1
03/09/96	2,89	0,97	21,74	26,2	2,84	1,28	25,64	17,5
18/09/96	2,6	0,59	26,54	20,1	2,79	0,65	28,75	14,5

	D-26				D-27			
Fecha	CE dS/m	Cl mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L
22/12/94								
18/01/95								
24/01/95								
07/02/95								
27/02/95								
08/03/95								
21/03/95								
04/04/95	2,33	0,79	27,76	25,1				
19/04/95	2,58	1,10	31,08	26,6				
02/05/95					2,76	1,08	37,60	15,7
16/05/95	2,47	0,92	34,07	10,6	2,34	0,82	26,47	17,0
30/05/95	2,82	1,15	38,97	26,2	2,71	0,75	37,05	11,5
16/06/95	2,7	1,13	30,45	17,3	2,73	0,83	31,21	8,2
29/06/95	2,85	1,14	32,82	33,0	2,72	0,95	33,77	16,5
11/07/95	2,94	1,46	29,86	46,5	2,69	0,89	30,02	9,9
26/07/95	2,92	0,84	23,45	27,0	2,69	0,54	22,33	6,7
08/08/95	2,86	1,23		33,6	2,76	0,87		7,6
22/08/95	2,83	1,28	39,65	37,0	2,59	0,74	36,52	8,9
05/09/95	2,9	1,04		30,7	2,72	0,62		8,0
21/09/95	1,86	0,64		12,2	2,76	0,64		5,6
03/10/95	2,83	1,00		16,6	2,73	0,68		5,1
17/10/95					2,75	0,62		5,3
21/11/95					2,74	0,69		6,0
18/12/95								
16/01/96					2,76	0,88		10,3
13/02/96					2,7	0,87	17,25	15,1
20/03/96					2,61	0,71		11,6
19/04/96	2,88	1,44		22,6				
17/05/96	2,93	1,87	38,65	56,7	2,68	1,09	36,28	20,2
19/06/96	2,86	1,63		26,5	2,71	0,86		12,2
08/07/96	2,76	1,48	32,55	38,4	2,77	1,59	35,27	49,8
19/07/96	2,82	1,46	33,14	37,7	2,8	1,51	34,53	68,2
05/08/96	2,76	1,26	37,88	28,2	2,87	1,18	39,74	25,2
19/08/96	2,92	2,09	34,90	63,5	2,84	1,85	39,36	53,9
03/09/96	2,84	1,36		18,7	2,87	1,11	25,33	17,9
18/09/96	2,81	0,78	28,90	13,6	2,81	0,69	28,22	16,6

	D-28				D-29			
Fecha	CE dS/m	Cl^- mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl^- mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L
22/12/94					3,09	1,34	45,97	19,7
18/01/95					2,96	1,02	41,51	18,3
24/01/95					3	1,46	39,11	21,5
07/02/95					2,99	1,23	37,28	21,9
27/02/95					2,89	1,36	41,11	23,2
08/03/95					2,44	1,27	30,90	25,1
21/03/95					1,53	1,00	41,73	21,2
04/04/95					1,81	0,70	21,14	11,0
19/04/95	3,18		41,67	63,7	2,6	0,86	31,48	16,6
02/05/95	2,71	0,80	23,24	11,8	2,88	1,16	41,72	20,2
16/05/95	2,59			8,7	2,71	0,69	38,90	11,7
30/05/95	2,68	0,70	34,99	11,9	2,77	0,88	38,33	19,0
16/06/95	2,62	0,80		13,0	2,76			10,8
29/06/95	2,66	0,86	32,95	21,3	1,49	0,77	12,65	17,2
11/07/95	2,4	0,76	24,43	9,7	2,57	1,05	27,18	31,7
26/07/95	2,46	0,48	19,64	8,1	2,65	0,54	21,13	20,7
08/08/95	2,7	0,74		8,8	2,13	0,64		14,0
22/08/95	2,55	0,64	35,39	10,0	2,71	0,87	33,11	31,0
05/09/95	2,67	0,60		8,9	2,85	0,68		34,2
21/09/95	2,64	0,51		6,5	2,98	0,72		17,7
03/10/95	2,62	0,56		6,4	2,9	0,78		15,9
17/10/95	2,62	0,50		6,2	3,05	0,90		18,0
21/11/95					3,05	1,11		22,4
18/12/95					3,09	0,89		19,2
16/01/96					2,94	1,07		24,7
13/02/96	2,64	0,91	16,72	16,1	2,97	1,02	33,71	25,8
20/03/96					2,98	1,01		19,6
19/04/96					2,9	1,18		21,9
17/05/96	2,65	1,03	35,46	22,0	3,04	1,95	51,81	25,7
19/06/96	2,7	1,03		32,8	2,76	0,99		26,6
08/07/96	2,55	1,33	31,27	38,4	2,65	1,13	30,50	32,1
19/07/96	2,66	1,22	35,41	40,2	2,75	1,07	36,54	30,4
05/08/96	2,72	0,97	36,72	39,5	2,67	0,99	36,47	25,9
19/08/96	2,74	1,72	37,52	62,2	2,28	1,53	30,04	33,6
03/09/96	2,74	1,11	24,80	17,9	3,38	1,11		17,9
18/09/96	2,68	0,63	27,27	17,3	2,95	0,73	31,62	9,5

	D-31				D-32			
Fecha	CE dS/m	Cl^- mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl^- mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L
22/12/94								
18/01/95	2,02		21,36	32,8				
24/01/95	2,16	1,42	24,04	36,5				
07/02/95	1,92	1,08	19,16	25,6				
27/02/95	1,96	1,28	22,37	27,8	2,3	1,04	27,34	68,7
08/03/95	1,9	1,24	21,73	24,3	2,6	1,04	31,98	71,6
21/03/95	1,76	1,11	20,25	39,9	2,28	0,77	26,59	55,3
04/04/95	1,92	1,13	23,01	34,4	1,34	0,78	10,97	52,6
19/04/95	2,15	1,18	21,55	38,0	1,5	0,71	12,11	32,3
02/05/95	2,07	1,34	19,42	39,0	2,4	1,13	29,60	92,3
16/05/95	1,9	0,87	20,51	27,3	2,28	0,89	26,67	80,6
30/05/95	1,95	0,94	23,67	28,8	1,86	0,63	20,82	36,3
16/06/95	2,06			15,2	1,8			64,3
29/06/95	2,15	0,95	20,61	71,5	1,78	0,81	15,81	58,6
11/07/95	2,27	1,22	20,09	75,9	2,29	0,89	20,76	82,3
26/07/95	1,56	0,53	8,99	53,3	2,06	0,53	13,51	50,4
08/08/95	2,05	1,04		54,1	2,15	0,56		
22/08/95	1,87	0,97	23,90	60,6	1,67	0,74	19,38	53,4
05/09/95	1,94	0,73		49,0	2,37	0,64		36,2
21/09/95	1,98	0,72		26,9	2,49	0,68		39,5
03/10/95	1,96	0,69		23,6	2,49	1,04		53,6
17/10/95	2,17	1,10		50,2	2,65	0,96		57,0
21/11/95	2,38				2,68	1,03	23,31	41,9
18/12/95	1,91	0,63		15,6	2,68	0,66		37,3
16/01/96	2,23	1,06	20,74	41,5	2,5	0,92	22,34	46,5
13/02/96	2,44	1,59	26,25	45,3	2,41	0,80	26,75	46,7
20/03/96	2,21	1,36		30,8	2,49	0,69		36,5
19/04/96	1,96	1,16	15,45	31,3	2	0,66	16,00	36,2
17/05/96	1,64	1,90	15,89	36,5	1,35	0,78	13,10	27,2
19/06/96	1,56	1,10	12,48	30,6	1,97	1,00	24,28	27,6
08/07/96	1,98	1,44	19,99	83,8	2,11	1,12	23,14	73,4
19/07/96	2,08	1,61	24,40	70,5	1,81	1,01	21,29	65,8
05/08/96	2,13	0,98	22,98	52,5	1,82	0,70	18,04	27,6
19/08/96	1,97	1,59	31,77	83,6	1,49	0,65	13,69	45,2
03/09/96	2,11	0,97	18,72	27,1	2,1	0,64	18,95	30,3
18/09/96	2,02	0,73	16,31	18,8	2,1	0,52	16,95	28,0

	D-33				D-34			
Fecha	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94								
18/01/95								
24/01/95								
07/02/95								
27/02/95								
08/03/95								
21/03/95	1,4	1,31	14,30	30,4				
04/04/95	1,41	1,41	14,99	34,7				
19/04/95	1,62	1,35	12,16	23,9				
02/05/95	1,62	1,66	15,30	26,7				
16/05/95	1,6	1,21	11,12	22,6				
30/05/95	1,5	1,38	11,88	27,4				
16/06/95	1,53	0,81	7,93	18,8	2,63	0,86	30,19	33,5
29/06/95	1,63	1,15	11,83	29,6	2,71	0,85	31,32	40,8
11/07/95	1,67	1,57	11,56	28,7	2,6	0,77	25,97	42,2
26/07/95	1,53	1,03	7,86	31,2	2,71	0,52	22,01	46,4
08/08/95	1,53	1,50		33,1	2,75	0,54		46,1
22/08/95	1,267	1,38	11,41	46,6				
05/09/95	1,49	1,16		41,3	2,52	0,53		34,5
21/09/95	1,47	1,05		25,7	2,63	0,54		17,3
03/10/95	1,45	1,63		41,1	2,64	0,58		19,4
17/10/95	1,52	1,66		36,7	2,72	0,52		16,3
21/11/95	1,61	1,21		24,0				
18/12/95	1,79	1,12		19,0				
16/01/96	1,89	2,96	24,43	33,1	2,74	1,08	44,87	36,3
13/02/96	1,81	1,50	14,73	24,7	2,74	0,87	16,86	26,9
20/03/96	1,59	1,25		19,8				
19/04/96	1,68	0,70		13,1	2,68	0,86		22,1
17/05/96	2,04	1,98	25,18	31,8	2,52	1,93	36,30	49,1
19/06/96	1,225	1,11	9,22	17,9	2,66	0,84		31,5
08/07/96	1,5	1,72	12,37	37,3	2,51	1,05	33,13	48,0
19/07/96	1,73	1,63	16,82	31,1	2,25	0,86	29,19	33,1
05/08/96	1,56	1,44	13,39	42,7	2,72	0,74	37,36	35,1
19/08/96	1,57	1,58	13,52	34,1	2,66	0,74	37,10	24,4
03/09/96	1,6	1,42	11,07	16,5	2,39	0,55	22,37	11,7
18/09/96	1,63	1,26	10,11	17,9	2,73	0,52	5,03	11,5

	D-35				I-1			
Fecha	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94					1,52	1,73	11,82	18,9
18/01/95					1,45	1,68	16,26	20,7
24/01/95					0,77	1,05	4,65	10,4
07/02/95					0,68	0,85	3,73	7,3
27/02/95					1,03	1,24	5,77	22,3
08/03/95					1,01	1,22	8,36	12,4
21/03/95					0,43	0,36	0,79	0,7
04/04/95					1,01	1,16	8,72	11,5
19/04/95					1,29	1,51	10,57	16,2
02/05/95					1,27	1,40	10,13	12,4
16/05/95					1,26	0,31	6,65	11,3
30/05/95					1,213	1,16	8,11	13,5
16/06/95					1,248	0,97	5,49	12,8
29/06/95					1,16	1,07	8,58	23,0
11/07/95					1,08	1,17	6,77	17,4
26/07/95	2,61	0,63	21,53	42,5	1,014	0,78	6,36	10,5
08/08/95	2,43	0,54			1,201	0,99		
22/08/95	2,51	0,96	29,56	50,6	0,956	1,25	7,19	21,8
05/09/95		0,62		40,0	1,211	1,01		19,2
21/09/95					1,174	1,02		13,9
03/10/95					1,159	0,97		10,9
17/10/95					0,635	0,45		3,9
21/11/95					1,32	1,23		14,2
18/12/95					1,36	1,09		9,9
16/01/96	2,71	0,89	27,94	38,4	1,88	1,65		22,5
13/02/96	2,72	1,18	22,31	45,4	2,01	2,25	14,60	35,1
20/03/96					1,17	1,10		9,9
19/04/96	2,61	0,94	24,27	30,7	1,37	1,31		15,3
17/05/96					1,267	1,94	9,90	21,0
19/06/96					1,231	1,38	7,27	21,9
08/07/96	2,28	1,11	27,24	69,5	1,056	1,55	5,83	19,0
19/07/96		0,91	29,76	85,9	0,859	1,07	4,52	25,0
05/08/96	2,67	0,87	33,28	25,1	1,026	1,34	6,56	14,0
19/08/96	2,73	1,72	36,53	115,9	1,072	1,23	6,21	15,7
03/09/96	2,18	0,55	20,50	9,5	1,154	1,18	5,93	9,0
18/09/96					0,955	1,09	6,01	7,6

	I-2				I-3			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L
22/12/94	3,12	4,47	46,45	58,3	2,1	1,13	20,38	16,8
18/01/95	2,96	1,61	40,27	34,4	1,77	0,95	22,18	14,4
24/01/95	3,02	1,89	39,08	38,1	1,64	1,05	15,29	12,1
07/02/95	2,96	1,55	36,21	32,4	1,43	0,70	13,42	10,5
27/02/95	2,88	1,64	37,95	30,5	1,55	0,97	14,30	12,5
08/03/95	2,06	1,11	26,78	21,1	0,95	0,58	7,57	7,6
21/03/95	2,77	1,44	44,98	31,1	1,74	0,85	19,08	21,5
04/04/95	2,75	1,25	35,52	25,9	1,63			
19/04/95	1,27	0,66	13,59	11,0	1,5	0,75	14,46	11,5
02/05/95	2,98	1,81	31,89	33,5	2,14	1,05	20,85	29,7
16/05/95	2,71	1,26	35,14	32,9	1,52	0,69	16,00	13,4
30/05/95	2,62	1,01	27,88	18,3	1,63	0,53	14,17	10,7
16/06/95	1,39	0,37	9,00	10,3	1,16	0,27	6,85	7,4
29/06/95	2,17	1,03	24,05	24,5	2	0,73	21,09	32,8
11/07/95	0,502	0,22	3,13	3,1	1,7	0,59	14,75	26,2
26/07/95	2,66	0,83	33,61	12,8	2,09	0,62	24,39	26,5
08/08/95	2,73	0,67		11,9	1,77	0,47		
22/08/95	2,68	1,09	30,32	24,1	1,67	0,66	19,60	26,6
05/09/95	2,26	0,52		10,0	1,7	0,41		16,3
21/09/95	2,79	0,69		12,9	1,96	0,41		10,9
03/10/95	2,89	0,83		9,7	2,21	0,54		13,5
17/10/95	2,89	0,82		8,6	2,77	0,77		17,3
21/11/95					1,87	0,32		5,9
18/12/95	3,07	1,06		19,1	1,63	0,50		6,7
16/01/96	3,1	1,17	30,16	31,1	2,74	1,50		25,4
13/02/96	3,12	1,66	16,44	36,8	2,96	2,00	16,79	27,7
20/03/96	3,01	1,26		20,6	2,01	1,06		12,4
19/04/96	2,27	0,62		9,7	1,9	0,76		13,0
17/05/96	2,34	1,32	30,73	15,1	1,58	1,41	17,52	21,1
19/06/96	2,54	1,19		29,4	2,1	0,97	18,37	36,0
08/07/96	2,5	1,42	29,37	72,5	1,73	1,08	19,61	32,9
19/07/96	1,98	0,88	22,51	90,2	1,51	0,66	16,23	34,0
05/08/96	2,89	1,13		21,8	1,96	0,75	22,91	40,7
19/08/96	2,04	0,85	22,90	41,6	1,67	0,57	17,78	25,3
03/09/96	2,18	0,69	19,44	17,3	1,89	0,48	16,19	11,1
18/09/96	2,18	0,87	25,75	15,8	1,55	0,51	17,61	9,8

	I-4				I-5			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L
22/12/94	2,99	1,76	38,24	80,2	0,825	0,77	4,05	2,3
18/01/95	3	2,09	39,02	76,3	0,67	0,49	4,47	0,4
24/01/95	3,08	2,47	39,59	82,3	0,39	0,64	0,89	5,0
07/02/95	2,78	1,78	33,36	73,8	0,59	0,44	2,22	6,0
27/02/95	2,82	1,97	35,04	72,2	0,68	0,79	3,48	17,3
08/03/95	2,77	1,73	33,49	80,6	0,76	0,69	3,60	30,4
21/03/95	3,03	2,09	41,31	97,4	0,42	0,36	0,75	0,5
04/04/95	2,42	1,11	32,00	60,9	0,85	0,73	3,72	0,0
19/04/95	2,72	1,58	33,58	67,1	0,91	0,87	4,91	20,1
02/05/95	2,83	1,95	28,28	63,7	0,83	0,79	4,19	14,8
16/05/95	2,36	1,42	20,07	77,7	0,691	0,63	3,77	38,0
30/05/95	0,98	0,69	6,12	15,9	0,814	0,64	3,56	17,0
16/06/95	2,03	0,61	15,09	22,2	0,894	0,60		15,8
29/06/95	2,47	0,88	26,65	40,6	0,788	0,87	4,49	16,8
11/07/95	2,76	1,59	27,06	64,4	0,818	0,73	4,81	16,3
26/07/95	2,64	1,33	30,73	50,1	0,913	0,65	3,75	12,4
08/08/95	1,98	0,82			0,83	0,82		
22/08/95	2,46	1,00	26,19	79,7	0,82	0,87	4,30	14,2
05/09/95	2,8	1,15		58,8	0,824	0,69		25,7
21/09/95	2,81	1,15		30,3	0,845	0,68		11,9
03/10/95	2,88	2,01		57,2	0,863	0,65		18,4
17/10/95					1,31	1,52		30,1
21/11/95					0,606	0,30		6,2
18/12/95					0,776	0,48		1,8
16/01/96	2,86	1,51	29,08	49,9	1,36	1,69	7,91	40,2
13/02/96	2,93	1,68	23,33	47,6	1,95	2,68	11,85	62,3
20/03/96	2,89	1,62		38,0	1,3	1,55		20,3
19/04/96	2,73	1,25	24,16	59,4	1,238	1,36		15,5
17/05/96	2,94	2,82	42,37	93,1	1,208	1,74	9,06	23,5
19/06/96	2,53	1,43	32,55	34,5	1,05	1,00	6,24	16,0
08/07/96	2,11	1,37	20,38	44,1	0,992	1,15	6,15	28,0
19/07/96	2,65	1,48	34,58	83,7	1,57	1,89	13,22	28,9
05/08/96	2,79	1,17		35,3	1,05	1,20	5,78	30,5
19/08/96	2,77	2,09	33,93	87,2	0,472	0,49	1,35	4,0
03/09/96	3,02	0,93	25,98	18,7	0,98	1,23	6,63	26,9
18/09/96	2,84	1,60	33,02	41,1	0,911	0,87	5,33	16,1

Secretaría de Investigación D.G.A. CIRJIDESU CUYO

	I-4				I-5			
Fecha	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94	2,99	1,76	38,24	80,2	0,825	0,77	4,05	2,3
18/01/95	3	2,09	39,02	76,3	0,67	0,49	4,47	0,4
24/01/95	3,08	2,47	39,59	82,3	0,39	0,64	0,89	5,0
07/02/95	2,78	1,78	33,36	73,8	0,59	0,44	2,22	6,0
27/02/95	2,82	1,97	35,04	72,2	0,68	0,79	3,48	17,3
08/03/95	2,77	1,73	33,49	80,6	0,76	0,69	3,60	30,4
21/03/95	3,03	2,09	41,31	97,4	0,42	0,36	0,75	0,5
04/04/95	2,42	1,11	32,00	60,9	0,85	0,73	3,72	0,0
19/04/95	2,72	1,58	33,58	67,1	0,91	0,87	4,91	20,1
02/05/95	2,83	1,95	28,28	63,7	0,83	0,79	4,19	14,8
16/05/95	2,36	1,42	20,07	77,7	0,691	0,63	3,77	38,0
30/05/95	0,98	0,69	6,12	15,9	0,814	0,64	3,56	17,0
16/06/95	2,03	0,61	15,09	22,2	0,894	0,60		15,8
29/06/95	2,47	0,88	26,65	40,6	0,788	0,87	4,49	16,8
11/07/95	2,76	1,59	27,06	64,4	0,818	0,73	4,81	16,3
26/07/95	2,64	1,33	30,73	50,1	0,913	0,65	3,75	12,4
08/08/95	1,98	0,82			0,83	0,82		
22/08/95	2,46	1,00	26,19	79,7	0,82	0,87	4,30	14,2
05/09/95	2,8	1,15		58,8	0,824	0,69		25,7
21/09/95	2,81	1,15		30,3	0,845	0,68		11,9
03/10/95	2,88	2,01		57,2	0,863	0,65		18,4
17/10/95					1,31	1,52		30,1
21/11/95					0,606	0,30		6,2
18/12/95					0,776	0,48		1,8
16/01/96	2,86	1,51	29,08	49,9	1,36	1,69	7,91	40,2
13/02/96	2,93	1,68	23,33	47,6	1,95	2,68	11,85	62,3
20/03/96	2,89	1,62		38,0	1,3	1,55		20,3
19/04/96	2,73	1,25	24,16	59,4	1,238	1,36		15,5
17/05/96	2,94	2,82	42,37	93,1	1,208	1,74	9,06	23,5
19/06/96	2,53	1,43	32,55	34,5	1,05	1,00	6,24	16,0
08/07/96	2,11	1,37	20,38	44,1	0,992	1,15	6,15	28,0
19/07/96	2,65	1,48	34,58	83,7	1,57	1,89	13,22	28,9
05/08/96	2,79	1,17		35,3	1,05	1,20	5,78	30,5
19/08/96	2,77	2,09	33,93	87,2	0,472	0,49	1,35	4,0
03/09/96	3,02	0,93	25,98	18,7	0,98	1,23	6,63	26,9
18/09/96	2,84	1,60	33,02	41,1	0,911	0,87	5,33	16,1

	I-8				I-10			
Fecha	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94	2,84	1,08	33,25	52,1				
18/01/95	1,82	0,92	20,00	21,0				
24/01/95	0,92	0,76	6,54	14,8				
07/02/95	2,66	0,87	26,05	40,3	2,71	1,09	31,53	60,0
27/02/95	2,65	1,04	33,25	46,1	2,64	0,69	34,73	66,0
08/03/95	2,64	1,14	38,31	61,4	2,72	1,19	35,91	72,3
21/03/95	2,38	0,81	28,34	40,7	2,8	1,18	40,31	80,4
04/04/95	1,37	0,68	14,85	27,2	2,86	1,32	37,72	65,7
19/04/95	2,64	1,15	33,65	57,7	2,89	1,38	37,38	57,8
02/05/95	2,5	1,17	30,36	22,4	2,89	1,33	36,44	71,5
16/05/95	2,36	1,04	29,58	57,6	2,73	1,17	34,71	98,9
30/05/95	2,56	1,02	27,62	39,6	2,7	1,03	29,99	49,7
16/06/95	2,65	1,08	29,18	41,8	2,38	1,03	27,00	70,0
29/06/95	2,36	0,90	25,05	42,2	2,91	1,16	31,89	83,9
11/07/95	2,6	1,13	31,00	94,4	3	1,29	36,62	165,0
26/07/95	2,6	1,01	31,59	56,1	2,91	1,00	22,11	67,5
08/08/95	2,55	0,83		36,2	2,92	1,04		90,2
22/08/95	2,3	0,41	30,61	46,2	2,73	0,98	30,31	103,9
05/09/95	2,53	0,84		46,6	2,8	0,72		33,5
21/09/95	2,76	0,75		32,8	2,89	0,66		42,0
03/10/95	2,82	1,30		57,0	2,82	1,11		61,2
17/10/95	2,85	1,21		55,9	2,92	1,37		76,2
21/11/95	2,88	0,90	26,76	40,4	3,2	1,09	29,52	32,5
18/12/95	2,88	0,72		31,3	3,15	1,12		30,6
16/01/96	2,82	0,90	30,34	46,8	3,1	1,93	32,49	51,6
13/02/96	2,76	0,91	22,78	44,6	2,97	1,54	24,74	45,3
20/03/96	2,69	0,70		33,3	2,87	1,10		31,8
19/04/96	2,23	0,93	19,18	35,9	2,81	1,04	25,70	42,2
17/05/96	2,74	1,51	40,16	63,3	2,89	2,25	40,98	63,5
19/06/96	2,26	1,26	25,80	49,2	2,96	1,92	40,49	49,7
08/07/96	2,53	1,29	28,69	85,4	2,97	1,84	33,51	146,5
19/07/96	1,65	0,80	15,77	62,9	2,81	1,50	36,69	122,7
05/08/96	1,78	0,95	20,74	42,4	2,87	1,21		50,2
19/08/96	0,883	0,57	5,67	13,8	1,94	1,39	21,65	37,2
03/09/96	2,24	1,13	18,94	49,2	2,53	1,24	20,63	62,1
18/09/96	1,11	0,60	7,07	10,3	2,95	1,28	25,33	42,1

	I-9				E-1. bis			
Fecha	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94	1,88	1,35	17,75	9,4				
18/01/95	1,51	1,09	19,66	66,4				
24/01/95	0,57	0,69	2,16	5,9				
07/02/95	1,33	1,12	12,76	15,7				
27/02/95	1,67	1,24	15,67	26,3				
08/03/95	1,38	1,02	13,42	11,2				
21/03/95	0,64	0,50	3,10	6,6				
04/04/95	1,74	1,35	20,72	29,8				
19/04/95	1,68	1,08	15,25	25,8				
02/05/95	2,02	1,18	11,35	19,6				
16/05/95	1,32	0,86	11,39	38,0	0,657	0,43	2,78	3,4
30/05/95	1,67	0,89	13,06	18,6	0,584	0,42	2,50	2,2
16/06/95	1,62	0,57	9,82	14,3	0,598	0,32	1,95	3,3
29/06/95	1,89	0,98	17,52	38,1	0,782	0,72	4,73	19,6
11/07/95	1,84	1,03	19,78	35,3	0,529	0,51	2,37	1,4
26/07/95	1,83	0,75	16,32	25,9	0,597	0,37	2,39	3,2
08/08/95	1,73	0,72			0,518	0,38		0,9
22/08/95	1,78	1,03	21,48	35,9	0,48	0,39	1,82	1,6
05/09/95	1,88	0,80		77,6	0,618			
21/09/95	1,84	0,71		17,2	0,581	0,41		
03/10/95	2,02	0,90		20,4	0,556	0,36		1,6
17/10/95	1,48	0,68		14,5	0,355	0,19		
21/11/95	1,237	0,55		9,7	0,603	0,32		2,0
18/12/95	1,79	0,91		17,1	0,855	0,81		0,5
16/01/96	2,4	1,67	21,60	35,6	1,189	1,49		19,9
13/02/96	2,43	1,90	15,83	44,1	1,89	3,54	10,44	45,6
20/03/96	1,84	1,25		19,6	0,69	0,70		5,3
19/04/96	1,95	1,22		25,4	0,747	1,03		5,5
17/05/96	1,9	1,73	20,96	30,2	0,774	1,26	2,68	3,0
19/06/96	1,6	1,00	12,91	35,7	0,666	0,74	3,18	3,8
08/07/96	1,78	1,36	16,76	58,1	0,552	0,87	2,37	6,5
19/07/96	1,7	1,12	17,34	60,6	0,554	0,63	1,92	27,8
05/08/96	1,78	1,14	19,56	42,5	0,574	0,74	2,25	3,3
19/08/96	1,166	1,24	14,60	22,3	0,604	1,34	3,90	3,3
03/09/96	1,74	1,16	12,75	34,1	0,618	0,89	2,89	3,3
18/09/96	1,43	0,88	11,28	11,5	0,599	0,73	1,84	2,5

	E-2				E-2.2			
Fecha	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl^- $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L
22/12/94								
18/01/95								
24/01/95								
07/02/95					0,5	0,63	1,30	19,5
27/02/95					0,55	0,75	1,96	24,6
08/03/95					0,56	0,54	1,88	34,8
21/03/95					0,44	0,37	0,77	0,5
04/04/95					0,66	0,57	1,81	5,8
19/04/95					0,6	0,76	1,90	0,5
02/05/95					0,64	0,58	2,03	4,4
16/05/95	0,557	0,60	2,31	21,1	0,563	0,64	2,40	26,6
30/05/95	0,752	0,70	3,04	32,2	0,597	0,53	1,89	22,4
16/06/95					0,594			20,8
29/06/95	0,582	0,64	2,10	4,8	0,609	0,65	2,29	3,5
11/07/95	0,75				0,575		2,20	0,1
26/07/95	0,65	0,73	2,02	1,5	0,551	0,47	1,69	1,6
08/08/95	0,463	0,45		13,1				
22/08/95	0,674	0,21	2,35	2,5	0,538	0,63	1,59	0,3
05/09/95	0,734	0,80		1,6	0,605	0,59		1,7
21/09/95	0,898	0,96		0,0	0,549	0,47		1,6
03/10/95	0,963	1,30		65,7	0,603	0,47		16,6
17/10/95	0,731	0,70		0,0	1,046	0,85		0,9
21/11/95	0,554	0,45		19,4	0,5	0,36		11,7
18/12/95	1,065	0,83		0,0	0,671	0,44		0,0
16/01/96	1,51	2,20	7,75	59,4	1,227	2,03	7,20	35,6
13/02/96	2,01	3,07	11,03	72,7	1,95	2,70	11,73	54,9
20/03/96	1,41	2,11		32,1	1,191	1,41		17,3
19/04/96	1,48	2,15	6,67	28,5	1,106	1,35		0,9
17/05/96	1,89				1,138			
19/06/96	1,23	1,49	7,36	3,5	0,803	0,85	4,95	3,4
08/07/96	0,957	1,43	5,28	29,1	0,735	1,09	3,65	23,9
19/07/96	1,031	1,40	5,32	0,0	0,641	0,71	2,41	18,9
05/08/96	0,493	0,46	1,68	2,9	0,743	0,90	2,98	0,2
19/08/96	0,385	0,92	1,38	3,2	0,467	0,93	1,23	1,1
03/09/96	0,981	1,65	5,25	24,4	0,655	0,88	2,54	12,9
18/09/96	0,872	1,13	4,45	20,4	0,66	0,83	2,82	0,2

	E-3				E-3.2			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L
22/12/94				38,6				
18/01/95	1,8	5,06	14,22	47,2				
24/01/95	1,9	4,75	11,90	38,6				
07/02/95	1,9	4,57	12,30	31,5				
27/02/95	2,12	5,25	14,43	18,9				
08/03/95	2,16	5,70	18,29	15,8				
21/03/95	2,43	5,83	20,50	3,1				
04/04/95	2,68	5,94	23,45	0,9				
19/04/95	0,44	0,56	0,94	2,4				
02/05/95	0,42	0,33	0,91	1,5				
16/05/95	0,374	0,29	0,70	3,1	0,498	0,36	1,05	4,1
30/05/95	0,374	0,34	0,81	2,7	0,424	0,40	1,06	3,3
16/06/95	0,366	0,88	0,88	2,1				2,1
29/06/95					0,418	0,45	1,20	6,4
11/07/95	0,356	0,62	0,50	1,5	0,47	0,50	1,23	3,6
26/07/95	0,357	0,31	0,63	2,0	0,396	0,40	1,01	3,6
08/08/95					0,375	0,37		1,7
22/08/95					0,348	0,36	1,03	2,1
05/09/95					0,396	0,37		3,2
21/09/95					0,395	1,06		14,3
03/10/95					0,401	0,35		2,3
17/10/95								
21/11/95		0,18			0,305			2,6
18/12/95	0,375	0,28		3,5	0,434	0,35		0,6
16/01/96	1,62	3,21	6,87	86,9	1,57	3,07	6,47	84,0
13/02/96	1,72	2,30	8,49		1,75	2,51	8,86	37,1
20/03/96	1,95	2,66		38,1	1,64	2,40		31,8
19/04/96	2,25	4,01	11,90	33,2	1,6	1,81		25,2
17/05/96	2,24	5,81	18,97	15,9	1,39			
19/06/96	2,57	3,11	19,48	17,7	0,773	1,14	4,60	13,8
08/07/96	2,61	5,70	20,21	16,0	0,957	1,76	5,68	13,7
19/07/96	0,395	0,50	0,80	2,5	0,708	0,98	3,31	7,8
05/08/96	0,5	0,67	1,65	3,4	0,77	1,22	3,88	8,6
19/08/96	0,545	1,12	3,13	11,2	0,38	0,78	1,14	2,6
03/09/96	0,404	0,44	0,67	2,4	0,63	0,96	3,11	6,4
18/09/96	2,74	6,98	18,11	5,0	0,652	0,88	2,26	5,1

	PI-4				P-12			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L
22/12/94								
18/01/95								
24/01/95								
07/02/95								
27/02/95								
08/03/95								
21/03/95					1,48	0,82	13,82	50,6
04/04/95								
19/04/95								
02/05/95								
16/05/95	2,62	0,78	32,63	10,2				
30/05/95	1,64	0,66	14,36	12,3	3,9	3,12	50,89	55,2
16/06/95	3,04	1,11		12,2	2,92			31,9
29/06/95	3,07	0,82		13,8	2,86	0,82		24,3
11/07/95					2,99	1,27	38,67	86,6
26/07/95	1,68	0,60	14,03	10,6	3,01	1,15	24,11	47,5
08/08/95	2,68	0,80		7,1	3,03	1,36		42,7
22/08/95					2,85	1,28	37,68	56,5
05/09/95	3,16	1,04		23,1	2,98	0,87		46,6
21/09/95	2,74	0,72		6,6				
03/10/95								
17/10/95								
21/11/95								
18/12/95								
16/01/96	3,17	1,27		20,9	3,04	0,92	33,01	33,1
13/02/96	3,16	1,26	35,11	25,7	2,98	1,02	33,47	35,1
20/03/96								
19/04/96					2,88	0,71	27,49	29,6
17/05/96					2,92	1,49	43,32	44,4
19/06/96					2,86	1,20	41,73	16,0
08/07/96	2,42	1,21	30,72	15,7				
19/07/96	2,24				1,12	0,77	8,82	2,4
05/08/96	3,15	1,63	44,39	27,2	2,97	0,61	28,16	15,3
19/08/96	3,19	1,52	42,76	23,7	3	1,10	41,75	32,8
03/09/96	3,07	0,92	6,70	5,9	2,91	0,91	17,23	16,2
18/09/96	3,09	1,28	34,44	10,9	2,92	1,02	33,34	22,3

	P-14				P-19			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L
22/12/94								
18/01/95								
24/01/95								
07/02/95								
27/02/95								
08/03/95								
21/03/95								
04/04/95								
19/04/95								
02/05/95					0,86	1,10	1,35	73,0
16/05/95	2,6	1,05	33,06	90,0	0,823	1,00	1,87	108,3
30/05/95	1,61	0,76	15,45	54,5	0,63	0,82	1,45	93,9
16/06/95					0,927	1,07	1,44	65,4
29/06/95	2,1	0,66		43,0	0,915	0,80		53,4
11/07/95	2,03	0,90	17,36	51,3	0,953	1,14	1,60	163,6
26/07/95		0,86	19,08	47,9	0,939	0,93	1,48	66,2
08/08/95	2,08	0,90		52,8	0,898	0,71		93,7
22/08/95					0,838	0,96	0,98	117,3
05/09/95	2,24	0,77		56,2	0,792	0,74		84,5
21/09/95	2,06	0,69			0,911	0,66		50,9
03/10/95	2,35	1,16		48,8	0,711	0,88		76,5
17/10/95	2,58	1,14			0,823	0,87		
21/11/95	2,69	0,87	24,25	33,8				
18/12/95								
16/01/96	2,7	0,98	35,45	48,0	0,852	0,76		62,7
13/02/96	2,68	0,85	29,65	39,2	0,873	0,95	1,95	56,3
20/03/96					0,629	0,61		38,5
19/04/96	2,49	0,59	22,20	43,2	0,883	0,82		61,1
17/05/96	2,55	1,43	36,64	81,7	0,766	1,42	1,82	68,9
19/06/96	2,29	1,03	27,11	30,6	0,783	1,10	1,77	32,4
08/07/96	1,93	1,24	22,81	92,3	0,776	1,47	1,88	134,2
19/07/96		1,81	25,91	76,9	0,819	1,31	1,70	84,6
05/08/96	2,09	0,99	22,98	19,1	0,867	0,91	1,44	33,3
19/08/96	2,09	1,57	31,88	74,4	0,854	1,33	1,93	112,7
03/09/96	2,17	0,79	18,34	28,4	0,877	0,64	1,06	34,1
18/09/96	2,25	0,98	24,83	34,7	0,86	0,74	1,58	39,6

	CMO				CCI			
Fecha	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L	*CE* dS/m	*Cl⁻* $mmol_c/L$	*SO_4^{2-}* $mmol_c/L$	*NO_3^-* mg/L
22/12/94								
18/01/95								
24/01/95								
07/02/95	0,36	0,49	0,81	2,5				
27/02/95								
08/03/95								
21/03/95								
04/04/95								
19/04/95								
02/05/95	0,41	0,37	0,72	2,7	0,39	0,24	0,60	2,1
16/05/95	0,368	0,42	0,90	3,0	0,308	0,15	0,57	2,9
30/05/95	0,384	0,37	1,00	2,9	0,307	0,12	0,91	2,5
16/06/95	0,373	0,27	0,90	3,1	0,294	0,08	0,84	2,8
29/06/95	0,374	0,40	0,89	6,3	0,286	0,15	0,74	3,7
11/07/95	0,368	0,32	0,59	2,3	0,265	0,15	1,02	2,4
26/07/95	0,36	0,36	0,90	3,4	0,279	0,16	0,85	2,3
08/08/95	0,352	0,42		6,9	0,274	0,16		6,0
22/08/95	0,319	0,33	0,48	2,1	0,263	0,08	0,67	1,1
05/09/95	0,383	0,34		3,0	0,29	0,13		2,2
21/09/95	0,368	0,32		2,0	0,307	0,18		2,3
03/10/95	0,339	0,32		2,1	0,333	0,22		1,9
17/10/95					0,315	0,15		1,3
21/11/95	0,397	0,51		0,7	0,315	0,19		2,1
18/12/95	0,365	0,39		1,0	0,365	0,25		0,3
16/01/96	0,425	0,32		4,8	0,478	0,56		7,7
13/02/96	0,475	0,67	1,44	3,8	0,91	1,20	4,37	19,0
20/03/96	0,451	0,33		4,6	0,571	0,53		8,3
19/04/96	0,462	0,53		5,4	0,363	0,15		2,7
17/05/96	0,431	0,65	0,44	3,8	0,389	0,84	0,44	3,2
19/06/96	0,365	0,76	0,86	7,3	0,364	0,47	1,06	4,1
08/07/96	0,358	0,53	0,77	3,1	0,255	0,18	0,51	0,5
19/07/96	0,381	0,49	0,82	3,0	0,318	0,51	0,51	1,4
05/08/96	0,373	0,56	0,74	3,6	0,254	0,07	0,36	1,3
19/08/96	0,363	0,38	0,62	3,0	0,253	0,08	0,44	1,1
03/09/96	0,357	0,46	0,82	2,4	0,288	0,08	0,65	0,0
18/09/96	0,359	0,39	0,69	2,9	0,257	0,10	0,50	0,7

	D-20.1				D-20.2				D-20.3				F-3C			
Fecha	CE dS/m	Cl⁻ mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl⁻ mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl⁻ mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L	CE dS/m	Cl⁻ mmol$_c$/L	SO_4^{2-} mmol$_c$/L	NO_3^- mg/L
22/12/94																
18/01/95																
24/01/95																
07/02/95																
27/02/95																
08/03/95																
21/03/95																
04/04/95					2,6	1,22	37,29									
19/04/95																
02/05/95	2,85	1,07	37,42	73,9												
16/05/95	2,55	0,82	35,20	18,3	2,71	0,95	35,84	70,3								
30/05/95	2,63	0,73	33,93		2,62	0,77	34,52	16,8								
16/06/95	2,77	0,87	30,87	37,1	2,56	0,64	29,17	27,9								
29/06/95	2,82	0,98	34,68	66,0	2,6	0,51		27,0								
11/07/95	2,83	0,95	29,41	29,7	2,57	0,74	28,63	26,0								
26/07/95	2,29	0,51	17,68	33,8	2,73	0,51	21,82	18,2					3,11	4,26		4,0
08/08/95	2,88	0,70		47,8	2,7	0,54							3,18	4,01		5,7
22/08/95	2,54	0,59	36,40	40,0	2,5	0,57	35,79	11,9								
05/09/95	2,77	0,59		31,3	2,61	0,50		10,2								
21/09/95	2,67	0,47		13,4	2,48	0,48		5,5								
03/10/95	2,8	0,58		19,9	2,68	0,54		8,2								
17/10/95	2,87															
21/11/95	2,87															
18/12/95																
16/01/96	2,89	0,77	31,17	26,7	2,78	0,81		15,2	2,83	0,66	29,97	32,6	2,66	4,39	18,52	50,8
13/02/96	2,87	0,67		26,3	2,78	0,75		17,1	2,84	0,86		38,0	2,45		14,72	76,0
20/03/96	2,82			25,6												
19/04/96	2,77	0,86		27,6	2,26	0,79		13,0	2,68	0,93		39,3	2,56	3,71	16,84	48,4
17/05/96	2,89	1,16	40,37	43,3					2,97	1,24	39,38	90,4	2,59	5,58	26,30	48,5
19/06/96	2,8	1,01	38,16	33,6	2,58	0,81	12,62	40,7	2,89	1,18	40,63	36,0	2,61	5,93	24,83	18,5
08/07/96	2,77	1,15	33,69	55,1	2,66	1,15	34,32	47,8	2,93	1,29	34,74	116,1				
19/07/96	2,84	1,06	35,07	78,8	2,71	1,06	35,36	38,7	2,94	1,17	35,62	124,5	2,76	5,32	23,55	34,3
05/08/96	2,9	0,98	24,07	32,2	2,53	0,76	23,35	18,5	2,9	1,27	24,06	32,0	2,81	5,70	27,56	34,1
19/08/96	2,83	1,73	39,35	125,2	2,76	1,39	37,82	81,1	2,93	1,16	40,22	99,2	2,81	5,83	21,27	25,9
03/09/96	2,79	0,68	21,67	29,6	2,72	0,69	22,87	15,6	2,96	0,93	25,66	47,8	2,83	4,83	19,29	25,3
18/09/96													2,86	6,85	26,07	12,4

ANEJO 4

Volúmenes de precipitación (*P*), riego (*R*), evapotranspiración (*ET*) y drenaje (*V*) en el polígono de riego de La Violada y precipitación (*P*) en la cuenca vertiente del Barranco de La Violada en D-14 (años hidrológicos 1995 y 1996).

Octubre 1994

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	6,9	364,48	2,44	60,74	238,65	7,9	1547,80
2	0	0	0	79,59	232,64	0	0
3	0	0	2,35	113,85	195,82	0	0
4	2,9	153,19	0	64,41	183,34	2,9	565,20
5	0	0	8,84	79,44	156,22	0,0	2,71
6	0	0	0	97,20	122,65	0	0
7	0	0	6,69	39,63	118,22	0	0
8	0	0	1,02	37,78	115,24	0	0
9	4,3	227,14	0	20,81	111,43	4,4	872,28
10	2,5	132,06	0	9,02	108,25	2,1	407,20
11	0,9	47,54	0	45,28	105,33	0,9	169,30
12	0,1	5,28	0	54,58	101,78	0,1	14,73
13	0	0	0	63,95	99,90	0	0
14	0	0	0	59,65	98,37	0	0
15	10,1	533,51	0	23,04	97,44	9,8	1926,13
16	4,6	242,98	0	50,69	103,23	4,4	862,07
17	0	0	0	78,20	107,62	0	0
18	0	0	0	114,79	101,62	0	0
19	8,9	470,12	0	50,51	98,97	12,8	2512,06
20	0	0	0	128,33	104,18	0	0
21	0	0	0	104,99	99,53	0	0
22	3	158,47	0	59,23	94,62	3,4	660,47
23	0	0	0	136,45	93,77	0	0
24	0	0	0	104,42	89,14	0	0
25	2,1	110,93	0	45,31	86,54	1,9	381,56
26	0	0	0	85,94	84,94	0	0
27	13,8	728,95	0	45,15	84,83	14,8	2906,40
28	0	0	0	85,62	96,31	0	0
29	0	0	0	71,97	91,32	0	0
30	0	0	0	49,39	86,03	0	0
31	0	0	0	76,19	83,63	0	0
Total mes	**60,1**	**3174,63**	**21,34**	**2136,14**	**3591,57**	**65,3**	**12827,91**

Servicio de Investigación D. C. A. Edafología

Noviembre 1994

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	*P* (mm)	*P* (dam³)	*R* (dam³)	*ET* (dam³)	*V* (dam³)	*P* (mm)	*P* (dam³)
1	0	0	0	43,42	81,89	0	0
2	0	0	0	52,00	80,74	0	0
3	33,2	1753,71	0	47,58	79,60	31,8	6242,45
4	13,5	713,10	0	17,27	196,63	13,4	2622,97
5	0,4	21,13	0	51,70	144,81	0,3	60,27
6	9,6	507,10	0	38,70	106,83	8,9	1737,90
7	2	105,65	0	17,17	104,38	1,8	349,97
8	1,6	84,52	0	21,42	104,14	1,9	375,68
9	2,6	137,34	0	0,00	93,37	2,0	393,77
10	0	0	0	51,21	89,52	0	0
11	0	0	0	106,48	83,72	0	0
12	2,9	153,19	0	58,35	80,32	2,9	567,14
13	0	0	0	62,40	77,26	0	0
14	0	0	0	41,52	74,76	0	0
15	0	0	0	45,58	72,66	0	0
16	0	0	0	28,95	70,87	0	0
17	0	0	0	49,52	70,57	0	0
18	0	0	0	82,37	68,36	0	0
19	0	0	0	53,43	66,27	0	0
20	0	0	0	28,71	65,16	0	0
21	0	0	0	25,15	63,29	0	0
22	0	0	0	16,76	67,92	0	0
23	0	0	0	4,19	82,30	0	0
24	0	0	0	4,19	83,68	0	0
25	0	0	0	12,57	80,14	0	0
26	0	0	0	12,57	69,58	0	0
27	0	0	0	33,53	68,91	0,0	0,90
28	0	0	0	16,76	65,27	0,7	143,20
29	0,4	21,13	0	12,57	58,70	0,3	59,81
30	0	0	0	20,96	58,36	0	0
Total mes	**66,2**	**3496,85**	**0,00**	**1057,04**	**2510,04**	**63,9**	**12554,06**

Diciembre 1994

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	*P* (mm)	*P* (dam³)	*R* (dam³)	*ET* (dam³)	*V* (dam³)	*P* (mm)	*P* (dam³)
1	0,3	15,85	0	10,43	58,11	0,2	44,18
2	0	0	0	41,70	58,14	0	0
3	0	0	0	20,85	57,48	0	0
4	0	0	0	20,85	57,67	0	0
5	0	0	0	27,81	56,17	0	0
6	0	0	0	10,43	55,57	0	0
7	2,6	137,34	0	6,95	55,31	2,9	571,14
8	0	0	0	20,86	55,86	0	0
9	0	0	0	24,35	60,50	0,1	22,28
10	0	0	0	41,74	83,04	0	0
11	0	0	0	13,92	82,66	0	0
12	0	0	0	6,96	73,10	0	0
13	0	0	0	6,97	49,93	0	0
14	0	0	0	3,49	49,82	0	0
15	0	0	0	10,46	49,96	0	0
16	0	0	0	8,64	50,15	0	0
17	0	0	0	0,00	50,54	0	0
18	2,7	142,62	0	27,95	53,55	2,7	535,87
19	0	0	0	10,49	50,48	0	0
20	0	0	0	48,97	50,67	0	0
21	3,6	190,16	0	56,00	53,66	3,6	701,10
22	0	0	0	87,56	54,07	0	0
23	0	0	0	45,56	50,20	0	0
24	0	0	0	7,01	50,36	0	0
25	0	0	0	17,54	50,60	0	0
26	0	0	0	10,53	50,90	0	0
27	0	0	0	0,00	50,69	0	0
28	0	0	0	0,00	49,98	0	0
29	0	0	0	10,55	49,41	0	0
30	6,7	353,91	0	7,04	49,38	6,9	1347,24
31	0,2	10,56	0	52,82	48,80	0,4	76,29
Total mes	**16,1**	**850,44**	**0,00**	**658,43**	**1716,77**	**16,8**	**3298,11**

Enero 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	0	75,87	48,36	0	0
2	0	0	0	42,52	47,41	0	0
3	0	0	0	30,39	47,02	0	0
4	0	0	0	54,74	58,04	0	0
5	0	0	0	12,19	62,66	0	0
6	0	0	0	42,73	49,16	0	0
7	0	0	0	64,22	48,56	0	0
8	0	0	0	64,33	48,47	0	0
9	0	0	0	67,52	47,19	0	0
10	0	0	0	70,72	50,35	0	0
11	0	0	0	58,52	65,38	0	0
12	0	0	0	102,15	64,51	0	0
13	0	0	0	86,76	62,54	0	0
14	0	0	0	46,16	58,31	0	0
15	0	0	0	37,55	60,59	0	0
16	0	0	0	17,36	65,18	0	0
17	1,3	68,67	0	16,83	56,78	1,3	262,70
18	6,3	332,78	0	24,26	48,60	6,6	1297,82
19	0	0	0	26,18	53,14	0	0
20	0	0	0	21,91	101,27	0	0
21	0	0	0	28,22	118,36	0	0
22	0	0	0	18,85	124,70	0	0
23	0,7	36,98	0	28,32	125,05	0,9	171,76
24	0	0	0	15,76	125,12	0	0
25	0	0	0	34,56	125,47	0	0
26	0	0	35,27	58,30	124,65	0	0
27	0,2	10,56	48,96	56,34	122,82	0,3	53,55
28	0	0	22,53	31,30	121,51	0	0
29	0	0	8,58	14,42	118,59	0	0
30	0	0	0	52,89	124,04	0	0
31	0	0	0	35,95	130,75	0	0
Total mes	**8,5**	**448,99**	**115,34**	**1337,83**	**2504,61**	**9,1**	**1785,83**

Febrero 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	0	41,26	129,41	0	0
2	0	0	0	62,62	128,85	0	0
3	0	0	0	28,32	134,08	0	0
4	0	0	0	35,36	120,07	0	0
5	0	0	0	23,63	62,58	0	0
6	0	0	0	33,06	54,33	0	0
7	0	0	0	42,62	53,58	0	0
8	0	0	0	35,15	53,40	0	0
9	0	0	0	25,87	53,80	0	0
10	0	0	5,48	16,45	54,29	0	0
11	0	0	144,25	35,43	54,24	0	0
12	5,2	274,68	23,21	23,59	67,53	5,5	1083,11
13	2,8	147,90	0	42,63	63,85	3,1	611,45
14	0	0	0	36,29	64,73	0,0	0,90
15	0	0	0	42,96	100,22	0	0
16	0	0	0	71,32	91,10	0	0
17	2	105,65	0	65,02	56,37	1,6	321,36
18	0	0	40,03	85,81	55,91	0	0
19	0	0	0	34,88	58,27	0	0
20	0	0	0	71,80	56,86	0	0
21	0	0	0	42,10	58,86	0,1	29,07
22	0,3	15,85	0	27,18	75,44	0,7	139,52
23	0	0	0	37,45	61,35	0	0
24	0	0	0	59,83	56,34	0	0
25	0,6	31,69	93,66	69,87	56,44	0,5	93,34
26	0	0	17,26	87,41	56,05	0	0
27	0	0	0	72,05	54,77	0	0
28	0	0	0	51,86	70,53	0	0
Total mes	**10,9**	**575,77**	**323,90**	**1301,81**	**2003,27**	**11,6**	**2278,74**

Marzo 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	0	95,97	102,51	0	0
2	0	0	0	59,09	100,32	0	0
3	1,4	73,95	0	69,44	79,95	1,5	296,68
4	1,9	100,36	2,18	27,73	52,67	1,9	377,55
5	0,3	15,85	0	4,38	51,81	0,2	47,35
6	0	0	97,21	70,57	53,11	0	0
7	0	0	48,28	43,28	63,21	0	0
8	0	0	25,91	53,73	67,29	0,0	0,90
9	0	0	37,70	57,78	65,76	0	0
10	1,7	89,80	26,61	67,89	67,79	2,0	390,41
11	0	0	19,14	43,24	69,82	0	0
12	0	0	12,59	70,53	95,82	0	0
13	0	0	65,30	59,61	122,39	0	0
14	0	0	41,35	101,05	115,02	0	0
15	0	0	10,95	68,50	116,21	0	0
16	0	0	182,29	72,31	115,25	0	0
17	0	0	159,79	58,01	120,93	0	0
18	0	0	179,88	66,06	126,27	0	0
19	0	0	81,64	47,64	133,10	0	0
20	0	0	164,12	52,74	128,88	0	0
21	0	0	94,45	39,81	124,39	0	0
22	0	0	83,92	35,41	108,70	0	0
23	0	0	253,72	43,83	66,37	0	0
24	0	0	220,62	39,65	77,06	0	0
25	0	0	152,37	44,97	73,05	0	0
26	0	0	131,69	44,07	77,93	0	0
27	0	0	198,10	60,90	91,33	0	0
28	0	0	165,00	59,53	88,81	0	0
29	0	0	90,58	64,46	85,77	0	0
30	0	0	158,41	48,54	80,72	0	0
31	0	0	89,06	39,16	86,00	0	0
Total mes	**5,3**	**279,96**	**2792,87**	**1709,87**	**2808,21**	**5,7**	**1112,89**

Abril 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	94,21	39,80	86,51	0	0
2	0	0	90,89	47,35	82,86	0	0
3	0	0	283,87	56,00	82,18	0	0
4	0	0	198,62	44,61	90,01	0	0
5	0	0	198,26	37,02	88,81	0	0
6	0	0	316,85	45,47	88,67	0	0
7	0	0	305,17	39,93	94,09	0	0
8	0	0	321,43	47,17	100,67	0	0
9	0	0	324,46	42,04	106,35	0	0
10	0	0	330,69	41,07	110,12	0	0
11	0	0	338,94	39,04	116,59	0	0
12	0	0	333,11	36,46	116,37	0	0
13	0	0	342,07	53,44	118,02	0	0
14	0	0	313,95	33,43	122,27	0	0
15	0	0	270,25	75,96	127,26	0	0
16	0	0	215,63	73,85	124,74	0	0
17	0	0	247,33	57,98	121,34	0	0
18	0	0	210,74	64,08	125,06	0	0
19	0	0	149,22	73,27	120,74	0	0
20	6,9	364,48	172,84	33,38	116,39	6,7	1308,80
21	0	0	164,91	44,96	116,24	0,0	2,71
22	0	0	105,92	55,47	119,99	0,3	66,72
23	28,4	1500,16	29,03	42,20	113,84	25,2	4938,74
24	0	0	32,99	121,18	122,03	0,0	2,71
25	0	0	29,18	169,69	112,44	0	0
26	0	0	8,57	178,29	98,08	0	0
27	8,5	448,99	0	117,85	92,70	8,4	1644,24
28	0	0	0	142,64	93,77	0	0
29	0	0	15,39	175,75	89,74	0	0
30	0	0	0	180,35	87,97	0	0
Total mes	**43,8**	**2313,63**	**5444,51**	**2209,73**	**3185,84**	**40,6**	**7963,93**

Mayo 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	0	250,25	83,69	0	0
2	0	0	24,52	142,50	82,79	0	0
3	1,2	63,39	4,43	91,03	89,21	1,2	244,49
4	0	0	3,40	148,39	83,77	0	0
5	0	0	23,25	167,41	86,48	0	0
6	0	0	42,27	158,88	85,82	0	0
7	0	0	10,50	142,62	92,96	0	0
8	0	0	61,44	94,27	85,72	0	0
9	2,6	137,34	76,78	73,08	97,25	3,1	602,92
10	0	0	101,26	101,22	103,24	0,0	0,90
11	0,5	26,41	192,33	117,51	109,40	0,4	76,80
12	0	0	173,37	121,94	121,12	0	0
13	0	0	177,09	99,22	130,45	0	0
14	1,1	58,10	118,97	87,37	133,15	1,2	233,38
15	6,6	348,63	70,94	78,71	127,31	5,5	1089,77
16	14	739,52	187,20	59,04	126,78	12,6	2464,98
17	3,7	195,44	111,53	195,46	146,47	3,4	672,62
18	3,2	169,03	45,01	120,44	137,46	3,2	621,72
19	0	0	21,50	222,26	120,90	0	0
20	0	0	74,81	246,52	117,08	0	0
21	0	0	10,42	166,47	117,34	0	0
22	0	0	13,02	167,66	101,54	0	0
23	0	0	50,84	188,42	100,28	0	0
24	0	0	69,45	144,37	98,43	0	0
25	3,6	190,16	237,14	69,66	109,29	3,0	591,04
26	0	0	161,11	166,76	138,86	0	0
27	0	0	155,49	134,81	142,66	0	0
28	0	0	73,63	138,25	137,43	0	0
29	0	0	153,52	135,73	127,52	0	0
30	0	0	142,66	167,92	132,58	0	0
31	0	0	92,16	102,82	124,86	0	0
Total mes	**36,5**	**1928,02**	**2680,01**	**4300,98**	**3491,85**	**33,6**	**6598,61**

Junio 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	187,47	96,55	126,88	0	0
2	0	0	126,26	78,35	146,25	0	0
3	0	0	130,75	75,50	143,62	0	0
4	0	0	31,98	80,94	134,58	0	0
5	0	0	210,24	104,91	120,34	0	0
6	0	0	207,27	105,75	142,23	0	0
7	0	0	126,69	114,48	144,61	0,0	0,90
8	0	0	291,66	124,10	146,87	0,0	0,90
9	0	0	264,87	141,13	161,09	0,2	44,57
10	0	0	293,93	143,35	168,91	0	0
11	0	0	281,05	127,33	180,49	0	0
12	0	0	292,81	138,60	177,39	0	0
13	0	0	297,72	134,08	184,88	0	0
14	0	0	304,30	94,24	191,50	0	0
15	0	0	316,34	82,91	194,96	0	0
16	0	0	289,25	98,48	197,06	0	0
17	0	0	287,12	111,92	195,01	0	0
18	0	0	275,27	143,53	198,60	0	0
19	0	0	303,89	167,98	198,50	0	0
20	0	0	304,87	117,10	199,25	0,2	44,57
21	0	0	286,25	172,14	200,22	0	0
22	0	0	310,77	143,80	205,18	0	0
23	0	0	279,03	194,61	211,82	0	0
24	0	0	281,27	148,37	206,79	0	0
25	0,5	26,41	275,49	97,08	216,84	0,4	74,99
26	0	0	262,41	101,59	211,28	0	0
27	0	0	302,82	79,51	210,24	0	0
28	0	0	283,38	86,89	214,77	0	0
29	0	0	246,82	116,49	215,44	0	0
30	6,8	359,19	260,76	134,96	207,60	6,1	1191,05
Total mes	**7,3**	**385,60**	**7612,72**	**3556,67**	**5453,22**	**6,9**	**1356,99**

Julio 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	*P* (mm)	*P* (dam³)	*R* (dam³)	*ET* (dam³)	*V* (dam³)	*P* (mm)	*P* (dam³)
1	0,1	5,28	263,80	151,86	221,88	0,3	60,20
2	0	0	206,95	150,51	219,57	0	0
3	0	0	239,93	162,91	215,09	0	0
4	0	0	230,33	138,27	214,26	0	0
5	0	0	195,92	130,54	208,41	0	0
6	0	0	203,93	125,86	196,49	0	0
7	0	0	223,59	154,48	184,93	0	0
8	0	0	229,26	152,51	191,98	0	0
9	0	0	238,98	118,53	205,56	0,0	1,81
10	0	0	245,50	124,24	204,80	0	0
11	0	0	263,25	142,90	199,50	0	0
12	0	0	267,50	146,95	204,54	0	0
13	0	0	255,62	138,59	202,17	0,0	9,49
14	0	0	264,59	121,46	197,69	0	0
15	0	0	255,80	156,08	205,16	0	0
16	2,7	142,62	242,43	145,80	203,61	2,4	464,50
17	0	0	232,24	124,85	209,60	0	0
18	0	0	247,75	157,04	190,63	0	0
19	0	0	215,61	172,86	191,44	0	0
20	0	0	245,31	202,71	174,43	0	0
21	0	0	253,07	169,27	181,49	0	0
22	0	0	251,77	162,02	200,27	0	0
23	0	0	259,35	135,09	187,73	0	0
24	0	0	267,26	117,36	196,21	0	0
25	2,1	110,93	268,63	103,90	195,35	1,6	318,32
26	0	0	264,18	101,40	185,94	0	0
27	0	0	262,96	101,67	187,07	0	0
28	0	0	250,05	109,49	176,74	0	0
29	0	0	248,55	135,27	185,39	0	0
30	0	0	242,24	104,26	195,08	0	0
31	0	0	260,03	145,81	180,98	0	0
Total mes	**4,9**	**258,83**	**7596,38**	**4304,51**	**6113,99**	**4,4**	**854,32**

Agosto 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	*P* (mm)	*P* (dam³)	*R* (dam³)	*ET* (dam³)	*V* (dam³)	*P* (mm)	*P* (dam³)
1	0	0	252,07	141,89	179,06	0	0
2	0	0	233,21	158,16	182,33	0	0
3	0	0	251,65	139,28	175,43	0	0
4	0	0	267,81	121,80	172,99	0	0
5	0	0	263,15	102,09	175,07	0	0
6	0	0	252,28	129,28	191,63	0,0	1,81
7	0	0	256,12	138,13	192,16	0	0
8	0	0	273,01	104,67	175,15	0	0
9	13,6	718,39	243,28	90,71	167,54	13,0	2551,53
10	7,3	385,60	237,46	156,86	203,08	10,3	2021,92
11	0	0	269,16	231,15	219,90	0	0
12	0	0	232,67	258,16	218,37	0	0
13	0	0	203,16	205,45	210,05	0	0
14	0	0	217,64	222,55	188,55	0	0
15	0	0	209,55	159,87	186,91	0	0
16	0	0	203,27	148,08	184,73	0	0
17	0	0	221,05	186,72	181,46	0	0
18	0	0	234,28	116,07	174,41	0	0
19	0	0	237,75	134,03	175,08	0	0
20	1	52,82	232,00	44,35	182,00	0,8	147,28
21	0	0	221,36	90,30	178,67	0,3	66,85
22	0	0	245,46	94,52	183,23	0	0
23	1	52,82	234,72	89,87	187,08	3,5	686,18
24	0	0	248,01	149,48	195,49	0	0
25	0	0	232,35	153,83	183,29	0	0
26	0	0	194,44	158,19	185,17	0	0
27	0	0	188,64	151,52	171,80	0	0
28	0	0	225,41	156,66	156,18	0	0
29	0	0	224,43	119,53	165,26	0	0
30	0	0	231,57	115,65	160,33	0	0
31	0	0	245,79	95,20	167,21	0	0
Total mes	**22,9**	**1209,64**	**7282,75**	**4364,04**	**5669,62**	**27,9**	**5475,57**

Septiembre 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	230,95	99,64	179,32	0	0
2	0	0	229,00	98,47	169,99	0	0
3	0	0	233,59	126,03	162,84	0	0
4	1,5	79,23	211,23	71,09	165,97	1,4	270,46
5	0	0	217,41	64,25	170,52	0	0
6	0,6	31,69	213,54	90,73	168,54	0,5	88,37
7	0	0	221,89	153,86	174,83	0,3	66,85
8	0	0	137,29	116,66	185,24	0	0
9	0	0	93,59	127,57	151,80	0	0
10	0	0	74,86	109,71	141,88	0	0
11	0	0	82,42	90,85	130,99	0,2	44,57
12	0	0	61,50	108,74	128,80	0	0
13	0	0	144,64	112,88	115,44	0	0
14	0	0	147,48	107,57	121,90	0	0
15	0	0	145,54	106,32	130,71	0	0
16	1,1	58,10	152,02	58,10	132,72	1,4	275,69
17	0,8	42,26	149,54	34,40	143,64	1,0	186,93
18	8,8	464,84	114,57	32,86	150,61	8,4	1643,14
19	0,3	15,85	108,94	110,80	139,98	0,2	44,18
20	0	0	97,96	85,88	134,04	0	0
21	0	0	63,45	84,84	131,53	0	0
22	0	0	59,66	86,44	114,79	0	0
23	0	0	63,98	67,02	109,39	0	0
24	0	0	33,81	79,33	112,99	0	0
25	0	0	109,58	121,39	95,81	0	0
26	0	0	112,89	87,06	98,43	0	0
27	0	0	105,84	100,15	107,38	0	0
28	0	0	117,09	107,57	101,35	0	0
29	0	0	117,00	94,52	112,38	0	0
30	0	0	110,43	64,56	107,41	0	0
Total mes	**13,1**	**691,98**	**3961,67**	**2799,30**	**4091,22**	**13,3**	**2620,19**

Octubre 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	0	77,24	117,85	0	0
2	1,2	63,39	0	80,27	83,34	1,0	202,63
3	0	0	0	57,09	72,80	0	0
4	0	0	0	71,73	68,22	0,0	0,90
5	0	0	0	53,68	64,44	0	0
6	0	0	0	28,62	61,31	0	0
7	0	0	161,53	26,73	60,08	0	0
8	0	0	82,60	32,04	84,30	0	0
9	0	0	0	23,22	123,47	0	0
10	0	0	0	24,11	167,13	0	0
11	0	0	0	27,42	90,88	0	0
12	0	0	0	22,63	52,46	0	0
13	0	0	0	19,52	50,28	0	0
14	1,9	100,36	0	14,27	49,65	1,7	340,22
15	0	0	0	20,01	48,73	0	0
16	0	0	0	18,30	51,42	0	0
17	0	0	0	15,89	52,22	0	0
18	0	0	0	12,91	47,05	0	0
19	0	0	0	14,81	45,80	0	0
20	0	0	0	18,55	44,26	0	0
21	0	0	124,43	13,38	44,52	0	0
22	0	0	97,01	12,12	55,84	0	0
23	0	0	0	15,05	126,19	0	0
24	0,2	10,56	0	7,55	133,44	0,5	97,67
25	0	0	0	27,64	64,46	0	0
26	0	0	0	30,57	46,93	0	0
27	0	0	0	21,94	43,41	0	0
28	0	0	0	22,84	42,89	0	0
29	0	0	0	27,85	41,91	0	0
30	0	0	0	22,52	40,87	0	0
31	0	0	0	16,28	40,43	0	0
Total mes	**3,3**	**174,31**	**465,57**	**876,79**	**2116,57**	**3,3**	**641,42**

Noviembre 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	*P* (mm)	*P* (dam³)	*R* (dam³)	*ET* (dam³)	*V* (dam³)	*P* (mm)	*P* (dam³)
1	0	0	0	21,64	40,59	0	0
2	0	0	0	81,08	39,89	0	0
3	0	0	0	73,04	38,20	0	0
4	0	0	41,62	40,72	37,83	0	0
5	0	0	14,46	12,95	40,80	0	0
6	0	0	0	8,77	40,87	0	0
7	0	0	0	11,04	38,70	0	0
8	0	0	0	9,34	37,47	0	0
9	1,1	58,10	48,73	11,54	36,91	1,1	212,90
10	10,6	559,92	16,36	7,41	44,28	10,3	2022,96
11	5,7	301,09	0	47,45	53,82	7,0	1371,33
12	0	0	0	49,29	46,11	0	0
13	0	0	0	61,21	45,09	0	0
14	0	0	0	65,14	44,35	0	0
15	2,3	121,49	0	20,32	44,01	2,7	533,29
16	0,1	5,28	0	16,32	44,01	0,1	14,73
17	1,2	63,39	0	73,32	43,89	1,5	301,72
18	1,9	100,36	0	32,52	44,40	2,2	431,16
19	0	0	0	73,03	46,85	0	0
20	0	0	0	32,39	65,77	0	0
21	1,8	95,08	0	23,90	84,98	2,1	421,86
22	0	0	0	43,82	46,79	0	0
23	0	0	0	35,85	45,54	0	0
24	0	0	0	15,93	45,34	0	0
25	0,7	36,98	0	27,88	44,96	0,6	126,60
26	0	0	0	59,75	44,90	0,0	1,81
27	0	0	0	34,94	45,44	0	0
28	0	0	0	31,02	46,39	0	0
29	0	0	0	30,16	47,17	0	0
30	2,8	147,90	0	18,71	47,37	3,8	739,28
Total mes	**28,2**	**1489,60**	**121,16**	**1070,46**	**1372,74**	**31,5**	**6177,63**

Diciembre 1995

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	*P* (mm)	*P* (dam³)	*R* (dam³)	*ET* (dam³)	*V* (dam³)	*P* (mm)	*P* (dam³)
1	0	0	0	14,79	47,85	0,0	1,81
2	1,9	100,36	0	0,00	48,44	1,9	375,74
3	0	0	0	44,52	49,35	0	0
4	2,6	137,34	0	34,62	48,89	3,5	678,82
5	0	0	0	74,20	48,37	0	0
6	0	0	0	34,63	46,08	0,0	0,90
7	8,4	443,71	0	4,95	45,74	9,0	1759,02
8	1,6	84,52	0	0,00	46,25	1,9	363,79
9	2,4	126,77	0	9,90	45,74	2,2	422,58
10	0,1	5,28	0	9,90	45,33	0,1	15,63
11	0	0	0	29,70	45,03	0	0
12	0	0	0	14,85	44,69	0	0
13	0	0	0	74,28	44,25	0	0
14	0	0	0	54,48	44,04	0	0
15	30,3	1600,52	0	0,00	45,19	29,8	5849,24
16	0,1	5,28	0	9,91	54,07	0,1	14,73
17	0	0	0	14,86	51,31	0	0
18	0	0	0	9,91	47,14	0	0
19	0	0	0	14,87	44,51	0	0
20	0	0	0	14,05	44,16	0	0
21	0	0	0	0,00	43,64	0	0
22	0,9	47,54	0	4,96	43,34	0,9	186,16
23	14,5	765,93	0	14,87	43,27	14,7	2894,91
24	4,9	258,83	0	0,00	47,44	5,6	1103,98
25	22,6	1193,79	0	0,00	53,34	23,1	4531,59
26	1,1	58,10	0	94,23	70,32	1,1	209,28
27	4,7	248,27	0,66	59,52	58,45	4,6	894,89
28	0,1	5,28	0	29,77	56,54	0,1	15,18
29	7,9	417,30	0	0,00	55,45	7,9	1553,03
30	8,1	427,86	0	0,00	57,53	8,8	1732,93
31	1	52,82	0	49,65	70,61	1,3	262,77
Total mes	**113,2**	**5979,51**	**0,66**	**717,42**	**1536,35**	**116,5**	**22866,98**

Enero 1996

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	0	67,14	63,61	0,0	2,26
2	0	0	0	82,68	57,56	0	0
3	0	0	0	51,70	55,84	0	0
4	5,3	279,96	0	25,86	54,16	5,6	1100,10
5	3,3	174,31	0	15,53	54,93	4,1	813,37
6	10	528,23	0	15,53	59,63	11,9	2345,21
7	2	105,65	0	41,44	81,52	1,8	347,26
8	2,4	126,77	0	15,55	72,87	2,3	445,18
9	53,7	2836,57	0	15,56	115,31	49,4	9700,87
10	0,5	26,41	0	72,64	247,97	0,6	118,66
11	10,9	575,77	0	0,00	137,20	10,3	2024,83
12	0	0	0	58,89	139,67	0	0
13	0	0	0	36,37	114,28	0	0
14	1	52,82	0	15,60	100,63	1,0	194,56
15	0	0	0	36,41	94,72	0	0
16	0	0	0	26,02	90,51	0	0
17	0	0	0	20,83	84,53	0	0
18	0	0	0	36,47	80,50	0	0
19	0,5	26,41	0	26,07	77,16	0,4	79,06
20	0	0	0	36,51	75,12	0,0	2,26
21	5,1	269,39	0	31,32	73,82	7,0	1374,04
22	19,6	1035,32	0	10,44	153,24	17,8	3498,74
23	3,8	200,73	0	78,38	213,73	3,7	718,35
24	7,2	380,32	0	47,06	207,70	7,1	1403,70
25	0	0	0	41,85	192,93	0	0
26	1,1	58,10	0	41,88	164,01	1,1	207,93
27	6,6	348,63	0	57,61	127,37	5,9	1151,97
28	0,3	15,85	0	52,41	110,81	0,6	111,04
29	15,8	834,60	0	20,97	101,17	14,9	2930,37
30	2,6	137,34	0	26,23	159,13	2,9	571,14
31	0,5	26,41	0	57,75	154,67	0,6	118,66
Total mes	**152,2**	**8039,59**	**0,00**	**1162,70**	**3516,30**	**149,0**	**29259,56**

Febrero 1996

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	12	633,87	0	25,36	148,65	11,9	2327,46
2	0	0	0	46,52	171,12	0,1	22,28
3	0	0	0	38,09	132,11	0	0
4	0	0	0	76,24	112,72	0	0
5	11,6	612,74	0	59,34	104,64	11,4	2242,06
6	1,8	95,08	0	67,86	131,47	2,1	405,13
7	6,5	343,35	0	84,89	129,86	6,7	1311,00
8	0	0	0	78,81	116,92	0	0
9	0	0	0	31,54	107,54	0	0
10	0	0	0	51,04	101,18	0	0
11	0	0	0	55,33	93,19	0	0
12	0	0	0	42,60	90,26	0	0
13	0	0	0	76,73	89,53	0	0
14	0	0	0	98,11	84,20	0	0
15	0	0	0	59,76	78,09	0	0
16	0	0	0	81,16	75,78	0	0
17	0	0	0	68,39	75,05	0	0
18	0	0	0	59,89	74,06	0	0
19	0	0	0	94,18	73,85	0	0
20	0	0	0	85,67	70,51	0	0
21	0	0	0	72,88	67,80	0	0
22	0	0	0	81,51	66,40	0	0
23	0	0	0	47,22	65,66	0	0
24	0	0	5,00	55,85	65,48	0	0
25	0	0	1,42	55,89	65,54	0	0
26	12,5	660,28	0	68,83	67,67	10,9	2141,94
27	0	0	0	60,27	67,94	0	0
28	0	0	0	68,93	64,31	0	0
29	0	0	0	56,04	62,91	0	0
Total mes	**44,4**	**2345,32**	**6,42**	**1848,91**	**2654,44**	**43,0**	**8449,88**

Marzo 1996

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	0	63,55	61,68	0	0
2	0	0	0	63,60	61,31	0	0
3	0	0	5,64	67,62	60,54	0	0
4	0	0	0	51,75	60,26	0	0
5	0	0	0	51,79	60,28	0	0
6	0	0	0	43,85	61,16	0	0
7	0	0	0	39,48	61,21	0	0
8	0	0	0	46,16	61,16	0	0
9	0	0	0	46,06	60,65	0	0
10	0	0	0	45,98	61,23	0	0
11	0	0	8,62	73,66	61,99	0	0
12	0	0	0	102,12	61,01	0	0
13	0	0	0	69,10	63,14	2,0	401,45
14	6,7	353,91	11,81	15,40	65,48	6,2	1212,76
15	4,4	232,42	2,41	112,05	66,69	3,3	648,01
16	0	0	1,13	147,34	65,07	0	0
17	0	0	0	100,80	62,88	0	0
18	0	0	1,13	94,97	62,62	0	0
19	0	0	0	59,13	62,80	0,3	52,71
20	1,6	84,52	0	68,33	64,69	1,2	235,64
21	0	0	17,45	73,23	64,96	0	0
22	0	0	4,51	90,66	67,82	0	0
23	0	0	1,25	117,49	66,20	0	0
24	0	0	8,88	76,00	66,42	0	0
25	0	0	60,15	82,38	68,46	0,1	26,81
26	0	0	14,15	121,28	72,05	0	0
27	0	0	20,32	130,88	70,90	0	0
28	0	0	79,24	135,25	73,73	0	0
29	0	0	78,90	118,65	75,26	0,1	12,21
30	1	52,82	151,44	115,69	75,52	0,8	147,28
31	7	369,76	147,42	95,50	81,29	5,5	1072,52
Total mes	**20,7**	**1093,43**	**614,46**	**2519,75**	**2028,46**	**19,4**	**3809,37**

Abril 1996

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	2,9	153,19	213,10	100,19	92,41	4,0	780,81
2	0	0	229,19	157,71	95,95	0	0
3	0	0	178,61	105,60	97,10	0	0
4	0	0	208,27	94,94	93,51	0	0
5	0	0	234,71	89,41	94,41	0	0
6	0	0	248,84	85,95	98,24	0	0
7	0	0	205,39	77,74	101,03	0	0
8	0	0	218,84	95,31	100,56	0	0
9	0	0	201,09	94,91	102,49	0	0
10	0	0	205,04	107,10	102,35	0	0
11	0	0	326,09	107,32	101,87	0	0
12	0	0	317,35	57,52	104,86	0	0
13	0	0	294,64	62,46	103,12	0,0	2,26
14	0	0	280,75	49,35	106,89	0	0
15	0	0	286,29	70,38	107,90	0	0
16	19,1	1008,91	278,92	49,05	109,53	17,6	3448,16
17	0	0	238,98	169,18	120,56	0	0
18	0	0	251,21	146,01	115,78	0	0
19	0	0	200,69	182,08	118,34	0	0
20	0	0	137,62	136,08	117,49	0	0
21	0	0	87,68	116,05	109,84	0	0
22	10,6	559,92	71,12	52,38	100,20	9,8	1927,49
23	0	0	38,69	176,27	99,79	0	0
24	0	0	49,12	154,68	87,61	0	0
25	0	0	57,97	141,36	82,76	0	0
26	0	0	28,82	115,99	81,98	0	0
27	0	0	9,61	66,31	77,48	0,0	2,26
28	0,7	36,98	23,40	93,32	74,19	0,9	177,18
29	0	0	33,82	138,49	80,03	0	0
30	6,5	343,35	29,39	124,95	77,82	7,0	1377,86
Total mes	**39,8**	**2102,34**	**5185,24**	**3218,08**	**2956,08**	**39,3**	**7716,02**

Mayo 1996

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	1,1	58,10	13,07	164,55	80,91	1,2	235,19
2	0,9	47,54	25,39	133,05	76,09	0,9	178,47
3	0	0	45,88	154,03	78,83	0	0
4	0	0	61,44	146,12	80,90	0	0
5	0	0	7,06	143,94	84,72	0,2	44,57
6	18,1	956,09	12,18	57,93	77,16	17,9	3517,08
7	17,2	908,55	21,81	139,46	85,44	16,8	3297,20
8	0	0	29,41	169,12	93,96	0,0	5,43
9	0	0	15,00	170,06	84,95	0,0	1,36
10	1,8	95,08	12,22	145,98	81,63	2,0	389,95
11	0	0	32,78	83,88	83,21	0	0
12	0	0	5,20	236,14	82,05	0	0
13	0	0	45,12	224,84	75,99	0	0
14	0	0	32,42	156,07	77,74	0	0
15	0	0	10,76	168,47	78,06	0	0
16	3,3	174,31	99,34	167,12	76,36	2,9	564,03
17	4,3	227,14	99,73	139,72	82,35	5,0	987,00
18	4,4	232,42	97,84	174,19	90,33	4,4	869,82
19	0,6	31,69	93,92	205,75	86,15	0,8	160,19
20	0	0	146,00	165,74	87,85	0	0
21	0	0	122,96	160,62	91,15	0	0
22	0	0	43,86	160,38	96,76	0	0
23	0	0	68,11	155,11	85,32	0	0
24	0	0	90,29	169,69	80,85	0	0
25	0	0	108,16	147,04	84,50	0	0
26	0	0	33,25	186,80	85,09	0	0
27	0	0	119,91	163,57	78,55	0	0
28	0	0	106,55	157,84	83,08	0	0
29	0	0	114,67	143,93	84,11	0	0
30	0	0	203,24	140,74	86,97	0	0
31	1,9	100,36	201,50	76,43	92,76	3,5	679,91
Total mes	**53,6**	**2831,29**	**2119,07**	**4808,30**	**2593,81**	**55,7**	**10930,21**

Junio 1996

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	10,9	575,77	248,19	16,98	100,15	10,3	2019,01
2	0	0	118,36	139,21	122,43	0	0
3	0	0	193,81	143,17	108,35	0	0
4	0	0	119,90	118,30	101,09	0	0
5	0	0	76,61	129,94	96,07	0	0
6	0	0	92,03	144,86	93,12	0	0
7	0	0	236,42	155,51	88,16	0	0
8	0	0	271,79	127,61	97,24	0	0
9	0	0	286,27	159,84	102,75	0	0
10	0	0	290,28	155,69	110,03	0	0
11	0	0	326,71	162,24	113,94	0	0
12	0	0	280,10	151,92	117,07	0	0
13	0	0	270,83	172,76	116,08	0	0
14	0	0	309,27	165,53	121,47	0	0
15	0	0	340,68	172,35	123,83	0	0
16	0	0	315,68	163,82	128,04	0,0	3,62
17	0	0	311,60	145,19	124,19	0	0
18	0	0	307,13	125,11	124,06	0,1	17,18
19	4,4	232,42	340,43	101,69	128,66	3,3	650,27
20	0	0	286,88	186,69	130,95	0	0
21	0	0	295,71	200,96	132,90	0	0
22	0	0	320,00	199,48	129,65	0	0
23	0	0	294,77	184,50	132,71	0	0
24	0	0	315,02	177,35	131,19	0	0
25	0	0	324,99	150,46	120,40	0	0
26	0	0	313,46	137,11	126,15	0	0
27	0	0	311,03	111,71	126,56	0	0
28	0	0	273,17	119,66	130,24	0	0
29	0	0	277,50	149,53	126,90	0	0
30	0	0	261,00	135,96	122,87	0	0
Total mes	**15,3**	**808,18**	**8009,63**	**4405,14**	**3527,25**	**13,7**	**2690,08**

Servicio de Investigación Agraria D. G. A. BIBLIOTECA

Julio 1996

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	305,08	154,23	123,43	0	0
2	0	0	302,70	105,75	128,99	0,2	44,57
3	0	0	290,98	133,15	123,41	0	0
4	0	0	283,40	145,64	125,78	0	0
5	0	0	291,74	149,36	125,34	0	0
6	0	0	329,11	143,41	124,85	0	0
7	6,5	343,35	313,28	112,30	130,96	5,6	1106,82
8	0	0	310,08	164,36	141,63	0	0
9	0	0	309,94	157,46	140,12	0	0
10	0	0	250,32	156,98	138,03	0	0
11	0	0	275,86	153,48	126,89	0	0
12	0	0	286,18	138,38	125,27	0	0
13	11,6	612,74	292,03	166,16	127,76	8,8	1731,90
14	0	0	284,86	223,29	126,06	0	0
15	0	0	285,52	226,78	139,53	0,0	1,36
16	0	0	271,94	228,09	136,01	0	0
17	0	0	276,47	197,38	128,90	0	0
18	0	0	272,62	188,29	130,83	0	0
19	0	0	302,39	234,06	131,97	0	0
20	0	0	321,40	174,82	132,66	0	0
21	0	0	293,31	191,44	134,62	0	0
22	0	0	314,91	185,05	130,56	0	0
23	0	0	293,81	122,54	117,40	0	0
24	0	0	299,35	126,10	125,55	0,2	48,64
25	24,6	1299,43	303,63	122,25	135,28	21,3	4175,18
26	9,5	501,81	294,85	177,55	177,47	8,8	1721,05
27	0	0	261,21	207,65	183,43	0	0
28	0	0	234,24	221,37	169,62	0	0
29	4,1	216,57	212,87	210,03	161,65	3,1	610,16
30	0	0	255,64	286,85	142,56	0	0
31	0	0	253,30	227,04	142,33	0	0
Total mes	**56,3**	**2973,91**	**8873,02**	**5431,24**	**4228,88**	**48,1**	**9439,67**

Agosto 1996

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	263,43	246,95	139,29	0	0
2	0,1	5,28	227,40	175,83	136,59	0,1	14,73
3	1,2	63,39	282,12	155,65	121,78	0,9	179,90
4	0,8	42,26	251,08	183,81	147,68	0,6	123,70
5	0	0	246,61	194,24	142,52	0	0
6	0	0	281,40	196,58	135,57	0	0
7	24	1267,74	255,90	104,49	141,86	24,7	4859,35
8	0	0	223,11	263,71	194,41	0	0
9	0	0	83,33	288,66	162,54	0	0
10	0	0	78,14	280,19	117,43	0	0
11	0	0	58,67	276,84	103,44	0	0
12	0	0	189,15	283,21	90,38	0	0
13	0,5	26,41	209,72	214,07	93,56	0,8	154,06
14	8,9	470,12	284,68	134,44	102,22	7,8	1523,97
15	0	0	296,11	202,14	122,90	0	0
16	0	0	295,65	223,44	130,04	0	0
17	0	0	264,99	244,39	125,18	0	0
18	0	0	254,32	186,25	123,79	0	0
19	1,2	63,39	252,33	224,89	133,38	1,4	272,52
20	1,8	95,08	281,85	116,02	120,29	5,6	1091,31
21	0	0	287,25	132,68	130,74	0	0
22	0	0	250,52	139,68	136,29	0	0
23	0	0	213,69	143,41	131,46	0	0
24	0	0	140,81	161,79	127,57	0	0
25	0	0	56,28	139,64	104,85	0	0
26	2,8	147,90	208,27	102,36	92,40	2,1	415,99
27	0	0	225,07	102,38	100,92	0,0	1,81
28	0	0	259,15	157,91	101,01	0	0
29	0	0	298,37	148,48	105,77	0	0
30	0	0	310,75	144,23	111,77	0	0
31	0	0	292,26	141,21	118,50	0	0
Total mes	**41,3**	**2181,57**	**7122,39**	**5709,58**	**3846,16**	**44,0**	**8637,32**

Septiembre 1996

	Polígono de La Violada					Cuenca vertiente D-14	
Día	***P* (mm)**	***P* (dam³)**	***R* (dam³)**	***ET* (dam³)**	***V* (dam³)**	***P* (mm)**	***P* (dam³)**
1	0	0	285,12	135,16	119,64	0	0
2	0	0	319,60	143,30	123,26	0	0
3	0	0	283,69	115,78	117,47	0	0
4	0	0	308,38	121,58	110,54	0	0
5	0	0	289,75	134,68	117,98	0	0
6	0	0	271,43	138,21	124,77	0	0
7	0	0	201,96	158,02	125,66	0	0
8	1,1	58,10	62,99	123,10	114,23	0,8	162,00
9	0,2	10,56	89,88	117,80	90,09	0,5	99,53
10	10,7	565,20	76,43	108,02	87,53	8,0	1575,85
11	2,6	137,34	49,08	93,81	84,62	2,0	383,82
12	0	0	43,69	253,17	82,54	0	0
13	0	0	296,70	193,14	80,03	0	0
14	0	0	309,83	109,22	95,32	0	0
15	0	0	252,12	123,86	105,10	0	0
16	0	0	207,29	119,25	114,09	0,0	1,36
17	0	0	195,85	129,37	101,18	0,1	14,47
18	0	0	165,16	61,10	109,52	0,1	27,26
19	0	0	162,28	93,20	103,10	0,2	45,02
20	0	0	96,89	20,20	101,28	3,3	652,78
21	0	0	132,55	73,07	105,27	1,3	252,23
22	0	0	57,69	127,59	97,99	0	0
23	0	0	47,11	87,51	82,01	0	0
24	0	0	85,60	94,60	77,61	0	0
25	0	0	39,39	96,32	77,42	0	0
26	0	0	9,66	110,15	73,41	0	0
27	0	0	39,79	113,98	69,23	0	0
28	0	0	73,43	78,63	70,59	0	0
29	0	0	8,21	83,15	74,20	0	0
30	2,4	126,77	34,62	68,41	66,41	2,6	508,87
Total mes	17,0	897,98	4496,20	3425,39	2902,10	19,0	3723,19

ANEJO 5

Modelo de la encuesta realizada para la determinación de la fertilización nitrogenada en el Polígono de La Violada.

Cultivo de maíz

1. Fecha de siembra: Antes Abril ☐ Abril 16-30 ☐ Mayo 16-31 ☐ Junio 16-30 ☐
Abril 1-15 ☐ Mayo 1-15 ☐ Junio 1-15 ☐ Después ☐

2. ¿Ha aplicado **estiércol** o **purín** en sus parcelas? SI ☐ NO ☐

En caso de que sí: Qué cantidad aproximada ha aplicado de: estiércol ☐ Tm/ha
purín ☐ m^3/ha

Y en qué fecha: Antes Enero ☐ Feb 1-14 ☐ Marzo 1-15 ☐ Después Marzo ☐
Enero ☐ Feb 15-28 ☐ Marzo 16-31 ☐

3. Especifique el abono de presiembra que ha aplicado:

Fecha aproximada (1)	Tipo de abono	Cantidad (Kg/ha)

(1) En días antes de la siembra o por quincenas.

4 Marque en la siguiente tabla las coberteras aplicadas:

Fecha aproximada (2)	Abonos empleados			Cantidad (Kg/ha)
	Sól	Líq	Tipo	
	☐	☐		
	☐	☐		
	☐	☐		

(2) Indicar la quincena en que se ha abonado.

5. ¿Qué superficie aproximada ha sembrado este año de maíz? ☐ ha

6. ¿En qué fecha cree que estaba seco el maíz? ☐

7. Cuántos riegos ha aplicado al maíz durante la campaña ☐
y cuánta agua aplicó en cada riego aproximadamente ☐ m^3/ha

8. Fecha del primer riego (antes de la siembra) _____

y número de días que transcurren como promedio entre 2 riegos consecutivos ☐ días

9. En cuántas has. de su cultivo de maíz tuvo sembrada **alfalfa** como cultivo anterior ☐ ha

10. Indique cómo abonó el maíz sembrado en las parcelas que el año anterior estuvieron de **alfalfa** (si lo tuvo):

	Fecha (aprox.)	Abonos empleados			Cantidad (Kg/ha)
		Sól	Líq	Tipo	
Sementera					
Coberteras		☐	☐		
		☐	☐		
		☐	☐		

Cultivo de girasol

1. Fecha de siembra: Antes Abril ☐ Abril 16-30 ☐ Mayo 16-31 ☐ Junio 16-30 ☐
Abril 1-15 ☐ Mayo 1-15 ☐ Junio 1-15 ☐ Después ☐

2. ¿Ha aplicado **estiércol** o **purín** en sus parcelas? SI ☐ NO ☐

En caso de que sí: Qué cantidad aproximada ha aplicado de: estiércol ☐ Tm/ha
purín ☐ m^3/ha

Y en qué fecha: Antes Enero ☐ Feb 1-14 ☐ Marzo 1-15 ☐ Después Marzo ☐
Enero ☐ Feb 15-28 ☐ Marzo 16-31 ☐

3. Especifique el abono de presiembra que ha aplicado:

Fecha aproximada (1)	Tipo de abono	Cantidad (Kg/ha)

(1) En días antes de la siembra o por quincenas.

4. Marque en la siguiente tabla las coberteras aplicadas:

Fecha aproximada (2)	Abonos empleados			Cantidad (Kg/ha)
	Sól	Líq	Tipo	
	☐	☐		
	☐	☐		
	☐	☐		

(2) Indicar la quincena en que se ha abonado.

5. ¿Qué superficie aproximada ha sembrado este año de girasol? ☐ ha

6. ¿En qué fecha cosechó el año pasado el girasol? ☐

7. Cuántos riegos ha aplicado al girasol durante la campaña ☐
y cuánta agua aplicó en cada riego aproximadamente ☐ m^3/ha

8. Fecha del primer riego (antes de la siembra) _____

y número de días que transcurren como promedio entre 2 riegos consecutivos ☐ días

9. En cuántas has. de su cultivo de girasol tuvo sembrada **alfalfa** como cultivo anterior ☐ ha

10. Indique cómo abonó el girasol sembrado en parcelas que el año anterior estuvieron de **alfalfa** (si lo tuvo):

	Fecha (aprox.)	Abonos empleados			Cantidad (Kg/ha)
		Sól	Líq	Tipo	
Sementera					
Coberteras		☐	☐		
		☐	☐		
		☐	☐		

Cultivo de trigo o cebada

1. Fecha de siembra:

	T	C		T	C		T	C		T	C
Octubre	☐	☐	Nov 16-30	☐	☐	Dic 16-31	☐	☐	Ene 16-31	☐	☐
Nov 1-15	☐	☐	Dic 1-15	☐	☐	Ene 1-15	☐	☐	Después	☐	☐

2. ¿Ha aplicado **estiércol** o **purín** en sus parcelas? SI: T ☐ C ☐ NO: T ☐ C ☐

En caso de que sí, rellene la siguiente tabla sobre aplicación de estiércol

	Fecha (1)	Estiércol	Purín	Cantidad en Tm/ha o m^3/ha
Trigo	_____	☐	☐	
Cebada	_____	☐	☐	

3. Especifique en la tabla siguiente el abonado de sementera aplicado:

	Fecha (1)	Tipo de abono	Cantidad (kg/ha)
Trigo			
Cebada			

4. Marque en la siguiente tabla las coberteras aplicadas:

Trigo					**Cebada**				
Fecha (2)	Sól	Líq	Tipo	kg/ha	Fecha (2)	Sól	Líq	Tipo	kg/ha
	☐	☐		☐		☐	☐		☐
	☐	☐		☐		☐	☐		☐
	☐	☐		☐		☐	☐		☐

Indicar para cada cultivo:

	Trigo	Cebada	
5. Superficie aproximada que ha sembrado este año	☐	☐	ha
6. Fecha de cosecha (por quincenas)	☐	☐	
7. Número de riegos aplicados durante la campaña	☐	☐	(riegos)
y volumen de agua aplicada en cada riego	☐	☐	m^3/ha
8. Fecha del primer riego	☐	☐	
y número de días entre dos riegos consecutivos	☐	☐	(días)

9 Cuántas has. de trigo o cebada se han sembrado sobre cultivo anterior de **alfalfa** y cómo se han abonado

	Trigo superficie ☐ ha				**Cebada** superficie ☐ ha				
	Fecha (2)	Tipo abono		kg/ha	Fecha (2)	Tipo abono			kg/ha
Presiembra									
	Fecha (2)	Sól	Líq	Tipo	kg/ha	Fecha (2)	Sól	Líq	Tipo	kg/ha
Coberteras		☐	☐				☐	☐		
		☐	☐				☐	☐		
		☐	☐				☐	☐		

(1) En días antes de la siembra o por quincenas.
(2) Indicar la quincena en que se ha abonado

Cultivo de alfalfa

1. Fecha de siembra: Antes ☐ Sep 1-15 ☐ Sep 16-30 ☐ Oct 1-15 ☐ Después ☐

2. ¿Qué abonado aplica a su cultivo de alfalfa...

	... el año de siembra?			..... los años posteriores?		
	Tipo	Cantidad (kg/ha)	Fecha (1)	Tipo	Cantidad (kg/ha)	Fecha (1)
Presiembra				Coberteras		
Coberteras						

(1) Indique la quincena, número de días antes de la siembra o número de días antes o después de tal corte.

3. ¿Qué superficie total tiene sembrada de alfalfa? ☐ ha

4. Y ¿qué superficie ha sembrado este año de alfalfa? ☐ ha

6. Cuántos cortes aplica al año a la alfalfa ☐ y cuántos riegos aplica por cada corte ☐☐☐☐☐☐

7. Volumen de agua aplicado en cada riego ☐ m^3/ha

Otros cultivos forrajeros

1. ¿Qué cultivo/s forrajero/s ha sembrado? (A) ☐ (B) ☐

2. Indique el abono aplicado

	Tipo de abono	Cantidad (Kg/ha)	Fecha
Abonado de presiembra			
Abonado de cobertera			

3. ¿Qué superficie ha sembrado? (A) ☐ ha (B) ☐ ha

4. ¿Cuántos riegos aplica cada campaña ☐ y cuánta agua aplica en cada riego? ☐ m^3/ha

Cultivos hortícolas

1. Cultivo | Superficie (ha) | Siembra (fecha) | N° riegos | N° días entre riegos | Cosecha (fecha)

2. Indique el abonado de sementera para cada cultivo

Cultivo | Tipo de abono | Cantidad (Kg/ha) | Fecha (quincena)

3. Para cada cultivo indique las coberteras aplicadas

Cultivo | Fecha | Abono | Cantidad (Kg/ha) | Cultivo | Fecha | Abono | Cantidad (Kg/ha)

Cultivo de frutales

1. Señale las plantaciones de frutales (**almendro, olivo, vid, manzano, peral** u otros) que tiene en regadío:

Frutal	Superficie total (ha)	Superficie plantada este año (ha)

2. Indique cómo abona sus plantaciones frutales el año de plantación:

Frutal	Estiércol	SÍ ☐ NO ☐		Abonado			
		Fecha (1)	Tm/ha		Fecha (1)	Tipo	kg/ha
	Antes (2)			Antes (2)			
	Después (2)			Después (2)			
	Antes (2)			Antes (2)			
	Después (2)			Después (2)			

3. Indique cómo abona sus plantaciones frutales los años posteriores al de plantación:

Frutal	Estiércol	SÍ ☐ NO ☐	Abonado		
	Fecha (1)	Tm/ha	Fecha (1)	Tipo	kg/ha

(1) Señale la quincena o los días antes de la plantación, según corresponda.
(2) Antes o después de la plantación.

4. Indique qué riegos aplica usted a los frutales:

Frutal	Fecha 1° riego	n° días entre 2 riegos	N° riegos	Agua (3)

(3) Volumen aplicado en cada riego en m^3/ha.

Alternativas de cultivo

Indique alguna sucesión de cultivos que pueda seguir normalmente en una parcela

1° año	2° año	3° año	4° año	5° año	6° año	7° año
1° año	2° año	3° año	4° año	5° año	6° año	7° año

Para cualquier aclaración que necesite o si desea disponer de los resultados de esta encuesta puede ponerse en contacto con el Servicio de Investigación Agroalimentaria, Unidad de Suelos y Riegos, Apdo 727, 50080-ZARAGOZA, TEL: (976)576411.

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

ANEJO 6

Caudal medio diario (*Q*), valores diarios medidos y estimados por interpolación o por descomposición del hidrograma (en cursiva) de *CE* y NO_3^-, sólidos disueltos totales (*TDS*) estimados a partir de la *CE* y masa de sales (*L*) y de nitrógeno nítrico ($N\text{-}NO_3^-$) exportadas diariamente por D-14.

Octubre 1994

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	2,762	*0,62*	239	57,04	*3,70*	0,88
2	2,693	*0,62*	238	55,27	*3,78*	0,88
3	2,266	*0,61*	227	44,46	*4,37*	0,86
4	2,122	*0,60*	223	40,79	*4,63*	0,85
5	1,808	*0,59*	210	32,83	*5,32*	0,83
6	1,420	*2,10*	1980	242,87	*11,50*	1,41
7	1,368	*2,10*	1980	234,09	*11,50*	1,36
8	1,334	*2,10*	1980	228,19	*11,50*	1,33
9	1,290	*2,10*	1980	220,65	*11,50*	1,28
10	1,253	*2,10*	1980	214,35	*11,50*	1,24
11	1,219	*2,10*	1980	208,56	*11,50*	1,21
12	1,178	*2,10*	1980	201,55	*11,50*	1,17
13	1,156	*2,10*	1980	197,82	*11,50*	1,15
14	1,139	*2,10*	1980	194,78	*11,50*	1,13
15	1,128	*2,10*	1980	192,95	*11,50*	1,12
16	1,195	*2,01*	1879	193,97	*10,85*	1,12
17	1,246	*1,95*	1808	194,58	*10,39*	1,12
18	1,176	*2,02*	1891	192,14	*10,92*	1,11
19	1,145	*2,05*	1927	190,68	*11,16*	1,10
20	1,206	*1,98*	1839	191,53	*10,59*	1,10
21	1,152	*2,04*	1904	189,49	*11,01*	1,10
22	1,095	*2,10*	1980	187,36	*11,50*	1,09
23	1,085	*2,10*	1980	185,68	*11,50*	1,08
24	1,032	*2,10*	1980	176,52	*11,50*	1,03
25	1,002	*2,10*	1980	171,36	*11,50*	1,00
26	0,983	*2,10*	1980	168,19	*11,50*	0,98
27	0,982	*2,10*	1980	167,98	*11,50*	0,98
28	1,115	*1,92*	1774	170,84	*10,17*	0,98
29	1,057	*1,99*	1849	168,87	*10,66*	0,97
30	0,996	*2,06*	1939	166,80	*11,23*	0,97
31	0,968	*2,10*	1980	165,59	*11,50*	0,96
Media mes	**1,341**	**1,66**	**1461**	**169,28**	**9,29**	**1,08**
Total (Mg)				**5247,79**		**33,38**

Noviembre 1994

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	0,948	*2,10*	1980	162,15	*11,50*	0,94
2	0,934	*2,10*	1980	159,87	*11,50*	0,93
3	0,921	*2,10*	1980	157,62	*11,50*	0,92
4	2,276	*1,24*	974	191,60	*5,02*	0,99
5	1,676	*1,45*	1215	175,99	*6,57*	0,95
6	1,236	*1,72*	1539	164,44	*8,66*	0,93
7	1,208	*1,75*	1565	163,32	*8,82*	0,92
8	1,205	*1,75*	1564	162,86	*8,82*	0,92
9	1,081	*1,87*	1706	159,30	*9,74*	0,91
10	1,036	*1,91*	1762	157,77	*10,10*	0,90
11	0,969	*2,00*	1860	155,67	*10,72*	0,90
12	0,930	*2,05*	1921	154,28	*11,12*	0,89
13	0,894	*2,10*	1980	152,99	*11,50*	0,89
14	0,865	*2,10*	1980	148,04	*11,50*	0,86
15	0,841	*2,10*	1980	143,88	*11,50*	0,84
16	0,820	*2,10*	1980	140,33	*11,50*	0,82
17	0,817	*2,10*	1980	139,74	*11,50*	0,81
18	0,791	*2,10*	1980	135,37	*11,50*	0,79
19	0,767	*2,10*	1980	131,22	*11,50*	0,76
20	0,754	*2,10*	1980	129,03	*11,50*	0,75
21	0,733	*2,10*	1980	125,33	*11,50*	0,73
22	0,786	*0,87*	539	36,61	*8,09*	0,55
23	0,953	*0,79*	437	36,00	*7,23*	0,60
24	0,969	*0,78*	429	35,94	*7,17*	0,60
25	0,928	*0,80*	450	36,09	*7,34*	0,59
26	0,805	*0,86*	525	36,54	*7,97*	0,55
27	0,798	*0,87*	531	36,57	*8,02*	0,55
28	0,755	*0,89*	563	36,73	*8,29*	0,54
29	0,679	*2,10*	1980	116,24	*11,50*	0,68
30	0,675	*2,10*	1980	115,56	*11,50*	0,67
Media mes	**0,968**	**1,67**	**1473**	**123,24**	**9,42**	**0,79**
Total (Mg)				**3697,07**		**23,66**

Diciembre 1994

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	0,673	*2,10*	1980	115,07	*11,50*	0,67
2	0,673	*2,10*	1980	115,12	*11,50*	0,67
3	0,665	*2,10*	1980	113,82	*11,50*	0,66
4	0,667	*2,10*	1980	114,19	*11,50*	0,66
5	0,650	*2,10*	1980	111,23	*11,50*	0,65
6	0,643	*2,10*	1980	110,05	*11,50*	0,64
7	0,640	*2,10*	1980	109,52	*11,50*	0,64
8	0,647	*2,09*	1964	109,69	*11,39*	0,64
9	0,700	*0,93*	610	36,93	*8,69*	0,53
10	0,961	*0,78*	433	35,96	*7,20*	0,60
11	0,957	*0,79*	435	35,98	*7,21*	0,60
12	0,846	*0,84*	498	36,39	*7,74*	0,57
13	0,578	*2,10*	1980	98,86	*11,50*	0,57
14	0,577	*2,10*	1980	98,64	*11,50*	0,57
15	0,578	*2,10*	1980	98,92	*11,50*	0,57
16	0,580	*2,10*	1980	99,30	*11,50*	0,58
17	0,585	*2,10*	1980	100,07	*11,50*	0,58
18	0,620	*2,02*	1885	100,95	*10,89*	0,58
19	0,584	*2,10*	1980	99,96	*11,50*	0,58
20	0,586	*2,10*	1980	100,33	*11,50*	0,58
21	0,621	*2,02*	1881	100,95	*10,86*	0,58
22	0,626	2,10	1980	107,06	11,50	0,62
23	0,581	*2,10*	1980	99,41	*11,50*	0,58
24	0,583	*2,10*	1980	99,71	*11,50*	0,58
25	0,586	*2,10*	1980	100,19	*11,50*	0,58
26	0,589	*2,10*	1980	100,79	*11,50*	0,59
27	0,587	*2,10*	1980	100,37	*11,50*	0,58
28	0,579	*2,10*	1980	98,98	*11,50*	0,57
29	0,572	*2,10*	1980	97,84	*11,50*	0,57
30	0,572	*2,10*	1980	97,79	*11,50*	0,57
31	0,565	*2,10*	1980	96,63	*11,50*	0,56
Media mes	**0,641**	**1,87**	**1713**	**94,86**	**10,78**	**0,60**
Total (Mg)				**2940,70**		**18,51**

Enero 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	0,560	*2,10*	1980	95,76	*11,50*	0,56
2	0,549	*2,10*	1980	93,89	*11,50*	0,55
3	0,544	*2,10*	1980	93,11	*11,50*	0,54
4	0,672	*0,96*	638	37,04	*8,92*	0,52
5	0,725	*0,92*	588	36,84	*8,50*	0,53
6	0,569	*2,10*	1980	97,34	*11,50*	0,57
7	0,562	*2,10*	1980	96,15	*11,50*	0,56
8	0,561	*2,10*	1980	95,98	*11,50*	0,56
9	0,546	*2,10*	1980	93,45	*11,50*	0,54
10	0,583	*1,05*	742	37,36	*6,42*	0,32
11	0,757	*0,89*	562	36,72	*5,67*	0,37
12	0,747	*0,90*	570	36,76	*5,71*	0,37
13	0,724	*0,92*	589	36,84	*5,79*	0,36
14	0,675	*0,96*	635	37,02	*5,98*	0,35
15	0,701	*0,93*	609	36,93	*5,87*	0,36
16	0,754	*0,89*	563	36,73	*5,68*	0,37
17	0,657	*0,97*	653	37,09	*6,05*	0,34
18	0,563	1,03	722	35,10	6,41	0,31
19	0,615	*1,01*	701	37,25	*6,25*	0,33
20	1,172	*0,71*	347	35,18	*4,79*	0,49
21	1,370	*0,66*	291	34,45	*4,56*	0,54
22	1,443	*0,65*	274	34,18	*4,49*	0,56
23	1,447	*0,65*	273	34,16	*4,49*	0,56
24	1,448	0,62	240	30,07	5,79	0,72
25	1,452	*0,65*	272	34,15	*4,49*	0,56
26	1,443	*0,65*	274	34,18	*4,49*	0,56
27	1,421	*0,65*	279	34,26	*4,51*	0,55
28	1,406	*0,66*	282	34,32	*4,53*	0,55
29	1,373	*0,66*	290	34,44	*4,56*	0,54
30	1,436	*0,65*	276	34,21	*4,50*	0,56
31	1,513	*0,64*	259	33,92	*4,43*	0,58
Media mes	**0,935**	**0,93**	**605**	**48,87**	**6,06**	**0,49**
Total (Mg)				**1514,86**		**15,18**

Febrero 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	1,498	*0,64*	263	33,98	*4,45*	0,58
2	1,491	*0,64*	264	34,00	*4,45*	0,57
3	1,552	*0,63*	252	33,78	*4,40*	0,59
4	1,390	*0,66*	286	34,38	*4,54*	0,55
5	0,724	*0,92*	589	36,84	*5,79*	0,36
6	0,629	*1,44*	1205	65,46	*29,30*	1,59
7	0,620	1,56	1345	72,08	23,28	1,25
8	0,618	*1,82*	1651	88,17	*29,30*	1,56
9	0,623	*1,82*	1651	88,82	*29,30*	1,58
10	0,628	*1,82*	1651	89,63	*29,30*	1,59
11	0,628	*1,82*	1651	89,55	*29,30*	1,59
12	0,782	*1,59*	1384	93,46	*23,66*	1,60
13	0,739	*1,65*	1447	92,37	*24,99*	1,60
14	0,749	*0,81*	468	30,32	*11,07*	0,72
15	1,160	*0,66*	287	28,80	*8,28*	0,83
16	1,054	*0,69*	320	29,19	*8,79*	0,80
17	0,652	*1,82*	1651	93,07	*29,30*	1,65
18	0,647	*1,82*	1651	92,31	*29,30*	1,64
19	0,674	*1,82*	1651	96,20	*29,30*	1,71
20	0,658	*1,82*	1651	93,87	*29,30*	1,67
21	0,681	*1,82*	1651	97,18	*29,30*	1,72
22	0,873	*1,82*	1651	124,55	*29,30*	2,21
23	0,710	*1,82*	1651	101,28	*29,30*	1,80
24	0,652	*1,82*	1651	93,01	*29,30*	1,65
25	0,653	*1,82*	1651	93,18	*29,30*	1,65
26	0,649	*1,82*	1651	92,53	*29,30*	1,64
27	0,634	1,82	1651	90,42	29,30	1,60
28	0,816	*0,78*	426	30,07	*12,91*	0,91
Media mes	**0,832**	**1,28**	**1018**	**120,07**	**18,57**	**1,76**
Total (Mg)				**3602,23**		**52,88**

Marzo 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	1,186	*0,65*	280	28,68	*8,17*	0,84
2	1,161	*0,66*	287	28,75	*8,27*	0,83
3	0,925	*0,67*	296	23,63	*8,41*	0,67
4	0,610	*1,82*	1651	86,95	*29,30*	1,54
5	0,600	*1,82*	1651	85,54	*29,30*	1,52
6	0,615	*1,70*	1510	80,19	*27,13*	1,44
7	0,732	*1,58*	1369	86,52	*16,73*	1,06
8	0,779	1,58	1369	95,81	14,75	0,99
9	0,761	*1,58*	1369	90,02	*16,73*	1,10
10	0,785	*1,58*	1369	92,79	*16,73*	1,13
11	0,808	*1,58*	1369	95,57	*16,73*	1,17
12	1,109	*1,45*	1217	116,62	*15,27*	1,46
13	1,417	*0,94*	614	75,11	*9,49*	1,16
14	1,331	*0,96*	639	73,44	*9,72*	1,12
15	1,345	*0,97*	653	75,83	*9,86*	1,15
16	1,334	*0,97*	653	75,27	*9,86*	1,14
17	1,400	*0,92*	598	72,37	*9,34*	1,13
18	1,461	*0,91*	576	72,77	*9,13*	1,15
19	1,541	*0,88*	541	72,00	*8,79*	1,17
20	1,492	*0,89*	556	71,60	*8,93*	1,15
21	1,440	0,90	569	74,56	7,87	0,98
22	1,258	*0,94*	616	66,94	*9,51*	1,03
23	0,768	*1,55*	1334	88,50	*16,39*	1,09
24	0,892	*1,55*	1334	102,76	*16,39*	1,26
25	0,846	*1,55*	1334	97,42	*16,39*	1,20
26	0,902	*1,55*	1334	103,93	*16,39*	1,28
27	1,057	*1,55*	1334	121,79	*16,39*	1,50
28	1,028	*1,55*	1334	118,43	*16,39*	1,46
29	0,993	*1,55*	1334	114,38	*16,39*	1,41
30	0,934	*1,55*	1334	107,65	*16,39*	1,32
31	0,995	*1,55*	1334	114,69	*16,39*	1,41
Media mes	**1,048**	**1,20**	**927**	**84,21**	**13,12**	**1,19**
Total (Mg)				**2610,51**		**36,85**

Abril 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	1,001	*1,55*	1334	115,36	*16,39*	1,42
2	0,959	*1,55*	1334	110,49	*16,39*	1,36
3	0,951	*1,55*	1334	109,59	*16,39*	1,35
4	1,042	1,55	1334	123,92	19,43	1,75
5	1,028	*1,59*	1382	122,75	*20,96*	1,86
6	1,026	*1,63*	1431	126,85	*22,48*	1,99
7	1,089	*1,67*	1479	139,16	*24,01*	2,26
8	1,165	*1,72*	1528	153,77	*25,53*	2,57
9	1,231	*1,76*	1576	167,61	*27,06*	2,88
10	1,275	*1,80*	1625	178,89	*28,58*	3,15
11	1,349	*1,84*	1673	195,05	*30,11*	3,51
12	1,347	1,88	1721	210,71	31,63	3,68
13	1,366	1,68	1481	174,73	27,48	3,24
14	1,415	1,76	1575	192,53	31,60	3,86
15	1,473	1,99	1851	235,53	35,91	4,57
16	1,444	1,98	1833	228,67	33,15	4,14
17	1,404	1,91	1751	212,45	30,66	3,72
18	1,447	1,84	1674	209,40	30,37	3,80
19	1,397	1,92	1763	212,82	29,86	3,60
20	1,347	1,88	1716	199,68	37,12	4,32
21	1,345	1,83	1663	193,28	35,61	4,14
22	1,389	1,74	1557	186,82	35,05	4,21
23	1,318	1,64	1433	163,19	31,24	3,56
24	1,412	1,94	1786	217,97	36,30	4,43
25	1,301	1,96	1810	203,48	36,79	4,14
26	1,135	2,20	2092	205,16	39,47	3,87
27	1,073	2,20	2092	193,92	53,66	4,97
28	1,085	2,19	2086	195,59	62,00	5,81
29	1,039	2,20	2098	188,24	54,77	4,91
30	1,018	2,18	2068	181,95	59,01	5,19
Media mes	**1,229**	**1,84**	**1675**	**178,32**	**32,72**	**3,48**
Total (Mg)				**5349,56**		**104,25**

Mayo 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	0,969	2,26	2168	179,43	59,94	5,02
2	0,958	*2,08*	1957	161,98	*58,53*	4,85
3	1,033	1,90	1745	165,08	57,11	5,09
4	0,970	2,04	1904	159,48	56,85	4,76
5	1,001	2,01	1874	162,09	47,74	4,13
6	0,993	1,96	1816	155,82	52,98	4,55
7	1,076	1,76	1580	146,92	51,90	4,82
8	0,992	1,91	1757	150,59	56,26	4,82
9	1,126	1,85	1680	163,41	55,28	5,38
10	1,195	1,69	1492	154,07	38,47	3,97
11	1,266	1,85	1680	183,83	28,67	3,14
12	1,402	1,79	1616	195,69	26,79	3,24
13	1,510	1,86	1698	221,50	28,49	3,72
14	1,541	1,79	1616	215,12	24,66	3,28
15	1,473	2,00	1863	231,49	28,88	3,68
16	1,467	1,99	1851	245,70	27,54	3,49
17	1,695	1,84	1674	245,26	25,43	3,72
18	1,591	1,96	1810	248,77	26,18	3,60
19	1,399	2,08	1951	235,84	26,75	3,23
20	1,355	2,01	1874	219,44	26,49	3,10
21	1,358	1,95	1798	210,96	26,28	3,08
22	1,175	*2,04*	1913	194,21	*26,92*	2,73
23	1,161	2,14	2027	213,58	27,55	2,76
24	1,139	2,00	1863	183,34	25,60	2,52
25	1,265	2,16	2045	223,48	26,18	2,86
26	1,607	2,00	1857	257,81	22,37	3,11
27	1,651	1,92	1769	252,30	20,73	2,96
28	1,591	1,93	1774	243,85	20,48	2,81
29	1,476	2,09	1968	251,01	22,65	2,89
30	1,535	1,97	1827	242,27	21,76	2,88
31	1,445	1,86	1698	222,66	21,40	2,67
Media mes	**1,304**	**1,95**	**1805**	**204,42**	**32,33**	**3,64**
Total (Mg)				**6336,97**		**112,87**

Junio 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	1,469	2,03	1898	240,80	22,98	2,92
2	1,693	1,85	1686	246,60	19,50	2,85
3	1,662	1,88	1721	247,25	19,07	2,74
4	1,558	1,94	1786	240,38	20,32	2,73
5	1,393	2,11	1992	239,71	23,22	2,79
6	1,646	1,96	1816	258,23	22,30	3,17
7	1,674	2,01	1868	270,19	25,35	3,67
8	1,700	2,04	1910	280,47	23,83	3,50
9	1,864	2,08	1951	314,24	24,77	3,99
10	1,955	2,05	1915	323,55	25,21	4,26
11	2,089	1,98	1839	331,93	25,84	4,66
12	2,053	2,04	1910	338,75	26,69	4,73
13	2,140	2,04	1910	340,67	27,50	5,08
14	2,216	1,88	1721	342,86	23,82	4,56
15	2,256	1,96	1816	353,96	26,32	5,13
16	2,281	1,83	1657	326,49	33,31	6,56
17	2,257	1,85	1680	327,69	40,48	7,89
18	2,299	1,94	1786	354,73	41,23	8,19
19	2,297	1,95	1798	356,88	40,28	7,99
20	2,306	1,90	1745	335,25	39,08	7,79
21	2,317	*1,91*	1755	351,41	*38,46*	7,70
22	2,375	*1,92*	1765	362,18	*37,84*	7,76
23	2,452	*1,93*	1775	376,04	*37,22*	7,88
24	2,393	*1,93*	1785	369,19	*36,61*	7,57
25	2,510	*1,94*	1795	389,31	*35,99*	7,80
26	2,445	*1,95*	1805	381,46	*35,37*	7,47
27	2,433	1,96	1816	395,92	34,75	7,31
28	2,486	2,06	1933	415,18	38,03	8,17
29	2,494	1,98	1833	394,94	36,19	7,80
30	2,403	1,94	1792	372,02	36,50	7,58
Media mes	**2,104**	**1,96**	**1811**	**329,28**	**31,59**	**5,74**
Total (Mg)				**9878,28**		**172,26**

Julio 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	2,568	1,89	1733	384,58	34,00	7,54
2	2,541	1,86	1698	372,82	36,17	7,94
3	2,489	2,01	1874	403,14	35,22	7,57
4	2,480	2,06	1927	412,92	33,58	7,19
5	2,412	1,92	1769	368,58	29,84	6,22
6	2,274	2,02	1880	369,43	31,46	6,18
7	2,140	1,94	1792	331,40	31,57	5,84
8	2,222	1,96	1816	348,55	29,40	5,64
9	2,379	2,01	1868	384,08	44,50	9,15
10	2,370	2,07	1939	397,11	51,67	10,58
11	2,309	2,06	1933	385,65	47,89	9,55
12	2,367	2,09	1962	401,40	49,70	10,17
13	2,340	2,01	1874	378,94	54,31	10,98
14	2,288	1,93	1780	351,94	45,35	8,97
15	2,374	1,95	1804	370,06	44,78	9,19
16	2,357	1,94	1792	364,87	46,84	9,54
17	2,426	1,94	1792	375,61	46,79	9,81
18	2,206	2,00	1857	353,94	46,03	8,77
19	2,216	1,90	1745	334,07	45,03	8,62
20	2,019	2,03	1892	330,01	51,25	8,94
21	2,101	2,00	1863	338,04	51,62	9,37
22	2,318	1,97	1827	365,95	48,77	9,77
23	2,173	2,08	1957	367,32	51,46	9,66
24	2,271	2,05	1915	375,84	48,99	9,61
25	2,261	2,10	1980	372,63	56,74	11,08
26	2,152	1,95	1804	348,64	44,64	8,30
27	2,165	2,08	1957	366,02	49,33	9,23
28	2,046	2,12	2004	354,12	40,28	7,12
29	2,146	2,01	1868	346,40	42,06	7,80
30	2,258	1,98	1839	358,77	46,07	8,99
31	2,095	1,83	1663	300,91	45,42	8,22
Media mes	**2,283**	**1,99**	**1851**	**364,96**	**43,76**	**8,63**
Total (Mg)				**11313,74**		**267,53**

Agosto 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	2,072	1,95	1804	322,99	42,88	7,68
2	2,110	1,99	1851	325,87	37,64	6,86
3	2,030	*2,01*	1868	327,78	*38,11*	6,69
4	2,002	*2,02*	1886	326,28	*38,58*	6,67
5	2,026	*2,04*	1904	333,29	*39,05*	6,84
6	2,218	*2,05*	1921	368,18	*39,52*	7,57
7	2,224	*2,07*	1939	372,60	*39,99*	7,68
8	2,027	2,08	1957	355,98	40,46	7,09
9	1,939	2,04	1910	319,92	39,27	6,58
10	2,350	1,98	1833	372,28	34,10	6,92
11	2,545	1,81	1633	359,16	27,03	5,94
12	2,527	1,83	1657	361,80	33,73	7,37
13	2,431	1,73	1539	323,33	20,29	4,26
14	2,182	1,81	1633	307,97	28,19	5,31
15	2,163	1,87	1704	318,47	31,76	5,94
16	2,138	1,93	1774	327,78	28,61	5,28
17	2,100	1,93	1774	321,98	31,28	5,68
18	2,019	1,99	1851	322,81	32,35	5,64
19	2,026	*2,04*	1907	333,82	*34,09*	5,97
20	2,107	*2,09*	1962	357,18	*35,83*	6,52
21	2,068	*2,13*	2018	360,61	*37,57*	6,71
22	2,121	2,18	2074	394,03	39,31	7,20
23	2,165	1,96	1816	352,98	39,44	7,38
24	2,263	1,87	1710	347,55	35,60	6,96
25	2,121	1,85	1686	298,79	35,62	6,53
26	2,143	*1,87*	1711	316,79	*34,92*	6,47
27	1,988	*1,89*	1735	298,14	*34,22*	5,88
28	1,808	*1,91*	1760	274,87	*33,52*	5,24
29	1,913	*1,93*	1785	294,91	*32,82*	5,42
30	1,856	*1,95*	1809	290,06	*32,12*	5,15
31	1,935	*1,98*	1834	306,61	*31,42*	5,25
Media mes	**2,117**	**1,96**	**1810**	**332,09**	**34,69**	**6,34**
Total (Mg)				**10294,82**		**196,68**

Centro de Investigación D. C. A. BIBLIOTECA

Septiembre 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	2,075	*2,00*	1858	333,23	*30,72*	5,51
2	1,967	*2,02*	1883	320,06	*30,02*	5,10
3	1,885	*2,04*	1907	310,60	*29,32*	4,77
4	1,921	*2,06*	1932	320,66	*28,62*	4,75
5	1,974	2,08	1957	346,73	27,92	4,76
6	1,951	2,14	2021	340,66	31,44	5,30
7	2,024	2,03	1892	330,78	24,73	4,32
8	2,144	1,62	1416	262,27	14,10	2,61
9	1,757	1,87	1710	259,54	18,67	2,83
10	1,642	2,03	1898	269,26	20,32	2,88
11	1,516	2,04	1904	249,36	17,98	2,36
12	1,491	2,11	1986	255,80	18,54	2,39
13	1,336	2,11	1986	229,27	16,48	1,90
14	1,411	2,00	1863	227,04	15,97	1,95
15	1,513	2,05	1921	251,15	16,05	2,10
16	1,536	2,01	1874	248,75	12,28	1,63
17	1,663	1,94	1792	257,41	14,62	2,10
18	1,743	1,83	1657	249,53	16,22	2,44
19	1,620	1,93	1780	249,20	17,77	2,49
20	1,551	2,11	1986	266,20	19,88	2,66
21	1,522	1,95	1804	237,26	17,97	2,36
22	1,329	1,97	1821	209,09	19,59	2,25
23	1,266	1,98	1833	200,53	20,62	2,26
24	1,308	1,86	1692	191,19	18,06	2,04
25	1,109	2,05	1915	183,53	20,83	2,00
26	1,139	1,89	1733	170,60	18,77	1,85
27	1,243	1,91	1757	185,74	18,65	2,00
28	1,173	*1,97*	1823	184,80	*18,98*	1,92
29	1,301	*2,02*	1890	212,40	*19,30*	2,17
30	1,243	*2,08*	1957	210,16	*19,63*	2,11
Media mes	**1,578**	**1,99**	**1846**	**252,09**	**20,97**	**2,86**
Total (Mg)				**7562,81**		**85,81**

Octubre 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	1,364	*2,14*	2023	238,44	*19,96*	2,35
2	0,965	*2,19*	2090	174,16	*20,28*	1,69
3	0,843	2,25	2156	156,99	20,61	1,50
4	0,790	2,20	2098	143,11	22,44	1,53
5	0,746	2,22	2121	136,68	22,12	1,43
6	0,710	*2,21*	2106	129,15	*22,26*	1,36
7	0,695	2,20	2092	125,67	22,40	1,35
8	0,976	1,97	1821	153,55	18,77	1,58
9	1,429	1,84	1669	206,03	16,69	2,06
10	1,934	1,02	705	117,76	7,59	1,27
11	1,052	1,10	809	73,49	8,52	0,77
12	0,607	1,94	1786	93,71	18,59	0,98
13	0,582	2,36	2280	114,63	23,88	1,20
14	0,575	2,39	2315	114,94	24,11	1,20
15	0,564	1,73	1545	75,29	15,84	0,77
16	0,595	*1,87*	1710	87,91	*17,64*	0,91
17	0,604	2,01	1874	97,87	19,44	1,02
18	0,545	2,21	2109	99,24	38,94	1,83
19	0,530	2,32	2239	102,53	44,72	2,05
20	0,512	2,42	2356	104,29	37,04	1,64
21	0,515	2,44	2374	105,68	34,02	1,51
22	0,646	1,66	1463	81,68	20,49	1,14
23	1,461	1,69	1492	188,31	22,25	2,81
24	1,544	0,84	501	66,81	7,52	1,00
25	0,746	1,13	841	54,21	11,60	0,75
26	0,543	1,96	1810	84,93	20,73	0,97
27	0,502	2,22	2115	91,83	23,31	1,01
28	0,496	2,30	2215	95,02	24,14	1,04
29	0,485	2,36	2286	95,79	25,67	1,08
30	0,473	2,45	2392	97,75	27,51	1,12
31	0,468	2,44	2380	96,21	26,79	1,08
Media mes	**0,790**	**1,86**	**1703**	**116,25**	**19,84**	**1,35**
Total (Mg)				**3603,69**		**42,00**

Noviembre 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	0,470	2,42	2350	95,39	27,00	1,10
2	0,462	2,26	2168	86,49	30,12	1,20
3	0,442	2,31	2227	85,07	28,44	1,09
4	0,438	*2,28*	2194	83,00	*28,89*	1,09
5	0,472	*2,25*	2161	88,17	*29,35*	1,20
6	0,473	*2,23*	2128	86,98	*29,80*	1,22
7	0,448	*2,20*	2095	81,08	*30,26*	1,17
8	0,434	2,17	2062	77,28	30,71	1,15
9	0,427	*2,17*	2062	76,12	*30,71*	1,13
10	0,513	*1,95*	1798	79,61	*24,78*	1,10
11	0,623	1,72	1533	82,53	18,85	1,01
12	0,534	*2,18*	2068	95,38	*26,83*	1,24
13	0,522	*2,18*	2068	93,26	*26,83*	1,21
14	0,513	*2,18*	2068	91,73	*26,83*	1,19
15	0,509	*2,18*	2068	91,03	*26,83*	1,18
16	0,509	*2,18*	2068	91,02	*26,83*	1,18
17	0,508	*2,18*	2068	90,78	*26,83*	1,18
18	0,514	*2,18*	2068	91,84	*26,83*	1,19
19	0,542	*2,18*	2068	96,90	*26,83*	1,26
20	0,761	*1,45*	1215	79,94	*26,83*	1,76
21	0,984	0,72	363	30,81	6,19	0,53
22	0,542	2,05	1921	89,90	19,98	0,93
23	0,527	2,18	2074	94,46	22,94	1,04
24	0,525	2,22	2121	96,17	26,67	1,21
25	0,520	2,07	1945	87,45	29,14	1,31
26	0,520	2,22	2121	95,25	27,46	1,23
27	0,526	2,12	2004	91,04	24,24	1,10
28	0,537	2,00	1863	86,41	16,43	0,76
29	0,546	1,91	1757	82,88	21,61	1,02
30	0,548	*1,89*	1729	81,92	*20,81*	0,99
Media mes	**0,530**	**2,01**	**1879**	**86,00**	**24,75**	**1,13**
Total (Mg)				**2579,90**		**33,97**

Diciembre 1995

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	0,554	*1,86*	1702	81,43	*20,02*	0,96
2	0,561	1,84	1674	81,11	19,22	0,93
3	0,571	1,77	1592	78,57	19,14	0,94
4	0,566	1,80	1627	79,56	18,50	0,90
5	0,560	1,91	1757	84,97	18,79	0,91
6	0,533	1,98	1839	84,74	22,02	1,01
7	0,529	2,04	1910	87,34	28,45	1,30
8	0,535	*2,00*	1857	85,87	*26,84*	1,24
9	0,529	1,95	1804	82,51	25,22	1,15
10	0,525	*1,78*	1604	72,70	*20,54*	0,93
11	0,521	1,61	1404	63,23	15,86	0,71
12	0,517	1,82	1651	73,78	19,29	0,86
13	0,512	*1,82*	1651	73,06	*19,29*	0,85
14	0,510	*1,82*	1651	72,71	*19,29*	0,85
15	0,523	*1,82*	1651	74,61	*19,29*	0,87
16	0,626	*1,89*	1737	93,93	*14,72*	0,80
17	0,594	*1,94*	1788	91,76	*16,76*	0,86
18	0,546	2,02	1886	88,90	20,67	0,97
19	0,515	2,08	1957	87,08	23,49	1,05
20	0,511	2,08	1957	86,40	23,59	1,04
21	0,505	*2,08*	1957	85,38	*23,59*	1,03
22	0,502	*2,08*	1957	84,81	*23,59*	1,02
23	0,501	*2,08*	1957	84,65	*23,59*	1,02
24	0,549	*2,08*	1957	92,82	*23,59*	1,12
25	0,617	*2,08*	1957	104,37	*23,59*	1,26
26	0,814	*1,77*	1589	111,74	*7,41*	0,52
27	0,677	*2,05*	1920	112,22	*20,64*	1,21
28	0,654	*2,05*	1924	108,79	*20,81*	1,18
29	0,642	2,10	1980	109,81	23,05	1,28
30	0,666	2,20	2098	120,69	24,26	1,40
31	0,817	2,27	2180	153,92	29,11	2,06
Media mes	**0,574**	**1,96**	**1818**	**90,11**	**20,98**	**1,04**
Total (Mg)				**2793,48**		**32,24**

Enero 1996

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	0,736	*2,28*	2189	139,22	*29,66*	1,89
2	0,666	*2,29*	2198	126,50	*30,21*	1,74
3	0,646	*2,29*	2206	123,20	*30,76*	1,72
4	0,627	2,30	2215	119,97	31,31	1,70
5	0,636	2,26	2168	119,10	31,51	1,73
6	0,690	2,14	2027	120,89	30,63	1,83
7	0,944	2,08	1957	159,51	29,11	2,37
8	0,843	2,17	2062	150,28	33,66	2,45
9	1,335	2,24	2145	247,31	36,40	4,20
10	2,870	1,36	1110	275,30	31,55	7,82
11	1,588	1,96	1816	249,10	40,75	5,59
12	1,617	1,86	1698	237,15	49,20	6,87
13	1,323	2,18	2074	237,03	50,63	5,79
14	1,165	2,32	2239	225,28	52,57	5,29
15	1,096	*2,30*	2209	209,28	*49,11*	4,65
16	1,048	2,27	2180	197,32	45,64	4,13
17	0,978	2,26	2168	183,28	47,79	4,04
18	0,932	2,26	2168	174,53	45,75	3,68
19	0,893	2,26	2168	167,29	45,75	3,53
20	0,869	*2,25*	2156	162,00	*44,78*	3,36
21	0,854	*2,24*	2145	158,33	*43,82*	3,23
22	1,774	2,23	2133	326,85	42,85	6,57
23	2,474	1,19	912	194,83	33,90	7,25
24	2,404	1,29	1022	212,28	29,70	6,17
25	2,233	1,28	1015	195,82	28,92	5,58
26	1,898	1,27	1006	164,93	27,16	4,45
27	1,474	1,35	1098	139,91	28,49	3,63
28	1,282	1,90	1745	193,36	45,62	5,05
29	1,171	2,11	1992	201,53	46,09	4,66
30	1,842	1,67	1475	234,66	38,20	6,08
31	1,790	1,73	1545	238,99	37,89	5,86
Media mes	**1,313**	**1,84**	**1674**	**189,84**	**37,80**	**4,29**
Total (Mg)				**5885,00**		**132,92**

Febrero 1996

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	1,721	1,62	1416	210,47	37,66	5,60
2	1,981	1,87	1710	292,57	42,38	7,25
3	1,529	2,12	2004	264,70	46,77	6,18
4	1,305	2,23	2133	240,42	48,56	5,47
5	1,211	*2,03*	1895	198,27	*60,79*	6,36
6	1,522	*1,58*	1368	179,85	*50,93*	6,70
7	1,503	*1,92*	1771	229,99	*58,48*	7,59
8	1,353	*1,95*	1803	210,85	*59,08*	6,91
9	1,245	*2,00*	1866	200,64	*60,25*	6,48
10	1,171	*2,05*	1916	193,90	*61,20*	6,19
11	1,079	*2,10*	1981	184,56	*62,40*	5,81
12	1,045	*2,13*	2012	181,60	*62,99*	5,69
13	1,036	2,13	2015	180,44	63,05	5,64
14	0,975	2,18	2074	174,65	62,57	5,27
15	0,904	2,21	2109	164,72	64,93	5,07
16	0,877	2,22	2121	160,75	61,70	4,68
17	0,869	2,22	2121	159,20	61,82	4,64
18	0,857	2,23	2133	157,96	60,52	4,48
19	0,855	2,23	2133	157,52	79,79	5,89
20	0,816	2,24	2145	151,22	64,92	4,58
21	0,785	2,30	2215	150,19	66,00	4,47
22	0,768	2,34	2262	150,21	67,01	4,45
23	0,760	2,39	2321	152,41	66,72	4,38
24	0,758	2,26	2168	141,98	64,10	4,20
25	0,759	2,25	2156	141,33	64,44	4,22
26	0,783	2,22	2121	143,53	60,60	4,10
27	0,786	2,17	2062	140,13	61,88	4,20
28	0,744	2,27	2180	140,20	62,96	4,05
29	0,728	2,22	2121	133,44	56,25	3,54
Media mes	**1,059**	**2,08**	**1954**	**369,09**	**58,05**	**9,57**
Total (Mg)				**11072,69**		**287,02**

Marzo 1996

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	0,714	2,33	2250	138,82	54,96	3,39
2	0,710	2,37	2298	140,87	52,84	3,24
3	0,701	*2,32*	2243	135,81	*50,90*	3,08
4	0,697	*2,28*	2189	131,93	*48,95*	2,95
5	0,698	*2,23*	2135	128,72	*47,01*	2,83
6	0,708	*2,19*	2081	127,28	*45,07*	2,76
7	0,708	2,14	2027	124,09	43,13	2,64
8	0,708	2,17	2062	126,13	42,39	2,59
9	0,702	2,17	2062	125,08	42,68	2,59
10	0,709	*2,17*	2057	125,97	*41,85*	2,56
11	0,718	*2,16*	2052	127,21	*41,02*	2,54
12	0,706	*2,16*	2047	124,88	*40,19*	2,45
13	0,731	*2,15*	2042	128,91	*39,36*	2,49
14	0,758	*2,15*	2036	133,33	*38,53*	2,52
15	0,772	*2,14*	2031	135,44	*37,70*	2,51
16	0,753	*2,14*	2026	131,83	*36,87*	2,40
17	0,728	*2,13*	2021	127,05	*36,04*	2,27
18	0,725	2,13	2015	126,20	35,21	2,20
19	0,727	2,18	2074	130,25	38,07	2,39
20	0,749	2,08	1957	126,57	37,93	2,45
21	0,752	1,93	1780	124,17	24,52	1,59
22	0,785	*1,92*	1765	119,67	*24,52*	1,66
23	0,766	*1,90*	1749	115,79	*24,51*	1,62
24	0,769	*1,89*	1733	115,13	*24,51*	1,63
25	0,792	*1,88*	1718	117,59	*24,51*	1,68
26	0,834	*1,86*	1702	122,62	*24,51*	1,77
27	0,821	*1,85*	1686	119,55	*24,50*	1,74
28	0,853	*1,84*	1671	123,16	*24,50*	1,81
29	0,871	*1,82*	1655	124,54	*24,50*	1,84
30	0,874	*1,81*	1639	123,79	*24,50*	1,85
31	0,941	*1,80*	1624	131,98	*24,49*	1,99
Media mes	**0,757**	**2,06**	**1935**	**126,91**	**35,52**	**2,32**
Total (Mg)				**3934,36**		**72,04**

Abril 1996

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	1,070	*1,78*	1608	148,58	*24,49*	2,26
2	1,111	1,77	1592	162,19	24,49	2,35
3	1,124	1,80	1627	167,53	29,40	2,85
4	1,082	1,87	1710	169,38	30,59	2,86
5	1,093	1,79	1616	161,92	30,42	2,87
6	1,137	1,82	1651	171,77	22,58	2,22
7	1,169	1,93	1780	189,77	32,31	3,26
8	1,164	*1,93*	1776	178,63	*33,59*	3,38
9	1,186	*1,92*	1772	181,66	*34,87*	3,57
10	1,185	1,92	1769	190,95	36,16	3,70
11	1,179	1,98	1839	197,40	30,04	3,06
12	1,214	2,02	1886	208,02	31,64	3,32
13	1,194	2,02	1886	204,67	31,45	3,24
14	1,237	2,02	1886	211,93	33,58	3,59
15	1,249	2,03	1898	215,16	33,79	3,65
16	1,268	2,03	1898	218,32	33,34	3,65
17	1,395	1,90	1745	220,97	28,12	3,39
18	1,340	1,92	1769	215,21	27,01	3,13
19	1,370	1,82	1651	205,69	24,12	2,85
20	1,360	1,72	1533	190,22	29,06	3,41
21	1,271	1,73	1545	179,53	28,20	3,10
22	1,160	1,89	1733	183,47	29,54	2,96
23	1,155	2,09	1968	206,60	29,21	2,91
24	1,014	2,16	2051	189,45	35,06	3,07
25	0,958	2,06	1933	169,40	41,33	3,42
26	0,949	2,01	1874	162,96	41,06	3,37
27	0,897	2,19	2086	171,03	45,52	3,53
28	0,859	2,01	1874	148,06	41,85	3,10
29	0,926	2,04	1910	162,09	33,51	2,68
30	0,901	*2,04*	1908	148,50	*33,23*	2,59
Media mes	**1,140**	**1,93**	**1784**	**184,37**	**31,58**	**3,11**
Total (Mg)				**5531,05**		**93,36**

Mayo 1996

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	0,937	*2,04*	1907	154,30	*32,95*	2,67
2	0,881	*2,04*	1906	145,00	*32,67*	2,49
3	0,912	*2,04*	1904	150,12	*32,39*	2,55
4	0,936	*2,03*	1903	153,96	*32,11*	2,60
5	0,981	*2,03*	1902	161,11	*31,83*	2,70
6	0,893	*2,03*	1900	146,64	*31,55*	2,43
7	0,989	*2,03*	1899	162,26	*31,27*	2,67
8	1,088	*2,03*	1898	178,33	*30,99*	2,91
9	0,983	*2,03*	1897	161,12	*30,71*	2,61
10	0,945	*2,03*	1895	154,70	*30,43*	2,48
11	0,963	*2,03*	1894	157,59	*30,15*	2,51
12	0,950	*2,03*	1893	155,29	*29,87*	2,45
13	0,880	*2,02*	1891	143,72	*29,59*	2,25
14	0,900	*2,02*	1890	146,93	*29,31*	2,28
15	0,903	*2,02*	1889	147,43	*29,03*	2,27
16	0,884	*2,02*	1887	144,11	*28,75*	2,20
17	0,953	2,02	1886	164,66	28,47	2,34
18	1,045	*1,92*	1769	159,75	*25,59*	2,31
19	0,997	1,82	1651	151,38	22,70	1,96
20	1,017	1,80	1627	152,15	24,33	2,14
21	1,055	1,79	1616	156,55	19,40	1,77
22	1,120	1,58	1369	141,52	16,88	1,63
23	0,987	*1,79*	1616	137,84	*21,64*	1,85
24	0,936	2,00	1863	159,83	26,40	2,13
25	0,978	2,17	2062	183,95	19,99	1,69
26	0,985	2,03	1898	170,95	21,72	1,85
27	0,909	*2,01*	1873	147,11	*21,88*	1,72
28	0,962	*1,99*	1848	153,51	*22,03*	1,83
29	0,974	*1,97*	1823	153,33	*22,19*	1,87
30	1,007	*1,95*	1798	156,36	*22,35*	1,94
31	1,074	*1,92*	1773	164,45	*22,51*	2,09
Media mes	**0,968**	**1,97**	**1828**	**155,35**	**26,67**	**2,23**
Total (Mg)				**4815,97**		**69,17**

Junio 1996

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	1,159	*1,90*	1748	175,05	*22,67*	2,27
2	1,417	*1,88*	1723	210,94	*22,83*	2,80
3	1,254	1,86	1698	194,01	22,99	2,49
4	1,170	*1,86*	1694	171,26	*24,71*	2,50
5	1,112	*1,85*	1690	162,37	*26,43*	2,54
6	1,078	*1,85*	1686	157,03	*28,15*	2,62
7	1,020	*1,85*	1682	148,32	*29,87*	2,63
8	1,125	*1,84*	1678	163,20	*31,60*	3,07
9	1,189	*1,84*	1674	172,05	*33,32*	3,42
10	1,273	*1,84*	1671	183,81	*35,04*	3,86
11	1,319	*1,83*	1667	189,90	*36,76*	4,19
12	1,355	1,83	1663	204,95	38,48	4,51
13	1,343	2,04	1910	232,40	35,93	4,17
14	1,406	*2,03*	1892	229,82	*42,57*	5,17
15	1,433	*2,01*	1874	232,10	*49,22*	6,10
16	1,482	*2,00*	1857	237,73	*55,87*	7,15
17	1,437	*1,98*	1839	228,40	*62,52*	7,76
18	1,436	*1,97*	1821	225,96	*69,17*	8,58
19	1,489	1,95	1804	236,52	75,82	9,75
20	1,516	1,90	1745	232,96	73,02	9,56
21	1,538	1,90	1745	236,38	76,20	10,13
22	1,501	1,88	1721	227,61	67,20	8,71
23	1,536	1,91	1757	237,61	70,17	9,31
24	1,518	1,87	1710	228,73	70,79	9,29
25	1,393	2,00	1863	228,65	76,58	9,22
26	1,460	*2,00*	1857	234,23	*61,54*	7,76
27	1,465	1,99	1851	238,70	46,51	5,89
28	1,507	1,97	1827	242,47	46,90	6,11
29	1,469	1,93	1780	230,34	30,68	3,89
30	1,422	2,00	1863	233,28	32,17	3,95
Media mes	**1,361**	**1,92**	**1771**	**210,89**	**48,03**	**5,65**
Total (Mg)				**6326,78**		**169,41**

Julio 1996

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	1,429	2,08	1957	245,99	45,14	5,57
2	1,493	2,10	1980	259,97	21,32	2,75
3	1,428	2,05	1921	241,59	21,09	2,60
4	1,456	*2,01*	1877	236,05	*27,82*	3,50
5	1,451	*1,97*	1832	229,62	*34,54*	4,33
6	1,445	*1,94*	1787	223,14	*41,27*	5,15
7	1,516	*1,90*	1743	228,22	*48,00*	6,29
8	1,639	1,86	1698	245,01	54,73	7,75
9	1,622	1,74	1557	222,58	46,40	6,50
10	1,598	1,78	1604	225,82	41,98	5,79
11	1,469	1,92	1769	228,82	45,70	5,80
12	1,450	2,04	1910	243,69	51,83	6,49
13	1,479	2,02	1886	245,45	55,44	7,08
14	1,459	1,94	1792	230,33	51,20	6,45
15	1,615	1,81	1639	233,18	52,51	7,33
16	1,574	1,90	1745	241,84	59,81	8,13
17	1,492	2,02	1886	247,63	58,99	7,60
18	1,514	*1,90*	1745	228,29	*54,55*	7,14
19	1,527	1,78	1604	216,05	50,10	6,61
20	1,535	1,88	1721	232,82	53,05	7,04
21	1,558	1,80	1627	223,50	56,02	7,54
22	1,511	1,75	1569	209,14	47,16	6,16
23	1,359	1,97	1827	218,87	50,28	5,90
24	1,453	1,82	1651	211,62	50,07	6,29
25	1,566	1,83	1663	229,38	45,59	6,17
26	2,054	1,63	1428	258,01	35,91	6,37
27	2,123	1,63	1428	266,57	37,61	6,90
28	1,963	1,65	1451	250,74	36,33	6,16
29	1,871	1,55	1334	220,03	32,58	5,27
30	1,650	1,76	1580	229,76	36,96	5,27
31	1,647	1,67	1475	214,27	34,47	4,91
Media mes	**1,579**	**1,85**	**1684**	**233,48**	**44,18**	**6,03**
Total (Mg)				**7238,00**		**186,84**

Agosto 1996

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	1,612	1,87	1710	242,66	45,08	6,28
2	1,581	1,76	1580	220,27	43,91	6,00
3	1,410	2,01	1874	232,69	47,34	5,77
4	1,709	1,80	1627	244,87	43,19	6,38
5	1,649	1,68	1486	216,23	23,80	3,39
6	1,569	1,74	1557	215,44	24,66	3,34
7	1,642	1,71	1522	220,27	22,19	3,15
8	2,250	1,56	1345	266,27	20,30	3,95
9	1,881	1,52	1298	215,46	19,85	3,23
10	1,359	1,83	1663	199,53	23,18	2,72
11	1,197	1,96	1816	192,01	25,16	2,60
12	1,046	2,10	1980	183,11	30,10	2,72
13	1,083	2,01	1874	179,49	25,83	2,42
14	1,183	2,07	1945	203,06	26,60	2,72
15	1,422	1,82	1651	207,22	21,06	2,59
16	1,505	1,67	1475	196,04	17,23	2,24
17	1,449	1,82	1651	211,01	19,90	2,49
18	1,433	1,98	1839	232,09	22,43	2,78
19	1,544	1,81	1639	223,05	44,50	5,94
20	1,392	1,81	1639	201,46	44,03	5,30
21	1,513	1,73	1545	206,35	40,01	5,23
22	1,577	1,59	1381	192,44	37,47	5,11
23	1,522	1,69	1498	201,26	40,46	5,32
24	1,477	1,70	1510	196,90	37,31	4,76
25	1,214	1,82	1651	177,24	49,95	5,24
26	1,069	2,03	1898	179,48	44,22	4,09
27	1,168	1,91	1757	181,45	42,32	4,27
28	1,169	1,87	1710	176,84	39,42	3,98
29	1,224	1,88	1721	186,28	38,96	4,12
30	1,294	1,96	1816	207,22	40,50	4,53
31	1,372	1,85	1686	204,11	37,42	4,43
Media mes	**1,436**	**1,80**	**1632**	**206,83**	**33,03**	**4,10**
Total (Mg)				**6411,80**		**127,05**

Septiembre 1996

Día	Q (m^3/s)	CE (dS/m)	TDS (mg/L)	L (Mg/d)	NO_3^- (mg/L)	$N\text{-}NO_3^-$ (Mg/d)
1	1,385	1,90	1745	213,11	37,29	4,46
2	1,427	2,01	1874	235,47	39,98	4,93
3	1,360	1,94	1792	214,85	40,25	4,73
4	1,279	1,86	1698	191,92	21,07	2,33
5	1,366	1,78	1604	193,48	21,45	2,53
6	1,444	1,73	1545	197,06	19,43	2,42
7	1,454	1,66	1463	188,06	17,29	2,17
8	1,322	1,55	1334	156,41	15,68	1,79
9	1,043	2,06	1933	178,28	24,46	2,20
10	1,013	1,96	1816	162,96	21,03	1,84
11	0,979	1,97	1827	158,64	19,09	1,62
12	0,955	2,01	1874	158,71	22,21	1,83
13	0,926	2,08	1957	160,61	22,80	1,82
14	1,103	1,73	1545	151,30	17,55	1,67
15	1,216	1,77	1592	171,45	17,43	1,83
16	1,320	1,67	1475	172,38	17,43	1,99
17	1,171	1,75	1569	162,79	17,43	1,76
18	1,268	1,74	1557	174,66	15,19	1,66
19	1,193	1,90	1745	184,08	19,84	2,05
20	1,172	2,07	1945	201,22	16,25	1,65
21	1,218	1,77	1592	171,73	15,52	1,63
22	1,134	1,81	1639	164,70	15,03	1,47
23	0,949	1,75	1569	132,54	18,02	1,48
24	0,898	2,06	1933	154,01	17,87	1,39
25	0,896	2,12	2004	159,13	18,14	1,40
26	0,850	2,32	2239	168,39	19,17	1,41
27	0,801	2,19	2086	148,34	39,44	2,73
28	0,817	2,04	1910	138,70	34,03	2,40
29	0,859	1,77	1592	121,97	29,61	2,20
30	0,769	2,08	1957	133,81	32,68	2,17
Media mes	**1,120**	**1,88**	**1722**	**170,69**	**22,60**	**2,19**
Total (Mg)				**5120,76**		**65,58**

ANEJO 7

Resultados analíticos de las muestras con análisis completos tomadas en el Barranco de La Violada (D-14).

Serie 1: 1981-1982

Fecha	*CE* dS/m	*SDT* mg/L	Ca^{++} $mmol_c/L$	Mg^{++} $mmol_c/L$	Na^{+} $mmol_c/L$	Cl^{-} $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^{-} mg/L	HCO_3^{-} $mmol_c/L$
31/7/81	2,25	2195	19,0	10,0	3,4	1,7	34,7		1,1
14/8/81	2,33		19,0	10,3	3,4	1,7	32,0		1,2
31/8/81	2,37		18,9	9,1	3,0	1,7	32,0		1,0
15/9/81	2,37		18,2	8,8	3,1	1,6	29,3		1,2
30/9/81	2,33		18,8	10,3	4,2	1,9	34,7		0,9
1/10/81	2,35		18,6	8,9	3,1	1,8	30,7		1,0
16/11/81	2,79	2520	19,1	10,6	4,4	2,1	33,3		2,1
30/11/81	2,45		17,2	10,1	4,1	1,9	30,7		1,1
1/12/81	2,51		17,4	10,5	3,6	1,9	30,0		1,2
15/12/81	1,33	1174	7,6	4,8	2,6	1,1	13,8		2,0
31/12/81	2,71		17,9	11,6	5,0	2,4	32,0		2,0
30/1/82	1,78		15,2	6,6	3,1	1,3	19,6		3,6
11/3/82	2,87		23,7	12,1	5,4	2,4	36,0		4,3
18/3/82	2,59		19,9	11,2	4,7	2,1	29,3		2,9
25/3/82	2		14,6	6,8	3,2	1,6	21,3		1,6
1/4/82	2,1		17,1	8,2	3,8	1,7	22,0		3,2

Serie 2: 1994-1996

Fecha	*CE* dS/m	*SDT* mg/L	Ca^{++} $mmol_c/L$	Mg^{++} $mmol_c/L$	Na^{+} $mmol_c/L$	Cl^{-} $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^{-} mg/L	HCO_3^{-} $mmol_c/L$
22/12/94	2,1		12,5	8,4	2,4	1,2	20,7	11,5	
18/1/95	1,03		6,9	4,0	1,3	0,6	10,8	6,4	
24/1/95	0,62		3,5	1,7	0,7	0,7	2,8	5,8	
7/2/95	1,56		10,4	6,2	1,9	1,1	14,7	23,3	
27/2/95	1,82		14,2	7,1	2,5	1,3	18,7	29,3	
8/3/95	1,58		11,8	5,9	1,6	1,0	17,0	14,8	
21/3/95	0,9		5,1	2,4	1,4	0,5	5,6	7,9	
4/4/95	1,55		11,1	6,0	2,1	0,9	16,2	19,4	
19/4/95	1,97		15,8	6,7	1,6	1,0	18,5	29,8	
8/7/96	1,86		13,5	6,9	1,4	1,4	19,3	54,7	
9/7/96	1,74		13,5	6,4	1,3	1,3	18,3	46,4	
10/7/96	1,78		13,1	6,2	1,2	1,2	17,8	42,0	
11/7/96	1,92		15,0	6,7	1,4	1,2	18,9	45,7	
12/7/96	2,04		16,5	6,9	1,4	1,3	21,0	51,8	
13/7/96	2,02		18,4	7,3	1,4	1,3	21,2	55,4	
19/7/96	2		10,6	6,0	1,7	1,1	18,9	50,0	

Serie 3: 1997

Fecha	*CE* dS/m	*SDT* mg/L	Ca^{++} $mmol_c/L$	Mg^{++} $mmol_c/L$	Na^{+} $mmol_c/L$	*Cl* $mmol_c/L$	SO_4^{2-} $mmol_c/L$	NO_3^- mg/L	HCO_3^- $mmol_c/L$
10/5/97	1,92	1840	16,5	7,8	2,5	1,8	23,5	37,6	
11/5/97	1,74	1610	14,2	6,3	2,0	1,6	22,5	35,5	
15/5/97	1,9	1640	15,0	7,1	2,2	1,8	19,1	39,2	
16/5/97	2,12	1940	17,0	8,6	2,6	1,2	20,5	28,7	
17/5/97	1,83		13,7	6,8	2,3	2,1	18,6	38,4	
19/5/97	2,18	2060	18,5	9,6	2,5	2,0	27,5	41,9	
21/5/97	2,32	2320	19,4	10,5	3,1	1,9	27,6	51,1	
22/5/97	2,02	2000	17,0	9,0	2,9	1,7	25,2	35,4	
24/5/97	2,13	2020	19,3	8,9	2,8	1,6	26,3	30,8	
25/5/97	2	1900	17,0	7,8	2,5	1,7	25,2	35,4	
31/5/97	1,98	1880	16,6	7,4	2,4	1,1	25,8	19,1	
1/6/97	1,54	1390	12,1	4,9	2,0	1,4	21,0	23,7	
3/6/97	2,04	1830	18,7	8,0	2,4	1,3	20,8	27,6	
5/6/97	1,93	1820	15,9	7,2	2,3	1,8	27,0	39,3	
9/6/97	2,25	2110	18,6	9,1	2,5	1,9	28,5	38,5	
11/6/97	2,12	2020	16,4	8,2	2,6	1,4	26,1	44,5	
13/6/97	2,15	2020	16,5	8,4	2,7	1,4	24,7	27,7	
15/6/97	2,04	2050	18,4	8,5	2,5	1,8	26,2	39,8	
17/6/97	1,94	1660	15,1	6,4	1,9	1,0	20,6	25,9	
19/6/97	2,16	1990	17,9	7,3	2,0	1,8	26,0	54,1	
21/6/97	2	1770	16,8	6,3	1,7	1,4	22,7	47,7	
2/9/97	1,34		10,8	3,5	1,3	0,8	16,2	39,5	
3/9/97	1,58	1310	14,8	4,9	1,4	1,3	22,4	44,9	
4/9/97	1,85	1750	17,3	6,0	1,7	1,2	23,7	42,8	
5/9/97	1,61	1450	14,2	5,2	1,3	1,0	18,5	32,1	
7/9/97	1,4	1190	12,0	4,4	1,3	0,7	16,3	21,3	
9/9/97	2,01	1930	18,5	6,9	1,8	1,3	26,3	43,4	
10/9/97	2,11	2090	18,0	7,7	1,9	1,1	24,5	39,5	
12/9/97	2,01	1880	17,7	7,3	1,9	1,4	25,8	41,0	
14/9/97	1,67	1420	12,8	5,5	1,5	0,8	20,7	22,3	
15/9/97	1,55	1350	11,6	4,8	1,2	0,7	19,6	19,1	
24/9/97	1,88	1780	15,8	6,9	1,8	1,5	16,5	36,9	
27/9/97	1,95	1840	16,7	7,0	1,9	1,0	20,1	25,7	
2/10/97	1,95	1800	16,4	6,6	1,9	1,0	21,5	24,6	
4/10/97	1,87	1680	15,9	6,4	1,8	1,6	21,4	38,7	
6/10/97	2,04	1890	17,9	7,5	1,9	1,5	26,6	36,3	
8/10/97	1,88	1710	15,7	6,1	1,6	1,0	17,0	20,3	
9/10/97	2,14	2000	18,1	7,5	2,1	1,5	24,4	38,5	
10/10/97	2,08	1910	17,4	7,5	2,0	1,4	18,1	35,0	
28/11/97	1,4	1160	10,4	4,2	1,6	0,9	16,8	13,4	
29/11/97	1,83	1650	14,0	6,9	2,3	2,1	15,5	39,8	
1/12/97	2,11	1960	16,9	8,4	2,7	2,4	18,7	41,1	
2/12/97	2,11	2010	17,4	8,7	2,7	2,3	23,7	25,9	

ANEJO 8

Masa de nitrógeno diaria aportada a cada cultivo por hectárea y masa total de nitrógeno diaria aportada al polígono.

Octubre 1994

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	1,7	0,1	0	2,4
2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	1,2	0,1	0	3,2
3	0	0	0	0	0	0,i	0	0	0	0	0	0,8	0,2	0	4,1
4	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,5	0,3	0	5,1
5	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0	6,4
6	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,5	0	7,9
7	0	0	0	0	0,i	0,3	0	0	0	0	0	0,1	0,7	0	9,5
8	0	0	0	0	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0,1	0,9	0	11,2
9	0	0	0	0	0,1	0,4	0	0	0	0	0	0	1,1	0	12,9
10	0	0	0	0	0,1	0,5	0	0	0	0	0	0	1,3	0	14,4
11	0	0	0	0	0,i	0,6	0	0	0	0	0	0	1,5	0	15,6
12	0	0	0	0	0,i	0,7	0	0	0	0	0	0	i,7	0	16,4
13	0	0	0	0	0,1	0,8	0	0	0	0	0	0	1,9	0	16,7
14	0	0	0	0	0,1	0,9	0	0	0	0	0	0	2,0	0	16,4
15	0	0	0	0	0,i	i,1	0	0	0	0	0	0	2,0	0	15,6
16	0	0	0	0	0,i	1,2	0	0	0	0	0	0	2,0	0	14,4
17	0	0	0	0	0,1	1,4	0	0	0	0	0	0	1,9	0	12,9
18	0	0	0	0	0,2	1,5	0	0	0	0	0	0	1,7	0	11,2
19	0	0	0	0	0,2	i,6	0	0	0	0	0	0	1,5	0	9,5
20	0	0	0	0	0,2	1,8	0	0	0	0	0	0	i,3	0	7,9
21	0	0	0	0	0,3	1,9	0	0	0	0	0	0	1,1	0	6,4
22	0	0	0	0	0,3	2,0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	5,1
23	0	0	0	0	0,4	2,i	0	0	0	0	0	0	0,7	0	4,1
24	0	0	0	0	0,5	2,1	0	0	0	0	0	0	0,5	0	3,2
25	0	0	0	0	0,5	2,1	0	0	0	0	0	0	0,4	0	2,4
26	0	0	0	0	0,6	2,1	0	0	0	0	0	0	0,3	0	1,9
27	0	0	0	0	0,7	2,1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	1,4
28	0	0	0	0	0,9	2,0	0	0	0	0	0	0	0,i	0	1,i
29	0	0	0	0	i,0	i,9	0	0	0	0	0	0	0,i	0	0,8
30	0	0	0	0	i,i	i,8	0	0	0	0	0	0	0,i	0	0,6
31	0	0	0	0	i,2	i,6	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0,5
Mes	**0**	**0**	**0**	**0**	**8,9**	**35,4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**4,8**	**27,7**	**0**	**241,4**

Diciembre 1994

Noviembre 1994

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	0	0	0	0	1,4	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
2	0	0	0	0	1,5	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
3	0	0	0	0	1,7	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
4	0	0	0	0	1,8	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
5	0	0	0	0	1,9	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
6	0	0	0	0	2,0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	2,1	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	2,1	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	2,2	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	2,2	0,4	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0
11	0	0	0	0	2,1	0,3	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0
12	0	0	0	0	2,1	0,3	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0
13	0	0	0	0	2,0	0,2	0	0,3	0	0	0	0	0	0,3	0
14	0	0	0	0	1,9	0,2	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0
15	0	0	0	0	1,8	0,1	0	0,7	0	0	0	0	0	0,7	0
16	0	0	0	0	1,7	0,1	0	0,9	0	0	0	0	0	0,9	0
17	0	0	0	0	1,5	0,1	0	1,0	0	0	0	0	0	1,0	0
18	0	0	0	0	1,4	0,1	0	1,1	0	0	0	0	0	1,1	0
19	0	0	0	0	1,2	0,1	0	1,1	0	0	0	0	0	1,1	0
20	0	0	0	0	1,1	0,1	0	1,0	0	0	0	0	0	1,0	0
21	0	0	0	0	1,0	0,1	0	0,9	0	0	0	0	0	0,9	0
22	0	0	0	0	0,9	0,1	0	0,7	0	0	0	0	0	0,7	0
23	0	0	0	0	0,7	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0
24	0	0	0	0	0,6	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,3	0
25	0	0	0	0	0,5	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0
26	0	0	0	0	0,5	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0
27	0	0	0	0	0,4	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	52,3
28	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	52,3
29	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	52,3
30	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	69,8
Mes	**0**	**0**	**0**	**0**	**41,2**	**10,5**	**0**	**10,2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,1**	**10,2**	**228,3**

Diciembre 1994

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97,0
2	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136,5
3	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190,1
4	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	261,2
5	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	353,1
6	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	468,6
7	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	631,1
8	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	795,7
9	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	980,3
10	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1177,2
11	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1375,1
12	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1560,6
13	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1722,7
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1844,8
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1917,8
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1937,8
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1907,5
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1834,9
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1732,3
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1613,1
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1490,4
22	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	1374,5
23	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	1272,6
24	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	1188,6
25	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,3	0	0	1123,4
26	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,3	0	0	1075,9
27	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,4	0	0	1043,9
28	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,7	0	0	1024,9
29	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	1,2	0	0	1016,1
30	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0	0	0	1,9	0	0	1015,3
31	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0	0	0	2,9	0	0	1020,2
Mes	**0**	**0**	**0**	**0**	**1,2**	**0**	**0**	**1,5**	**0**	**0**	**0**	**7,6**	**0**	**0**	**35183,4**

Febrero 1995

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	0	0	0	0	0,1	0	0	0,2	0	0	0	4,3	0,0	0	1041,4
2	0	0	0	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0	5,9	0,0	0	1061,4
3	0	0	0	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0	7,6	0,0	0	1043,2
4	0	0	0	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0	9,2	0,0	0	1059,0
5	0	0	0	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0	10,3	0,4	0	1071,4
6	0	0	0	0,1	0	0	0	0,4	0	0	0	10,7	0,5	0	1079,0
7	0	0	0	0,1	0	0	0	0,4	0	0	0	10,3	1,2	0	1083,2
8	0	0	0	0,1	0	0	0	0,4	0	0	0	9,2	2,5	0	1077,6
9	0	0	0	0,1	0	0	0	0,4	0	0	0	7,6	4,6	0	1065,6
10	0	0	0	0,1	0	0	0	0,4	0	0	0	5,9	7,4	0	1046,5
11	0	0	0	0,1	0	0	0	0,4	0	0	0	4,3	10,3	0	1020,7
12	0	0	0	0,1	0	0	0	0,4	0	0	0	2,9	12,2	0	989,4
13	0	0	0	0,1	0	0	0	0,4	0	0	0	1,9	12,2	0	954,0
14	0	0	0	0,1	0	0	0	0,4	0	0	0	1,2	10,3	0	916,0
15	0	0	0	0,2	0	0	0	0,4	0	0	0	0,7	7,4	0	875,7
16	0	0	0	0,2	0	0	0	0,4	0	0	0	0,4	4,6	0	832,3
17	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0,3	0	0	0	0,3	2,5	0	783,7
18	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0,3	0	0	0	0,3	1,2	0	727,7
19	0	0	0	0,3	0,2	0	0	0,3	0	0	0	0	0,5	0	664,8
20	0	0	0	0,3	0,2	0	0	0,3	0	0	0	0	0,4	0	596,5
21	0	0	0	0,4	0,2	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	523,8
22	0	0	0	0,4	0,3	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	451,4
23	0,1	0	0	0,5	0,4	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	367,7
24	0,1	0	0	0,5	0,6	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	307,4
25	0,1	0	0	0,6	0,8	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	255,6
26	0,1	0	0	0,7	1,0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	212,1
27	0,1	0	0	0,7	1,3	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	176,1
28	0,1	0	0	0,8	1,6	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	146,2
29	0,1	0,1	0,0	0,9	2,0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	121,7
30	0,1	0,1	0,0	1,0	2,4	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	102,3
31	0,1	0,1	0,0	0	1,1	2,9	0	0,1	0	0	0	0	0	0	83,2
Mes	**1,3**	**0,7**	**0,0**	**0**	**10,1**	**14,0**	**0**	**8,5**	**0**	**0**	**0**	**92,9**	**78,2**	**0**	**21736,5**

Enero 1995

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
i	0,1	0,1	0,0	0	1,3	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	69,3
2	0,1	0,1	0,0	0	1,4	3,8	0	0	0	0	0	0	0	0	57,6
3	0,2	0,1	0,0	0	1,5	4,3	0	0	0	0	0	0	0	0	47,8
4	0,2	0,1	0,0	0	i,7	4,7	0	0	0	0	0	0	0	0	39,6
5	0,2	0,i	0,0	0	i,8	5,i	0	0	0	0,3	0	0	0	0	32,8
6	0,2	0,i	0,0	0	i,9	5,3	0	0,1	0	0,3	0	0	0	0,1	27,1
7	0,3	0,1	0,0	0	2,0	5,4	0	0,1	0	0,5	0	0	0	0,1	22,4
8	0,3	0,2	0,0	0	2,2	5,4	0	0,i	0	0,8	0	0	0	0,1	21,9
9	0,3	0,2	0,0	0	2,3	5,3	0	0,2	0	i,4	0	0	0	0,2	21,9
10	0,4	0,2	0,0	0	2,4	5,1	0	0,3	0	2,4	0	0	0	0,3	21,9
11	0,4	0,2	0,0	0	2,5	4,7	0	0,4	0	3,7	0	0	0	0,4	21,9
12	0,5	0,3	0,0	0	2,5	4,3	0	0,7	0	5,4	0	0	0	0,7	21,9
13	0,5	0,3	0,0	0	2,6	3,8	0	1,0	0	7,5	0	0	0	1,0	0
14	0,6	0,3	0,0	0	2,6	3,3	0	1,4	0	9,6	0	0	0	i,4	0
15	0,7	0,4	0,0	0	2,6	2,9	0	i,8	0	11,3	0	0	0	1,8	0
16	0,7	0,4	0,0	0	2,6	2,4	0	2,3	0	12,3	0	0	0	2,3	0
17	0,8	0,5	0,0	0	2,6	2,0	0	2,8	0	12,3	0	0	0	2,8	0
18	0,9	0,5	0,0	0	2,5	1,6	0	3,2	0	11,3	0	0	0	3,2	0
19	1,0	0,6	0,0	0	2,5	1,3	0	3,4	0	9,6	0	0	0	3,4	0
20	i,1	0,6	0,0	0	2,4	1,0	0	3,6	0	7,5	0	0	0	3,6	0
21	1,3	0,7	0,0	0	2,3	0,8	0	3,5	0	5,4	0	0	0	3,5	0
22	1,4	0,8	0,0	0	2,2	0,6	0	3,2	0	3,7	0	0	0	3,2	0
23	i,6	0,9	0,0	0	2,0	0,4	0	2,9	0	2,4	0	0	0	2,9	0
24	1,7	1,0	0,0	0	i,9	0,3	0	2,4	0	1,4	0	0	0	2,4	0
25	1,9	i,0	0,0	0	i,8	0,2	0	1,9	0	0,8	0	0	0	i,9	0
26	2,0	i,i	0,0	0	1,7	0,2	0	i,4	0	0,5	0	0	0	i,4	0
27	2,2	i,2	0,0	0	1,5	0,2	0	i,0	0	0,3	0,1	0	0	i,0	0
28	2,4	1,3	0,0	0	1,4	0,2	0	0,6	0	0,3	0,1	0	0	0,6	0
Mes	**24,0**	**13,4**	**0,4**	**0**	**58,7**	**77,8**	**0**	**37,9**	**0**	**111,0**	**0,5**	**0**	**0**	**37,9**	**406,0**

Marzo 1995

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	2,6	1,4	0,0	0	1,3	0,2	0	0,4	0	0	0,1	0	0	0,4	21,5
2	2,7	1,5	0,1	0	1,2	0	0	0,3	0	0	0,1	0	0	0,3	21,5
3	2,9	1,6	0,1	0	1,1	0	0	0,2	0	0	0,1	0	0	0,2	21,5
4	3,0	1,7	0,1	0,1	1,0	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0,1	21,5
5	3,1	1,8	0,1	0,1	0,9	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	21,5
6	3,2	1,8	0,1	0,2	0,8	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	21,5
7	3,3	1,9	0,1	0,4	0,7	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	326,6
8	3,3	1,9	0,1	0,7	0,6	0	0	0	0	0	0,2	0	0,1	0	449,8
9	3,4	1,9	0,1	1,1	0,6	0	0	0	0	0	0,2	0	0,1	0	971,7
10	3,3	1,9	0,1	1,6	0,5	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	1962,1
11	3,3	1,9	0,2	2,1	0,5	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	3588,2
12	3,2	1,8	0,2	2,3	0,5	0	0	0	0	0	0,2	0	0,4	0	5835,8
13	3,1	1,8	0,2	2,1	0,5	0	0	0	0	0	0,3	0	0,5	0	8123,8
14	3,0	1,7	0,2	1,6	0,5	0	0	0	0	0	0,3	0	0,6	0	9630,2
15	2,9	1,6	0,3	1,1	0,5	0	0	0	0	0	0,3	0	0,8	0	9636,7
16	2,7	1,5	0,3	0,7	0,5	0	0	0	0	0	0,4	0	0,9	0	8143,6
17	2,6	1,4	0,3	0,4	0,5	0,1	0	0	0	0	0,4	0	0,9	0	5869,2
18	2,4	1,3	0,3	0,2	0,6	0,1	0	0	0	0	0,4	0	0,9	0	3678,6
19	2,2	1,2	0,4	0,1	0,6	0,1	0	0	0	0	0,5	0	0,8	0	2109,8
20	2,0	1,1	0,4	0,1	0,7	0,1	0	0	0	0	0,5	0	0,6	0	1135,4
21	1,9	1,0	0,5	0	0,7	0,1	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	629,6
22	1,7	1,0	0,5	0	0,8	0,1	0	0	0	0	0,6	0	0,4	0	529,7
23	1,6	0,9	0,5	0	0,9	0,2	0	0	0	0	0,6	0	0,2	0	260,8
24	1,4	0,8	0,6	0	0,9	0,2	0	0	0	0	0,6	0	0,2	0	308,6
25	1,3	0,7	0,6	0	1,0	0,2	0	0	0	0	0,7	0	0,1	0	367,5
26	1,3	0,8	0,7	0	1,0	0,2	0	0	0	0	0,7	0	0,1	0	438,5
27	1,2	0,8	0,7	0	1,1	0,3	0	0	0	0	0,7	0	0	0	523,4
28	1,2	0,9	0,8	0	1,1	0,3	0,1	0	0	0	0,7	0	0	0	624,3
29	1,4	1,1	0,8	0	1,1	0,4	0,1	0	0	0	0,7	0	0	0	742,5
30	1,7	1,6	0,9	0	1,2	0,4	0,1	0	0	0	0,8	0	0	0	879,2
31	2,3	2,3	0,9	0	1,1	0,4	0,2	0	0	0	0,8	0	0	0	1034,5
Mes	75,2	44,6	11,1	14,9	25,0	3,6	0,5	1,0	0	0	12,1	0	8,4	1,0	67928,8

Abril 1995

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	3,1	3,5	0,9	0	1,1	0,5	0,4	0	0	0	0,8	0	0	0	1207,3
2	4,3	5,0	0,9	0	1,1	0,5	0,6	0	0	0	0,8	0	0	0	1395,2
3	5,7	6,8	1,0	0	1,0	0,6	1,0	0	0	0	0,8	0	0	0	1593,9
4	7,1	8,5	1,0	0	0,9	0,6	1,4	0	0	0	0,7	0	0	0	1797,9
5	8,1	9,8	1,0	0	0,9	0,6	2,0	0	0	0	0,7	0	0	0	1999,9
6	8,5	10,3	1,0	0	0,8	0,7	2,6	0	0	0	0,7	0	0	0	2192,1
7	8,0	9,7	1,0	0	0,7	0,7	3,1	0	0	0	0,7	0	0	0	2371,5
8	6,9	8,4	1,0	0	0,6	0,7	3,5	0	0	0	0,7	0	0	0	2526,9
9	5,5	6,6	0,9	0	0,6	0,7	3,6	0	0	0	0,6	0	0	0	2648,8
10	4,0	4,8	0,9	0	0,5	0,8	3,5	0	0	0	0,6	0	0	0	2742,7
11	2,7	3,3	0,9	0	0,4	0,8	3,1	0	0	0	0,6	0	0	0	2809,3
12	1,8	2,1	0,9	0	0,4	0,8	2,6	0	0	0	0,5	0	0	0	2856,0
13	1,1	1,3	0,8	0	0,3	0,8	2,0	0	0	0	0,5	0	0	0	2887,0
14	0,7	0,7	0,8	0	0,2	0,7	1,4	0	0	0	0,5	0	0	0	2906,0
15	0,4	0,4	0,7	0	0,2	0,7	1,0	0	0	0	0,4	0	0	0	2940,1
16	0,3	0,3	0,7	0	0,2	0,7	0,6	0	0	0	0,4	0	0	0	2961,8
17	0,3	0,3	0,6	0	0,1	0,7	0,4	0	0	0	0,4	0	0	0	2983,7
18	0,1	0,0	0,6	0	0,1	0,6	0,2	0	0	0	0,3	0	0	0	3000,9
19	0,1	0,0	0,5	0	0,1	0,6	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0	3008,0
20	0,1	0,0	0,5	0	0,1	0,6	0,1	0	0	0,2	0,3	0	0	0	3002,6
21	0,1	0,0	0,5	0	0,1	0,5	0,1	0	0	0,2	0,2	0	0	0	2986,9
22	0,1	0,0	0,4	0	0	0,5	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	2965,3
23	0,1	0,0	0,4	0	0	0,4	0	0	0	0,3	0,2	0	0	0	2943,8
24	0	0,0	0,3	0	0	0,4	0	0	0	0,4	0,2	0	0	0	2929,1
25	0	0,0	0,3	0	0	0,4	0	0	0	0,5	0,2	0	0	0	2924,0
26	0	0,0	0,3	0	0	0,3	0	0	0	0,8	0,1	0	0	0	2931,7
27	0	0,0	0,3	0	0	0,3	0	0	0	1,0	0,1	0	0	0	2955,3
28	0	0,0	0,2	0	0	0,2	0	0	0	1,4	0,1	0	0	0	2997,3
29	0	0,0	0,2	0	0	0,2	0	0	0	1,9	0,1	0	0	0	3065,0
30	0	0,0	0,2	0	0	0,2	0	0	0	2,4	0,1	0	0	0	3155,2
Mes	**69,3**	**82,1**	**19,7**	**0**	**10,5**	**16,8**	**33,5**	**0**	**0**	**9,2**	**12,7**	**0**	**0**	**0**	**79685,4**

Servicio de Extensión Agraria D.G.A. Servicio de Investigación Agraria

Junio 1995

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
								Kg N/ha							Kg N
1	0,0	0,2	0	0	0	0,2	0,2	0	0	3,1	0,1	0	0	0	3249,8
2	0,0	0,1	0	0	0	0,1	0,5	0	0	3,8	0,1	0	0	0	3326,4
3	0,0	0,1	0	0	0	0,1	1,3	0	0	4,6	0,1	0	0	0	3432,8
4	0,0	0,1	0	0	0	0,1	3,0	0	0	5,4	0,2	0	0	0	3525,9
5	0,0	0,1	0	0	0	0,1	5,7	0	0	6,3	0,2	0	0	0	3630,2
6	0,0	0,1	0	0	0	0,1	8,6	0	0	7,0	0,3	0	0	0	3705,7
7	0,0	0,1	0	0	0	0,1	9,9	0	0	7,5	0,4	0	0	0	3775,3
8	0,0	0,1	0	0	0	0	8,6	0	0	7,9	0,7	0	0	0	3831,6
9	0,0	0,1	0	0	0	0	5,7	0	0	8,0	1,1	0	0	0	3877,7
10	0,0	0,1	0	0	0	0	3,0	0	0	7,9	1,7	0	0	0	3916,9
11	0,0	0,0	0	0	0	0	1,3	0	0	7,5	2,5	0	0	0	3951,4
12	0,0	0,0	0	0	0	0	0,5	0	0	7,0	3,5	0	0	0	3981,3
13	0,0	0,0	0	0	0	0	0,2	0	0	6,3	4,5	0	0	0	4004,3
14	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0	4014,4
15	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	4,6	6,0	0	0	0	4001,8
16	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	3,8	6,3	0	0	0	3953,1
17	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	3,1	6,0	0	0	0	3856,6
18	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	5,4	0	0	0	3709,4
19	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	4,5	0	0	0	3520,5
20	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	3,4	0	0	0	3308,7
21	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	2,5	0	0	0	3095,8
22	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	1,7	0	0	0	2900,2
23	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	0	0	0	2731,7
24	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,7	0	0	0	2595,0
25	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0	0	0	2487,0
26	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	2747,1
27	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0	2680,8
28	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0	2896,9
29	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	3352,5
30	0,2	0,3	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	4132,6
31	0,2	0,3	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	5415,9
Mes	**0,7**	**0,7**	**1,4**	**0**	**0**	**1,0**	**48,7**	**0**	**0**	**108,4**	**59,3**	**0**	**0**	**0**	**109609,**

Mayo 1995

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
								Kg N/ha							Kg N
1	0	0,0	0,2	0	0	0,2	0,2	0	0	3,1	0,1	0	0	0	3249,8
2	0	0,0	0,1	0	0	0,1	0,5	0	0	3,8	0,1	0	0	0	3326,4
3	0	0,0	0,1	0	0	0,1	1,3	0	0	4,6	0,1	0	0	0	3432,8
4	0	0,0	0,1	0	0	0,1	3,0	0	0	5,4	0,2	0	0	0	3525,9
5	0	0,0	0,1	0	0	0,1	5,7	0	0	6,3	0,2	0	0	0	3630,2
6	0	0,0	0,1	0	0	0,1	8,6	0	0	7,0	0,3	0	0	0	3705,7
7	0	0,0	0,1	0	0	0,1	9,9	0	0	7,5	0,4	0	0	0	3775,3
8	0	0,0	0,1	0	0	0	8,6	0	0	7,9	0,7	0	0	0	3831,6
9	0	0,0	0,1	0	0	0	5,7	0	0	8,0	1,1	0	0	0	3877,7
10	0	0,0	0,1	0	0	0	3,0	0	0	7,9	1,7	0	0	0	3916,9
11	0	0,0	0,0	0	0	0	1,3	0	0	7,5	2,5	0	0	0	3951,4
12	0	0,0	0,0	0	0	0	0,5	0	0	7,0	3,5	0	0	0	3981,3
13	0	0,0	0,0	0	0	0	0,2	0	0	6,3	4,5	0	0	0	4004,3
14	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0	4014,4
15	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	4,6	6,0	0	0	0	4001,8
16	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	3,8	6,3	0	0	0	3953,1
17	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	3,1	6,0	0	0	0	3856,6
18	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	2,4	5,4	0	0	0	3709,4
19	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	1,9	4,5	0	0	0	3520,5
20	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	1,4	3,4	0	0	0	3308,7
21	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	1,0	2,5	0	0	0	3095,8
22	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,8	1,7	0	0	0	2900,2
23	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	0	0	0	2731,7
24	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,7	0	0	0	2595,0
25	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0	0	0	2487,0
26	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	2747,1
27	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0	2680,8
28	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0	2896,9
29	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	3352,5
30	0,2	0,3	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	4132,6
31	0,2	0,3	0,0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	5415,9
Mes	**0,7**	**0,7**	**1,4**	**0**	**0**	**1,0**	**48,7**	**0**	**0**	**108,4**	**59,3**	**0**	**0**	**0**	**109609,**

Julio 1995

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	1,3	1,6	1,2	0,5	0	0	1,8	0	0	0	0	0	0	0	301,0
2	1,1	1,4	1,4	0,6	0	0	2,4	0	0	0	0	0	0	0	304,6
3	0,8	1,1	1,4	0,6	0	0	3,2	0	0	0	0	0	0	0	340,2
4	0,6	1,0	1,5	0,7	0	0	4,0	0	0	0	0	0	0	0	454,1
5	0,5	0,9	1,4	0,7	0	0	5,0	0	0	0	0	0	0	0	587,5
6	0,5	1,0	1,4	0,7	0	0	6,0	0	0	0	0	0	0	0	746,9
7	0,5	1,1	1,2	0,7	0	0	6,8	0	0	0	0	0	0	0	801,8
8	0,7	1,4	1,0	0,6	0	0	7,6	0	0	0	0	0	0	0	793,6
9	0,9	1,7	0,9	0,6	0	0	8,0	0	0	0	0	0	0	0	734,8
10	0,9	1,8	0,7	0,5	0	0	8,2	0	0	0	0	0	0	0	717,8
11	1,2	2,3	0,6	0,4	0	0	8,0	0	0	0	0	0	0	0	788,3
12	1,6	2,9	0,4	0,4	0	0	7,6	0	0	0	0	0	0	0	934,7
13	2,0	3,6	0,3	0,3	0	0	6,8	0	0	0	0	0	0	0	1122,4
14	2,6	4,3	0,2	0,2	0	0	6,0	0	0	0	0	0	0	0	1291,2
15	3,1	5,2	0,2	0,2	0	0	5,0	0	0	0	0	0	0	0	1414,1
16	3,7	6,0	0,1	0,2	0	0	4,0	0	0	0	0	0	0	0	1447,7
17	4,1	6,8	0,1	0,1	0	0	3,2	0	0	0	0	0	0	0	1380,6
18	4,5	7,4	0,1	0,1	0	0	2,4	0	0	0	0	0	0	0	1219,4
19	4,7	7,7	0,1	0,1	0	0	1,8	0	0	0	0	0	0	0	1008,4
20	4,7	7,6	0,0	0,1	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	781,8
21	4,5	7,3	0,0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	571,0
22	4,1	6,7	0,0	0,1	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	392,8
23	3,7	6,0	0,0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	260,7
24	3,1	5,1	0,0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	168,0
25	2,6	4,2	0,0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	106,8
26	2,0	3,3	0,0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	68,7
27	1,6	2,6	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49,6
28	1,2	1,9	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,1
29	0,9	1,4	0,0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
30	0,6	1,0	0,0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	430,6
31	0,4	0,7	0,0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	430,6
Mes	**64,8**	**106,9**	**14,4**	**8,6**	**0**	**0**	**101,9**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**19684,5**

Septiembre 1995

Día	MZ s/a	MZ s/m	ALFs/a	ALFnue	TRreg	CBreg	PIM	FRUvie	FRUnue	AZ	GIR	TRsec	CBsec	ALMsec	Total
							Kg N/ha								Kg N
1	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3523,0
2	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3206,4
3	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2984,1
4	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2939,3
5	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2985,9
6	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3162,8
7	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,i	0	0	0	0	0	3482,1
8	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	3867,3
9	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	3922,1
10	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	4547,6
11	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	5349,1
12	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	6343,4
13	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	7512,2
14	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	8791,9
15	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0	0	10073,8
16	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0	0	11216,8
17	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	i,0	0	0	0	0	0	12071,5
18	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	12512,0
19	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	12465,6
20	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	11931,0
21	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	10953,7
22	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	9682,6
23	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	8243,2
24	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,i	0	0	0	0	0	6779,0
25	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0,i	0	0	0	0	0	5379,2
26	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4143,9
27	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	3117,1
28	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	2291,6
29	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	1651,3
30	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	1171,8
Mes	0	0,0	0,0	0,1	0	0	0	0	9,7	0	0	0,6	0	0	186301,3

Octubre 1995

Día	MZ s/a	MZ s/m	ALFs/a	ALFnue	TRreg	CBreg	PIM	FRUvie	FRUnue	AZ	GIR	TRsec	CBsec	ALMsec	Total
							Kg N/ha								Kg N
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	821,6
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	571,9
3	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0	397,7
4	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	i,7	0	0	284,7
5	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	2,4	0	0	289,6
6	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	3,1	0	0	295,3
7	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	3,7	0	0	35,4
8	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	4,2	0	0	42,7
9	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	4,3	0	0	50,3
10	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	4,2	0	0	57,8
11	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	3,7	0	0	64,5
12	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	3,1	0	0	70,0
13	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	2,4	0	0	73,5
14	0	0	0	0	i,0	0	0	0	0	0	0	1,7	0,i	0	74,8
15	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0	i,2	0,i	0	73,5
16	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0,8	0,1	0	70,0
17	0	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0	0	0,5	0,2	0	64,5
18	0	0	0	0	2,0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,5	0	57,8
19	0	0	0	0	2,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0,8	0	50,3
20	0	0	0	0	2,4	0	0	0	0	0	0	0,1	1,4	0	42,7
21	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0,1	2,1	0	35,4
22	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	3,0	0	28,8
23	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	3,7	0	23,0
24	0	0	0	0	2,4	0	0	0	0	0	0	0	4,0	0	18,2
25	0	0	0	0	2,2	0	0	0	0	0	0	0	3,7	0	14,2
26	0	0	0	0	2,0	0	0	0	0	0	0	0	3,0	0	11,0
27	0	0	0	0	i,7	0	0	0	0	0	0	0	2,1	0	8,4
28	0	0	0	0	1,1	1,5	0	0	0	0	0	0	1,4	0	6,4
29	0	0	0	0	1,4	i,2	0	0	0	0	0	0	0,8	0	4,9
30	0	0	0	0	1,7	i,0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	3,7
31	0	0	0	0	2,0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,2	0	2,8
Mes	**0**	**0**	**0**	**0**	**9,6**	**35,1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**39,9**	**27,8**	**0**	**3645,4**

Noviembre 1995

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
								Kg N/ha							Kg N
1	0	0	0	0	2,3	0,6	0	0	0	0	0	0	0,1	0	2,2
2	0	0	0	0	2,5	0,4	0	0	0	0	0	0	0,1	0	1,6
3	0	0	0	0	2,8	0,3	0	0	0	0	0	0	0,1	0	1,4
4	0	0	0	0	2,9	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
5	0	0	0	0	2,9	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
6	0	0	0	0	2,9	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
7	0	0	0	0	2,8	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
8	0	0	0	0	2,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
9	0	0	0	0	2,3	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6
10	0	0	0	0	2,0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,9
11	0	0	0	0	1,7	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	1,4
12	0	0	0	0	1,4	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	1,9
13	0	0	0	0	1,1	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,3	2,5
14	0	0	0	0	0,9	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	3,0
15	0	0	0	0	0,7	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0,7	3,4
16	0	0	0	0	0,5	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0,9	3,5
17	0	0	0	0	0,4	0	0	1,0	0	0	0	0	0	1,0	3,4
18	0	0	0	0	0,3	0	0	1,1	0	0	0	0	0	1,1	3,0
19	0	0	0	0	0,2	0	0	1,1	0	0	0	0	0	1,1	2,5
20	0	0	0	0	0,1	0	0	1,0	0	0	0	0	0	1,0	1,9
21	0	0	0	0	0,1	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0,9	1,4
22	0	0	0	0	0,1	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0,7	0,9
23	0	0	0	0	0,1	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0,6
24	0	0	0	0	0,1	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,3	0,4
25	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,2
26	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,1
27	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,1
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Mes	**0**	**0**	**0**	**0**	**33,4**	**2,2**	**0**	**10,2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**10,2**	**42,1**

Febrero 1996

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	0,1	0,2	0	0	4,5	1,5	0	0	0	0	0	2,9	6,5	0	0,0
2	0,2	0,2	0	0	3,7	1,9	0	0	0	0	0	i,9	6,5	0	0,0
3	0,2	0,2	0	0	3,0	2,3	0	0	0	0	0	i,2	6,3	0	0,0
4	0,2	0,2	0	0	2,4	2,7	0	0	0	0	0	0,7	5,8	0	0,0
5	0,2	0,3	0	0	1,8	3,2	0	0	0	0,3	0	0,4	5,2	0	0,0
6	0,2	0,3	0	0	1,4	3,6	0	0	0	0,3	0	0,3	4,4	0	0,0
7	0,3	0,3	0	0	1,0	4,0	0	0,1	0	0,5	0	0,3	3,7	0,i	0,0
8	0,3	0,3	0	0	0,7	4,3	0	0,1	0	0,8	0	0	3,0	0,i	0,0
9	0,3	0,4	0	0	0,5	4,6	0	0,1	0	i,4	0	0	2,4	0,i	0,0
10	0,4	0,4	0	0	0,4	4,7	0	0,2	0	2,4	0	0	1,8	0,2	0,0
11	0,4	0,5	0	0	0,3	4,7	0	0,3	0	3,7	0	0	1,4	0,3	0,0
12	0,5	0,5	0	0	0,2	4,6	0	0,4	0	5,4	0	0	i,0	0,4	0,0
13	0,5	0,6	0	0	0,2	4,3	0	0,7	0	7,5	0	0	0,7	0,7	0,0
14	0,6	0,6	0	0	0,2	4,0	0	i,0	0	9,6	0	0	0,5	i,0	0,0
15	0,6	0,7	0	0	0	3,6	0	i,4	0	11,3	0	0	0,4	i,4	0,1
16	0,7	0,8	0	0	0	3,2	0	i,8	0	12,3	0	0	0,3	i,8	0,1
17	0,7	0,8	0	0	0	2,7	0	2,3	0	12,3	0	0	0,2	2,3	0,1
18	0,8	0,9	0	0	0	2,3	0	2,8	0	11,3	0	0	0,1	2,8	0,1
19	0,9	1,0	0	0	0	i,9	0	3,2	0	9,6	0	0	0,1	3,2	0,1
20	0,9	i,i	0	0	0	i,5	0	3,4	0	7,5	0	0	0,1	3,4	0,2
21	1,0	1,2	0	0	0	i,2	0	3,6	0	5,4	0	0	0	3,6	0,2
22	1,i	1,2	0	0	0	0,9	0	3,5	0	3,7	0	0	0	3,5	0,2
23	1,2	1,3	0	0	0	0,7	0	3,2	0	2,4	0	0	0	3,2	0,3
24	i,2	i,4	0	0	0	0,5	0	2,9	0	i,4	0	0	0	2,9	0,3
25	i,3	i,5	0	0	0	0,4	0	2,4	0	0,8	0	0	0	2,4	0,4
26	i,4	i,5	0	0	0	0,3	0	i,9	0	0,5	0	0	0	1,9	0,4
27	1,4	i,6	0	0	0	0,2	0	1,4	0	0,3	0	0	0	i,4	0,5
28	1,5	i,7	0	0	0	0,2	0	i,0	0	0,3	0	0	0	i,0	0,6
29	1,5	i,7	0	0	0	0,1	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0,6
Mes	**20,7**	**23,4**	**0**	**0**	**20,3**	**70,2**	**0**	**37,9**	**0,2**	**111,0**	**0**	**7,6**	**50,4**	**37,9**	**4,2**

Enero 1996

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	715,3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	661,7
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	655,6
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	591,5
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	574,8
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	548,4
7	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	514,5
8	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	469,9
9	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	426,2
10	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	378,5
11	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	308,3
12	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	265,6
13	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	230,9
14	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0,4	0	0	0,3	0,1	0	205,7
15	0	0	0	0	1,4	0	0	0	0,4	0	0	0,3	0,1	0	189,8
16	0	0	0	0	1,8	0	0	0	0,4	0	0	0,4	0,1	0	180,7
17	0	0	0	0	2,4	0	0	0	0,3	0	0	0,7	0,2	0	174,4
18	0	0	0	0	3,0	0	0	0	0,3	0	0	i,2	0,3	0	166,0
19	0	0	0	0	3,7	0	0	0	0,3	0	0	1,9	0,4	0	152,5
20	0	0	0	0	4,5	0	0	0	0,3	0	0	2,9	0,5	0	132,8
21	0	0	0	0	5,3	0,1	0	0	0,2	0	0	4,3	0,7	0	108,8
22	0	0,1	0	0	6,1	0,i	0	0	0,2	0	0	5,9	1,0	0	84,1
23	0,1	0,1	0	0	6,8	0,1	0	0	0,2	0	0	7,6	1,4	0	64,5
24	0,1	0,1	0	0	7,4	0,2	0	0	0,2	0	0	9,2	i,8	0	47,8
25	0,1	0,1	0	0	7,7	0,2	0	0	0,1	0	0	10,3	2,4	0	22,6
26	0,1	0,1	0	0	7,8	0,3	0	0	0,1	0	0	10,7	3,0	0	13,8
27	0,1	0,1	0	0	7,7	0,4	0	0	0,1	0	0	10,3	3,7	0	8,1
28	0,1	0,1	0	0	7,4	0,5	0	0	0,1	0	0	9,2	4,4	0	4,5
29	0,1	0,1	0	0	6,8	0,7	0	0	0,1	0	0	7,6	5,2	0	2,7
30	0,1	0,1	0	0	6,1	0,9	0	0	0,1	0	0	5,9	5,8	0	2,7
31	0,1	0,1	0	0	5,3	1,2	0	0	0,1	0	0	4,3	6,3	0	0,0
Mes	**1,2**	**1,4**	**0**	**0**	**94,7**	**4,8**	**0**	**0**	**8,5**	**0**	**0**	**92,9**	**37,4**	**0**	**7902,6**

Abril 1995

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
i	4,7	5,7	i,5	0	2,i	0,2	0,4	0	0	0	0,3	0	0	0	6534,1
2	6,7	8,2	i,5	0	i,8	0,i	0,6	0	0	0	0,3	0	0	0	6737,7
3	8,6	10,6	1,4	0	i,4	0,1	1,0	0	0	0	0,4	0	0	0	6772,3
4	10,1	12,4	1,3	0	1,0	0,1	1,4	0	0	0	0,5	0	0	0	6642,6
5	10,7	13,1	1,2	0	0,7	0,1	2,0	0	0	0	0,6	0	0	0	6373,9
6	10,1	12,4	1,1	0	0,4	0,i	2,6	0	0	0	0,7	0	0	0	6019,9
7	8,6	10,5	1,0	0	0,3	0	3,i	0	0	0	0,8	0	0	0	5599,7
8	6,6	8,0	0,9	0	0,2	0	3,5	0	0	0	i,0	0	0,1	0	5184,6
9	4,5	5,6	0,8	0	0,i	0	3,6	0	0	0	i,i	0	0,1	0	4792,5
10	2,9	3,5	0,7	0	0,1	0	3,5	0	0	0	i,3	0	0,2	0	4455,0
11	1,7	2,i	0,6	0	0,1	0	3,i	0	0	0	i,4	0	0,2	0	4184,0
12	1,0	1,2	0,5	0	0	0	2,6	0	0	0	i,5	0	0,3	0	3982,2
13	0,5	0,6	0,4	0	0	0	2,0	0	0	0	1,6	0	0,4	0	3851,8
14	0,5	0,6	0,3	0	0	0	1,4	0	0	0	1,6	0	0,4	0	3782,0
15	0,1	0,i	0,3	0	0	0	1,0	0	0	0	1,6	0	0,4	0	3751,i
16	0	0,i	0,2	0	0	0	0,6	0	0	0	1,6	0	0,4	0	3704,4
17	0	0	0,2	0	0	0	0,4	0	0	0	1,5	0	0,4	0	3687,6
18	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0	0	0	1,4	0	0,3	0	3652,6
19	0	0	0,1	0	0	0	0,i	0	0	0	1,3	0	0,2	0	3607,4
20	0	0	0,1	0	0	0	0,i	0	0	0,2	1,1	0	0,2	0	3566,4
21	0	0	0,1	0	0	0	0,i	0	0	0,2	1,0	0	0,1	0	3515,5
22	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,2	0,8	0	0,1	0	3356,7
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,7	0	0	0	3328,3
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,6	0	0	0	3319,i
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	3327,5
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,4	0	0	0	3350,2
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	i,0	0,3	0	0	0	3384,i
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	0,3	0	0	0	3427,7
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	0,2	0	0	0	3482,2
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	0,2	0	0	0	3528,0
Mes	**77,7**	**95,0**	**14,7**	**0**	**8,1**	**0,6**	**33,5**	**0**	**0**	**9,2**	**26,7**	**0**	**3,9**	**0**	**130901,**

Marzo 1996

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	1,6	1,8	0	0	0	0,1	0	0,4	0	0	0	0	0	0,4	0,7
2	1,6	1,8	0	0	0	0,1	0	0,3	0	0	0	0	0	0,3	0,8
3	1,6	1,8	0	0,1	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0,9
4	1,6	1,8	0	0,1	0	0	0	0,i	0	0	0	0	0	0,1	1,0
5	1,6	1,8	0	0,2	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1
6	1,6	1,8	0	0,4	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1
7	1,6	1,8	0	0,7	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	54,1
8	1,6	1,8	0	1,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	87,7
9	1,5	1,7	0,1	1,6	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	87,7
10	1,5	1,7	0,1	2,1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	87,8
11	1,4	1,6	0,1	2,3	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	100,2
12	1,4	1,5	0,1	2,1	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	119,8
13	1,3	1,5	0,1	1,6	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	146,7
14	1,2	1,4	0,2	1,1	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	182,9
15	1,2	1,3	0,2	0,7	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	344,8
16	1,1	1,2	0,3	0,4	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	406,6
17	1,0	1,2	0,3	0,2	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	484,3
18	0,9	1,1	0,4	0,1	0,1	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	610,8
19	0,9	1,0	0,5	0,1	0,1	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	798,3
20	0,8	0,9	0,6	0	0,1	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	1018,6
21	0,7	0,8	0,7	0	0,2	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	1283,0
22	0,7	0,8	0,8	0	0,3	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	1640,7
23	0,6	0,7	0,9	0	0,4	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	2001,5
24	0,6	0,6	1,0	0	0,7	1,4	0	0	0	0	0,1	0	0	0	2412,2
25	0,5	0,6	1,1	0	1,0	1,3	0	0	0	0	0,1	0	0	0	2882,2
26	0,5	0,5	1,2	0	1,4	1,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	3406,8
27	0,8	1,0	1,3	0	1,8	0,9	0	0	0	0	0,1	0	0	0	3972,0
28	0,8	1,0	1,4	0	2,1	0,7	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0	4561,8
29	1,2	1,5	1,5	0	2,4	0,5	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0	5150,4
30	1,9	2,3	1,5	0	2,5	0,4	0,1	0	0	0	0,2	0	0	0	5703,0
31	3,1	3,8	1,5	0	2,4	0,3	0,2	0	0	0	0,2	0	0	0	6178,1
Mes	**38 5**	**44 1**	**16 2**	**14 9**	**15 4**	**22 0**	**0 5**	**1.0**	**0**	**0**	**1.2**	**0**	**0**	**1.0**	**437277**

Junio 1996

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
								Kg N/ha							Kg N
1	2,2	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12875,9
2	3,7	4,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17551,9
3	5,7	6,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22265,5
4	8,3	9,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25804,4
5	11,3	12,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27069,4
6	14,0	15,9	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25592,6
7	16,0	18,1	0,i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21812,9
8	16,7	19,0	0,i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16892,8
9	16,0	18,1	0,i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12017,4
10	14,0	15,9	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8001,5
11	11,3	12,8	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5130,5
12	8,3	9,4	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3281,4
13	5,7	6,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2198,3
14	3,7	4,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,i	0	0	0	2042,5
15	2,2	2,5	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	992,8
16	1,3	1,4	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	909,6
17	0,7	0,8	0,3	0	0	0	0	0	0	0	2,2	0	0	0	809,4
18	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0	3,9	0	0	0	699,3
19	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0	4,8	0	0	0	588,7
20	0	0	0,5	0,1	0	0	0	0	0	0	3,9	0	0	0	495,5
21	0	0	0,6	0,1	0	0	0	0	0	0	2,2	0	0	0	399,4
22	0	0	0,6	0,1	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	326,9
23	0	0	0,7	0,1	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	275,1
24	0	0	0,7	0,2	0	0	0,3	0	0	0	0,1	0	0	0	236,8
25	0	0	0,8	0,2	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	215,1
26	0	0	0,9	0,2	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	203,6
27	0	0	0,9	0,3	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	202,5
28	0	0	0,9	0,4	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	200,4
29	0	0	1,0	0,4	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	185,8
30	0	0	1,0	0,5	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	204,5
Mes	**141,8**	**160,7**	**11,6**	**2,7**	**0**	**0**	**4,0**	**0**	**0**	**0**	**19,5**	**0**	**0**	**0**	**209482,3**

Mayo 1995

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
								Kg N/ha							Kg N
1	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	3,1	0,1	0	0	0	3592,7
2	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	3,8	0,1	0	0	0	3643,6
3	0	0	0	0	0	0	1,3	0	0	4,6	0,1	0	0	0	3662,9
4	0	0	0	0	0	0	3,0	0	0	5,4	0,1	0	0	0	3678,6
5	0	0	0	0	0	0	5,7	0	0	6,3	0,1	0	0	0	3704,1
6	0	0	0	0	0	0	8,6	0	0	7,0	0,1	0	0	0	3694,8
7	0	0	0	0	0	0	9,9	0	0	7,5	0	0	0	0	3670,2
8	0	0	0	0	0	0	8,6	0	0	7,9	0	0	0	0	3654,5
9	0	0	0	0	0	0	5,7	0	0	8,0	0	0	0	0	3632,4
10	0	0	0	0	0	0	3,0	0	0	7,9	0	0	0	0	3595,7
11	0	0	0	0	0	0	i,3	0	0	7,5	0	0	0	0	3532,7
12	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	7,0	0	0	0	0	3439,9
13	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	6,3	0	0	0	0	3329,5
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,4	0	0	0	0	3220,7
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,6	0	0	0	0	3132,0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8	0	0	0	0	3057,7
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,1	0	0	0	0	2998,7
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	0	0	0	0	2958,2
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	0	0	0	0	2908,2
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	0	0	0	0	2858,7
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0	2805,7
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	2744,0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	2682,7
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	2624,6
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	2574,9
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	2535,6
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	3489,5
28	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	3568,1
29	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4565,8
30	0,7	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6298,9
31	1,3	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9033,2
Mes	**2,7**	**3,1**	**0,1**	**0**	**0**	**0**	**48,7**	**0**	**0**	**108,4**	**0.8**	**0**	**0**	**0**	**110888 8**

Julio 1995

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	0	0	1,0	0,6	0	0	1,8	0	0	0	0	0	0	0	240,7
2	0	0	1,0	0,6	0	0	2,4	0	0	0	0	0	0	0	282,8
3	0	0	1,0	0,7	0	0	3,2	0	0	0	0	0	0	0	302,4
4	0	0	0,9	0,7	0	0	4,0	0	0	0	0	0	0	0	417,7
5	0	0	0,9	0,7	0	0	5,0	0	0	0	0	0	0	0	578,0
6	0	0	0,9	0,7	0	0	6,0	0	0	0	0	0	0	0	740,9
7	0	0	0,8	0,6	0	0	6,8	0	0	0	0	0	0	0	824,6
8	0	0	0,7	0,6	0	0	7,6	0	0	0	0	0	0	0	782,6
9	0	0	0,7	0,5	0	0	8,0	0	0	0	0	0	0	0	656,9
10	0	0	0,6	0,4	0	0	8,2	0	0	0	0	0	0	0	525,8
11	0,3	0,3	0,6	0,4	0	0	8,0	0	0	0	0	0	0	0	429,6
12	0,3	0,3	0,5	0,3	0	0	7,6	0	0	0	0	0	0	0	364,4
13	0,6	0,6	0,4	0,2	0	0	6,8	0	0	0	0	0	0	0	318,3
14	1,1	1,3	0,4	0,2	0	0	6,0	0	0	0	0	0	0	0	268,2
15	2,0	2,3	0,3	0,2	0	0	5,0	0	0	0	0	0	0	0	228,0
16	3,5	4,0	0,3	0,1	0	0	4,0	0	0	0	0	0	0	0	184,3
17	5,5	6,3	0,3	0,1	0	0	3,2	0	0	0	0	0	0	0	148,3
18	8,0	9,2	0,2	0,1	0	0	2,4	0	0	0	0	0	0	0	116,5
19	10,6	12,1	0,2	0,1	0	0	1,8	0	0	0	0	0	0	0	89,6
20	12,5	14,3	0,2	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	67,6
21	13,3	15,1	0,1	0,1	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	50,1
22	12,5	14,3	0,1	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	36,5
23	10,6	12,1	0,1	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	26,2
24	8,0	9,3	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	18,6
25	5,5	6,5	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	13,0
26	3,5	4,2	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	23,5
27	2,0	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,5
28	1,1	1,6	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	835,1
29	0,6	1,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	825,6
30	0,3	0,9	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1563,2
31	0,3	1,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Agosto 1996

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
							Kg N/ha								Kg N
1	0	0,9	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4986,7
2	0	1,1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8264,7
3	0	1,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12885,3
4	0	1,3	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18756,4
5	0	1,3	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25318,3
6	0	1,3	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31509,9
7	0	1,2	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35999,0
8	0	1,1	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	37651,1
9	0	0,9	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	36018,8
10	0	0,8	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	31550,0
11	0	0,6	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	25379,5
12	0	0,5	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	18840,0
13	0	0,4	0	1,0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	12992,9
14	0	0,3	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	8417,3
15	0	0,2	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	5202,7
16	0	0,2	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	3217,5
17	0	0,2	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	2213,2
18	0	0,1	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	1849,3
19	0	0,1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	2057,9
20	0	0,1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1113,4
21	0	0,1	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	814,6
22	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	601,5
23	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	525,8
24	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	544,2
25	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	564,4
26	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	601,2
27	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	639,2
28	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	674,3
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	706,4
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	735,7
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	762,5
Mes	**0**	**14,1**	**0,1**	**13,9**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**8,4**	**0**	**0**	**0**	**331393,7**

PLANOS

Septiembre 1996

Día	*MZ s/a*	*MZ s/m*	*ALFs/a*	*ALFnue*	*TRreg*	*CBreg*	*PIM*	*FRUvie*	*FRUnue*	*AZ*	*GIR*	*TRsec*	*CBsec*	*ALMsec*	*Total*
								Kg N/ha							Kg N
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	787,3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	810,3
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	831,2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	848,9
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	885,4
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	890,3
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	884,3
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	864,9
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	830,4
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	1353,8
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	1291,2
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	1903,5
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	3026,8
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	5027,4
15	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0	0	8237,4
16	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0	0	12803,5
17	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0	0	18415,3
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	24120,2
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	28472,8
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	30112,0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	28475,0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	24126,4
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	18430,4
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	12839,3
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	8307,0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	5138,2
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	3219,2
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	2213,8
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	1760,1
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	2020,6
Mes	**0**	**0,1**	**0,0**	**0,1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**9,7**	**0**	**0**	**1,1**	**0**	**0**	**248927,0**

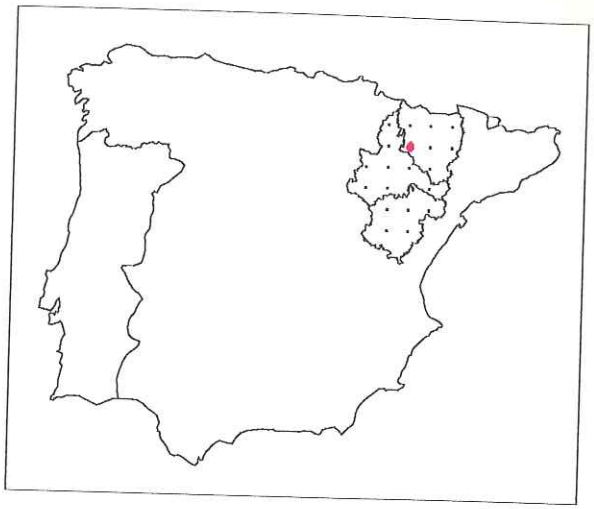
Plano 1

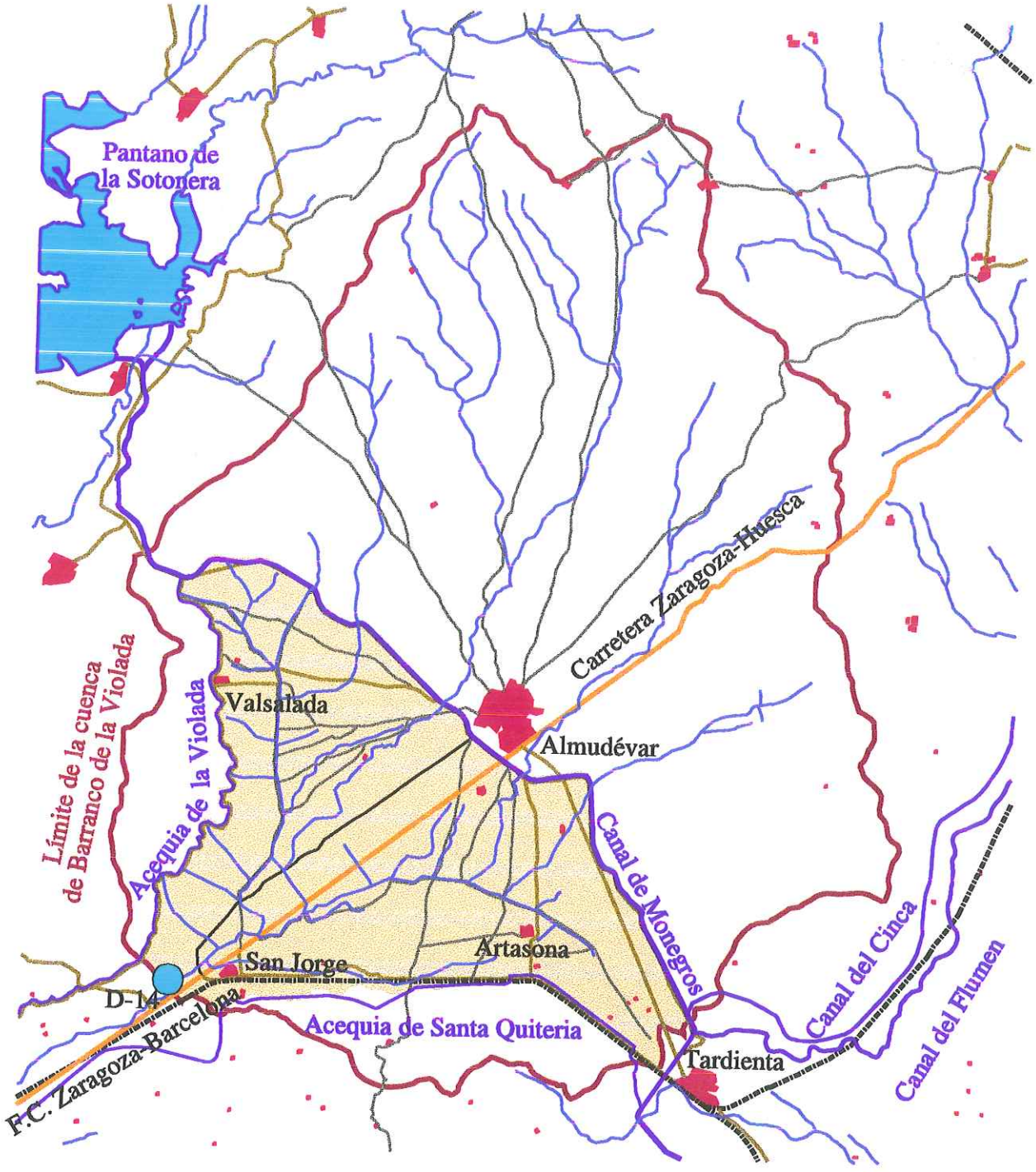
Localización del Polígono de la Violada

Servicio de Investigación Agraria
D. G. A.
BIBLIOTECA

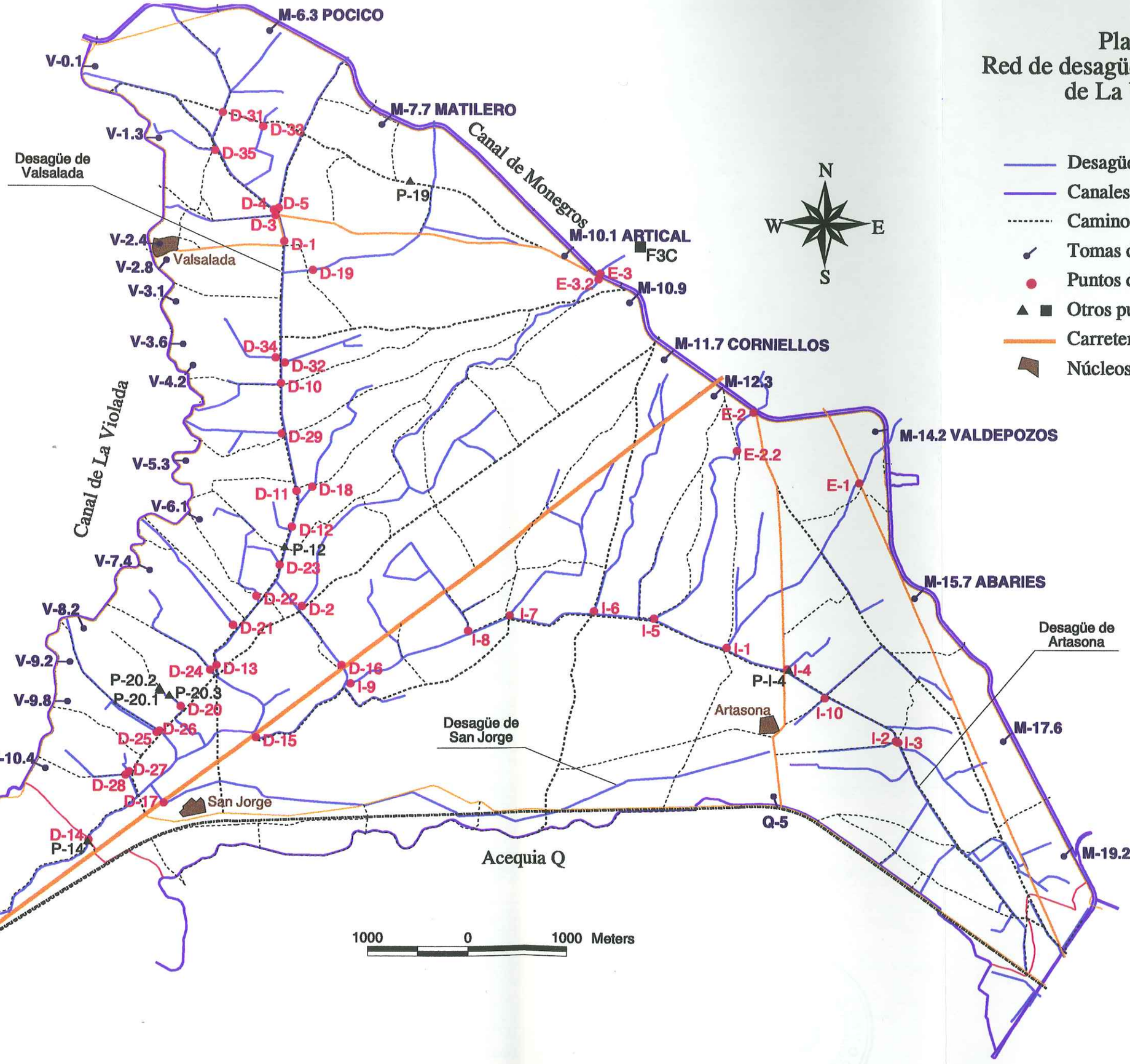
N
W E
S

2000 0 2000 Meters





Plano 2
Red de desagües del Polígono de La Violada

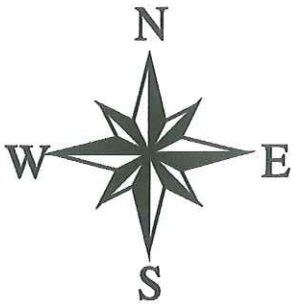


- Desagües
- Canales
- Caminos
- Tomas de Acequias
- Puntos de muestreo de desagües
- Otros puntos de muestreo
- Carreteras
- Núcleos Urbanos

Servicio de Investigación Agraria
D. G. A.
BIBLIOTECA

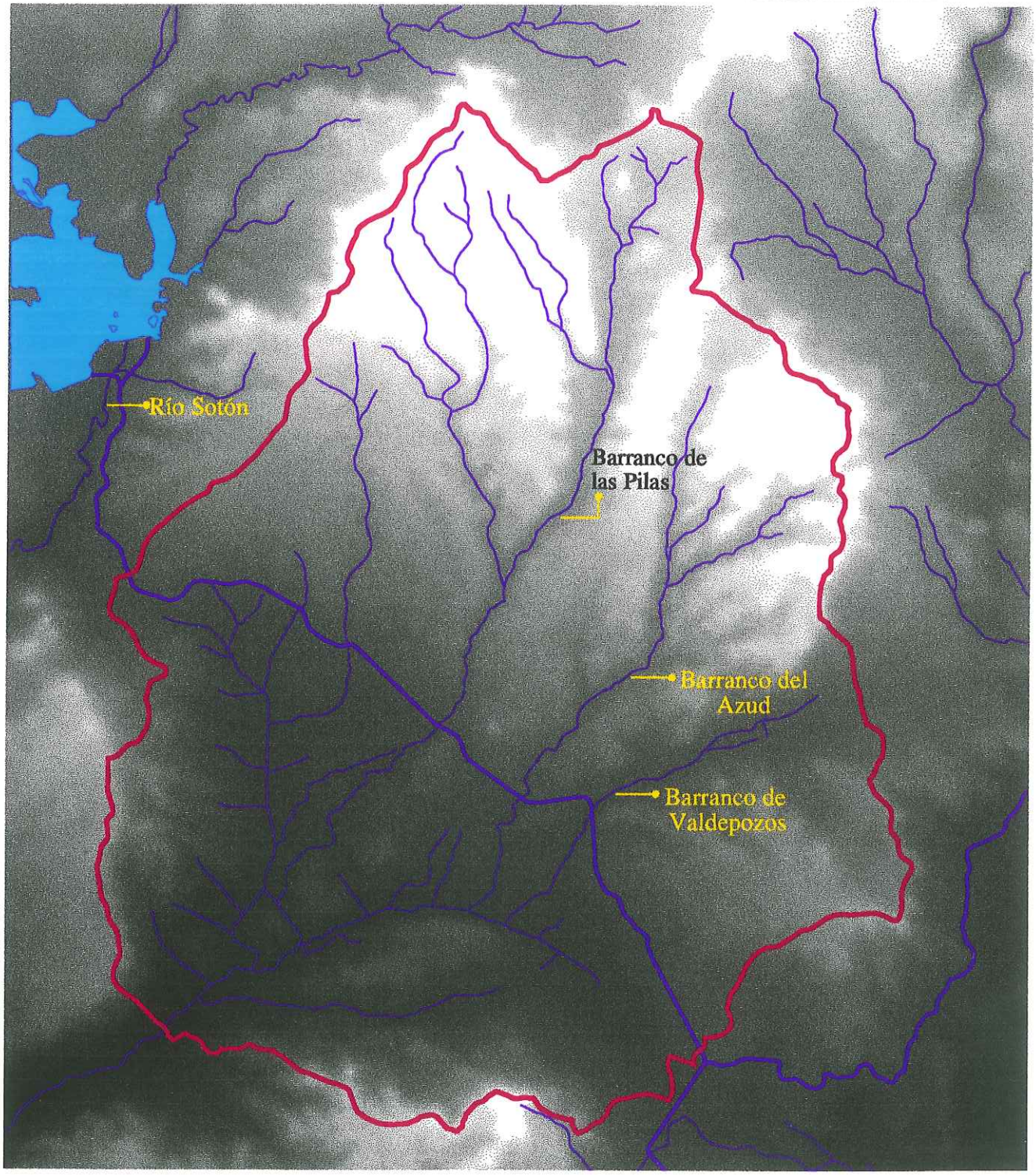
Plano 3

Cuenca Hidrográfica del Barranco de la Violada



2000 0 2000 Meters

345 m. Altitud 603 m.



Servicio de Investigación Agraria
D. G. A.
BIBLIOTECA

Plano 4

Mapa de suelos del polígono de La Violada

Fuente: Torres (1983)

