

LA CONCA SALINA DEL BAGES I LA QUALITAT DE L'AIGUA DEL LLOBREGAT

Maria Rovira i Fernández

Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa
Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

2008

III. BIBLIOGRAFIA I ANNEXOS

13. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES I LEGISLACIÓ

13.1 REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

1. APHA – AWWA – WPCF. *Métodos Normalizados para el análisis de las aguas potables i residuales*. Díaz de Santos, 1992.
2. ABADAL, J. "La potassa al Bages". Dovella, 1986, núm. 19, p. 23-30.
3. ALABERN VALENTÍ, J. "Obres insignes en els nostres rius". Dovella, tardor 2001, p.11-15.
4. ANTICH, N.; CANALS, A.; SOLER, A.; DARBYSHIRE, D.P.F.; SPIRO, B.F. "Los isótopos de estroncio como trazadores de fuentes naturales y antrópicas en las aguas del río Cardener, cuenca del río Llobregat (Barcelona, España)". Las caras del agua subterránea. Serie: Hidrología y Aguas Subterráneas. Tomo 1. Instituto Geológico y Minero de España, 2001.
5. ANTICH, N.; CANALS, A. ; SOLER, A.; DARBYSHIRE, D.; SPIRO, B. "The isotope composition of dissolved strontium as tracer of pollution in the Llobregat River, northeast Spain". In A. Dassargès (Ed.), Tracers and Modelling in Hydrogeology, Proceedings of the TraM'2000 Conference, IAHS. 2000, p. 207-212.
6. ARDONI-BRACCESI, A.; BELLUCCI, L.; PANICHI, C.; LA RUFFA, G.; PODDA, F.; CORTECCI, G.; DINELLI, E.; BEMCINI, A.; JIMÉNEZ FORCADA, A. "The Arno River catchment basin, Tuscany, Italy: Chemical and isotopic composition of water", in Arehart, G.B. and Hulston, J.R. (eds), Proceeding of the 9th Water Rock Interaction, Balkema, Rotterdam, 1998, p. 47-50.

7. AYALA, E.; SERRA, P.; VILLA, P.; VILAJOSANA, M. *Una mina, un poble*. Centre Excursionista de Catalunya. Editorial Montblanc-Martin, 1983.
8. AYORA, C.; TABERNER, C.; PIERRE, C.; PUEYO, J.J. "Modelling the sulphur and oxygen isotopic composition of sulphates through a halite-potash sequence: Implications for the hydrological evolution of the Upper Eocene Southpyrenean Basin". *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1995, vol.59, núm. 9, p. 1799-1808.
9. BADIA, E. *La sal, suport d'uns pobles*. Col·lecció Indrets. Angle Editorial, 1996.
10. BADIA GUITART, J. "La salinització de la conca del Cardener-Llobregat al Bages". *Butlletí de la Institució Catalana de la Història Natural*, 2001, núm. 69, p. 127-138.
11. BADIA GUITART, J. "Els runams salins del Bages". 2º Simposio Interfronterizo sobre Patrimonio Natural. Vilanova de Meià, 2001, p. 87-94.
12. BOTTRELL, S.H.; LEOSON, M.A.; NEWTON, R.J. "Origin of brine inflows at Boulby potash mine". *Transaction of the Institution of Mining and Metallurgy*, 1996, vol. 105, p. 151-208.
13. CAMERON, E.M.; HALL, G.E.M.; VIEZER, J.; KROUSE, H.R. "Isotopic and elemental hydrogeochemistry of a major river system; Fraser River British Columbia, Canada". *Chem. Geology*, 1995, núm. 122 (1-4), p. 149-169.
14. CANCHO, B.; VENTURA, F.; GALCERAN, M.; DIAZ, A.; RICART, S. "Determination, synthesis and survey of iodinated trihalomethanes in water treatment processes". *Water Research*, 2000, vol. 34, núm. 13, p. 3380-3390.

15. CARDONA, F.; VIVER, J. *Sota la sal de Cardona*. Espeleo Club de Gràcia, 2002.
16. CASAS, J.M.; GARCÍA, J; GUADAYOL, JM; OLIVÉ, J. *Anàlisi instrumental 2. Cromatografia i electroforesi*. Edicions UPC, 1994.
17. CASAS SABATA, J.M.; FONT SOLER, S. “Evolución de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados en el río Llobregat”. *Tecnología del agua*, 2000, núm. 197, p. 40-51.
18. CASAS SABATA, J.M.; NAVALÓN NONELL, D. “Evolución de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados en el río Cardener”. *Tecnología del agua*, 1999, núm. 194.
19. CASAS SABATA, J.M.; PUIG COBO, M.J. “Reducción de la salinidad y otros parámetros fisicoquímicos en el río Llobregat”. *Tecnología del agua*, 1995, núm. 140, p. 57-64.
20. CASAS SABATA, J.M.; PUIG COBO, M.J. “Reducción de la salinidad y otros parámetros fisicoquímicos en el río Cardener”. *Tecnología del agua*, 1995, núm. 139, p. 31-37.
21. CASAS, J.M.; ROSAS, H.; LAO C. “Salinitat i contaminació en la conca del Llobregat: rius Llobregat, Cardener i Anoia”. *Dovella*, 2001, núm. 73, p. 27-32.
22. CASAS, J.M.; ROSAS, H.; SOLER, M.; LAO, C.; “Heavy metals and metalloids in sediments from de Llobregat basin, Spain”. *Environmental Geology*, 2003, vol. 44, núm. 3, p. 325-332.

23. CENDÓN, D. *Evolución geoquímica de cuencas evaporíticas terciarias: implicaciones en la composición isotópica del sulfato disuelto en el océano durante el terciario*. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona, 1999.
24. CENDÓN, D.I.; AYORA, C.; PUEYO, J.J.; TABERNER, C. "The geochemical evolution of the Catalan potash subbasin South Pyrenean foreland basin (Spain)". *Chemical Geology*, 2003, núm. 200, p. 339-357.
25. CLARK, I.D.; FRITZ, P. *Environmental Isotopes in Hydrogeology*. Lewis, Boca Raton, Florida, 1997, p. 55-57.
26. COMPANY ARPA, J. *Coagulantes y floculantes aplicados en el tratamiento de aguas*. Temas Medioambientales. Gestión y Promoción Editorial (Edita GpE Barcelona), 2000.
27. CORTECCI, G.; DINELLI, E.; BENCINI, A.; ARDONI-BRACCESI A.; LA RUFFA, G. "Natural and anthropogenic SO₄ sources in the Arno River catchment, northern Tuscany, Italy; a chemical and isotopic reconnaissance". *Applied Geochemistry*, 2002, núm. 17, p. 79-92.
28. GASBY, S.E.; HUTCHEON, I.; KROUSE, H.R. "Application of the stable isotope composition of SO₄ to tracing anomalous TDS in Norse Creek southern Alberta, Canada". *Applied Geochemistry*, 1997, núm. 12, p. 567-575.
29. CUSTODIO, E.; HERRERA, C. "Utilización de la relación Cl/Br como trazador hidrogeoquímico en hidrología subterránea". *Boletín Geológico y Minero*, 2000, vol. 111-4, p. 49-68.
30. CUSTODIO, E.; LLAMAS, M.R. *Hidrología Subterránea*. 2ª Edición. Editorial Omega.

31. DE CARITAT, P.; KROUSE, H.R.; HUTCHEON, I. “*Sulphur isotope composition of stream water, moss and humus from eight arctic catchment in the Kola Peninsula Region (NW Russia, N Finland, NE Norway)*”. *Water, Air and Soil Pollution*, 1997, núm. 94, p. 191-208.
32. DEPARTAMENT DE POLITICA TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES. *Recomanacions tècniques per a la restauració i condicionament dels espais afectats per les activitats extractives*. Departament Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya, 1987.
33. ESCRIU PARADELL, J. “*El col·lector de salmorres de la conca del Llobregat*”. Dovella, 1985, núm. 16.
34. FAURE, G. *Principles of isotope geology*. 2ª Edición. Ed. Wiley, 1986.
35. FERNÁNDEZ TURIEL, J.L.; GIMENO, D; RODRÍGUEZ, J.J.; CARNICERO, M. “*Spatial and seasonal variations of water quality in a Mediterranean catchment: the Llobregat river (NE Spain)*”. *Environmental Geochemistry and Health*, 2003, núm. 25, p. 453-474.
36. FÍGULS, A.; WELLER, O. “*La primera explotación minera de sal gemma de Europa: la Vall Salina de Cardona (Barcelona)*”. Patrimonio geológico minero: su caracterización y puesta en valor. Cuadernos del Museo Geominero. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, 2006, núm. 6, p. 103-116.
37. FLITZHUG, R.; FURMAN, T.; KORSACK, A.K. “*Sources of stream sulphate in headwater catchments in Otter Creek Wilderness, West Virginia, USA*”. *Hydrological Processes*, 2001, núm. 15, p. 541-556.

38. FONT SOLDEVILA, J. *Comportament de l'aigua subterrània a la vall Salada de Cardona*. Tesi Doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Manresa, 2005.
39. GALERA PEDROSA, A. "La búsqueda y explotación de la potasa en Cataluña. El parque cultural de la montaña de sal (Cardona, Bages) y la reinterpretación de su historia". De Re Metallica, 2005, núm. 4, p. 39-57.
40. GARCÍA DE MARINA, A.; DEL CASTILLO, B. *Cromatografía líquida de alta resolución*. Editorial Limusa, 1988.
41. GONZÁLEZ, E.; PRADA, D.; ANDRADE, J.M.; ALONSO, E.; MUNTIALEGUI, S. "Aproximación quimiométrica al estudio de la calidad de aguas fluviales". Afinidad, 1992, núm. 439.
42. GRAY, N.F. *Calidad del agua potable. Problemas y soluciones*. Zaragoza: Editorial Acribia, 1996.
43. GRAN ENCICLOPEDIA CATALANA. Volums 9 i 14.
44. GEOGRAFIA COMARCAL DE CATALUNYA. *El Bages, el Berguedà i el Solsonès*. Enciclopèdia Catalana, 1981.
45. GEOGRAFIA GENERAL DEL PAÏSOS CATALANS. *Els rius i la vegetació*. Enciclopèdia Catalana, 1992.
46. GODÉ, LL. "Control de la salinidad en la cuenca del río Llobregat". Tecnología del Agua, 2003, núm. 241, p. 48-61.

47. GONZÁLEZ ANTÓN, M.A.; USERO GARCÍA, J.; GRACIA MANARILLO, J.; TERNERO RODRÍGUEZ, M. *"Análisis estadístico multivariante de la calidad del agua de la cuenca alta del río Guadalete"*. Tecnología del Agua, 1989, núm. 64, p. 51-59.
48. HITCHON, B.; KROUSE, H.R. *"Hidrogeochemistry of the surface waters of the Mackenzie River drainage basin, Canada: stable isotopes of oxygen, carbon and sulphur"*. Geochim. Cosmochim, 1972, Acta 36, p. 1337-1357.
49. INGRI J.; TORSSANDER P.; ANDERSSON P.S.; MÖRTH C.M.; KUSAKABE M. *"Hydrogeochemistry of sulfur isotopes in the Kalix River catchment, northern Sweden"*. Applied Geochemistry, 1997, núm.12 (4), p. 483-496.
50. IVANOV, M.V. *The global biogeochemical sulphur cycle*, SCOPE report 19, M.V. Ivanov and J.R. Freney (Eds.), John Wiley and Sons, New York. 1983.
51. LAO LUQUE, C.; SOLÉ SARDANS, M.; DE LAS ERAS DISA, F.X.; CASAS SABATA, J.M^a. *"Contaminación por metales pesados en los sedimentos de la cuenca del Llobregat"*. Afinidad, 2001, tomo LVIII, núm. 493, p. 210-216.
52. LONGINELLI A.; CORTECCI G. *"Isotopic abundance of oxygen and sulphur in sulphate ions from river water"*. Earth and Planetary Science Letters, 1970, núm. 7 (4), p. 376-380.
53. LONGINELLI A.; EDMOND J. M. *"Isotope geochemistry of the Amazon basin: a reconnaissance"*. Journal of Geophysical Research, 1983, núm. 88, p. 3807-3817.
54. MARTÍN ALONSO, J. *"Barcelona's water supply improvement: the brine collector of the Llobregat river"*. Congrès Int. Assoc. on Water Quality. XVII Biennial. Budapest, 1999.

55. MELENDEZ, B.; FUSTER, J. M. *Geologia*. 4ª Ed. Madrid: Paraninfo, 1984.
56. MIRALLES, L.; SANS, M.; PUEYO, J.J.; SANTANACH, P. "Recrystallization salt fabric in shear zone (Cardona diapir, southern Pyrenees, Spain)". Geological Society, London, Special Publications, 2000, núm. 174, p. 149-167.
57. MÖRTH, C.M.; TORSSANDER, P.; KUSAKABE, M.; HULTBERG, H. "Sulphur isotope values in a forested catchment over four years: evidence for oxidation and reduction processes". Biogeochemistry, 1999, núm. 44, p. 51-71.
58. OTERO, N.; SOLER, A. "Sulphur isotopes as tracers of the influence of potash mining in groundwater salinisation in the Llobregat Basin (NE Spain)". Water Research, 2002, núm. 36, p. 3989-4000.
59. OTERO, N.; SOLER, A. "Stable isotopes of dissolved sulphate as tracers of the origin of groundwater salinisation in the Llobregat River (NE Spain)". Extended Synopsis of the International Symposium on Isotope Hydrology and Integrated Water Resources Management, IAEA, Vienna, 2003, p. 190-191.
60. OTERO, N. *Dades isotòpiques ($\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{18}\text{O}$) i anàlisi estadística aplicades a l'estudi de la contaminació a les aigües superficials: el cas del riu Llobregat*. Tesi Doctoral, Universitat de Barcelona, 2004.
61. OTERO, N.; VITÒRIA, L.; SOLER, A.; CANALS, A. "Fertiliser characterisation: Major, trace and rare earth elements". Applied Geochemistry, 2005, núm. 20, p. 1473-1488.

- 62.OTERO, N.; CANALS, A.; SOLER, A. “Controls of $\delta^{34}\text{S}$ and $\delta^{18}\text{O}$ in dissolved sulphate: learning from a detailed survey in the Llobregat River (Spain)”. Applied Geochemistry (acceptat amb canvis), 2007.
- 63.PALAU, J.; MARCHESI, M.; SOLER, A.; ARAVENA, R. “Assessment of natural attenuation of in groundwater using enviromental isotopes: a case study in Catalonia, Spain”. WATER POLLution in natural POrous media at different scales. Assessment of fate, impact and indicators. WAPO². Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 2007.
- 64.PALAU, J.; MARCHESI, M.; SOLER, A.; ARAVENA, R.; QUERALT, P.; MARCUELLO, A. “Site characterisation of a fractured bedrock aquifer contaminated with dense non aqueous phase liquids in Catalonia (Spain)”. WATER POLLution in natural POrous media at different scales. Assessment of fate, impact and indicators. WAPO². Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 2007.
- 65.PLATA BEDMAR, A. “Uso de trazadores artificiales en hidrología subterránea”. Las caras del agua subterránea (Medina y Carrera, eds). Congreso en Memoria de Germán Galarza. Barcelona, 2001.
- 66.PUEYO MUR, J.J. *Estudio petrológico y geoquímico de los yacimientos potásicos de Cardona, Suria, Sallent y Balsareny*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, 1974.
- 67.PUEYO J.J.; SAEZ, A. *La muntanya de sal de Cardona*. Sortides de camp. Set itineraris per la Catalunya central. 1r Sympòsium sobre l'Ensenyament de les Ciències Naturals. Vic: Eumo Editorial, 1986.

68. PUIG, R., AVILA, A.; SOLER, A. *"Sulphur isotopes as tracers of the influence of a coal-fired power plant on a Scots pine forest in Catalonia (NE Spain)"*. Atmospheric Environment, 2008, núm. 42 (4), p. 733-745.
69. RAURET, G.; RUBIO, R; MATIA, LL. *"Estudi de la contaminació química de les aigües subterrànies de Parets del Vallés"*. Butlletí Soc. Cat. Cièn. 1986, vol. VII, núm. 2.
70. ROSAS, H. *Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat*. Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, 2001.
71. ROVIRA, M.; CASAS, J.M^a.; SOLER, A. *"Balance salino en la cuenca del río Llobregat"*. Afinidad, 2006, núm. 526, p. 438-443.
72. ROVIRA, M.; CASAS, J.M^a. *"Otra minería y sus efectos: la potasa"*. Patrimonio geológico minero: su caracterización y puesta en valor. Cuadernos del Museo Geominero. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, 2006, núm. 6, p. 433-438.
73. ROVIRA, M.; CASAS, J.M^a. *"Salinidad y metales pesados en el entorno de las minas de potasa de la cuenca del río Llobregat"*. Comunicación en póster. 11^{as} Jornadas de Análisis Instrumental. Expoquimia, 2005.
74. ROVIRA, M.; CASAS, J.M^a. *"Balance de sales en la cuenca del río Llobregat"*. Comunicación en póster. 11^{as} Jornadas de Análisis Instrumental. Expoquimia, 2005.
75. SÁNCHEZ MARTOS, F.; PULIDO-BOSCH, A.; MOLINA SÁNCHEZ, L.; VALLEJOS IZQUIERDO, A. *"Identification of the origin of salinization in groundwater using minor ions (Lower andarax, Southeast Spain)"*. The Science off the total Environment, 2002, núm. 297, p. 43-58.

76. SCHMEISKY, H.; PODLACHA, G. *"Natural revegetation of saline waste dumps- drought tolerant specialists and halophytes"*. Landscape and urban Planning, 2000, núm. 51, p. 159-163.
77. SKOOG, D.A.; WEST, D.M. *Análisis Instrumental*. 2a Ed. México: McGraw-Hill, 1990.
78. SKOOG, D.A.; WEST, D.M. *Química Analítica*. 4a Ed. Madrid: McGraw-Hill, 1988.
79. SOLER, A.; GINEBREDÀ, A.; CARDELLACH, E.; PINIELLA, J.F. *"Aplicación de la geoquímica isotópica del azufre a la determinación del origen de los olores del río Besos (Barcelona)"*. Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía, 1998, núm. 21-A, p. 192-193.
80. SOLER, A.; OTERO, N.; BERTRAN, J.; GODÉ, LI. *"Los isotopos del azufre como trazadores del origen natural o antrópico de la salinización de ríos y acuíferos en la cuenca potásica catalana"*. Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía, 1998, núm. 21-A, p. 194-195.
81. SOLER, A.; CANALS, A.; GOLDSTEIN, S.L.; OTERO, N.; ANTICH, N.; SPANGENBERG, J. *"Sulphur and strontium isotope composition of the Llobregat river (NE Spain): tracers of natural and anthropogenic chemicals in stream waters"*. Water, Air and Soil Pollution, 2002, núm. 136, p. 207-224.
82. SOLER, A.; ROVIRA, M.; PALAU, J.; OTERO, N.; CASAS, J.M. *"El papel de los aditivos de flotación en el impacto ambiental de la minería potásica en las aguas de la cuenca del río Llobregat (NE España)"*. Macla, 2006, núm. 6, p. 461-465.

83. TABERNER, C.; CENDÓN, D.I.; PUEYO, J.J.; AYORA, C. *"The use of environmental markers to distinguish marine vs. continental deposition and to quantify the significance of recycling in evaporite basins"*. *Sediment. Geol.*, 2000, núm. 137 (3-4), p. 213-240.
84. TOMÀS PUIG, R. *"Potabilitzar l'aigua abans de beure-la"*. *Dovella*, 2001, tardor, p. 38-44.
85. UTRILLA R.; PIERRE C.; ORTÍ F.; I PUEYO J.J. *"Oxygen and sulphur isotope compositions as indicators of the origin of Mesozoic and Cenozoic evaporites from Spain"*. *Chem. Geology (Isotope Geosci. Section)*, 1992, núm. 102, p. 229-244.
86. VALERO, F.; CARNICERO, M.; FERNÁNDEZ TURIEL, J.L.; ROIG, A.; LLORENS, J.F.; ANTICH, N. *"Monitoring of drinking water treatment plants of Ter and Llobregat (Barcelona, NE Spain) using ICP-MS"*. *Comunicación. V Symposium Tecnología Analítica en el campo del Medio Ambiente. La Coruña*, 1998.
87. VITÒRIA, L. *Estudi multi-isotòpic ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, δD i $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) de les aigües subterrànies contaminades per nitrats d'origen agrícola i ramader*. *Tesi Doctoral, Universitat de Barcelona*, 2004.
88. VITÒRIA, L.; SOLER, A. I CANALS, A. *"Uso de los isótopos ambientales (N, S, C, O) en la valoración de procesos de re-mediación natural de aguas contaminadas por nitratos; ejemplo de Osona (NE España)"*. En: *El agua y la Ciudad Sostenible. Instituto Geológico y Minero de España, serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas*, 2003, vol. 11, p. 335- 341.
89. VITÒRIA, L.; OTERO, N.; SOLER, A.; CANALS, A. *"Fertiliser Characterisation: Isotopic Data (N, S, O, C and Sr)"*. *Environmental Science & Technology*, 2004, vol. 38, p. 3254-3262.

90. WAGNER, VON GEROLD; MAUTHE, FRIEDRICH; MENSINK, HANS. "*Der Salzstock von Cardona in Nordostspanien*". Geologische Rundschau, 1971, núm. 60, p. 970-993.
91. WIEDEMEIER, T.; SWANSON, A.; MOUTOUX, D.; GORDON, E.; WILSON, J.; WILSON, B.; KAMPBELL, D.; HAAS, P.; MILLER, R.; HANSEN, J.; CHAPELLE, F. *Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water*. EPA Office of Research and Development. EPA/600/R-98/128. 1998.
92. WIEDEMEIER, T.; RIFAI, H.; NEWELL, C.; WILSON, J. "*Natural Attenuation of fuels and chlorinated solvents in the subsurface*". Wiley, New York, 1999.
93. WILLIAMS, M.V.; YANG, D.; LIU, F.; TURK, J.T.; MELACK, J.M. "*Controls on the major ion chemistry of the Urumqi River, tian Shan, People's Republic of China*". J. Hydrology, 1995, núm. 172 (1-4), p. 209-229.
94. YANG, C.; TELMER, K.; VEIZER, J. "*Chemical dynamics of the St. Lawrence riverine system; δD_{H_2O} , $\delta^{18}O_{H_2O}$, $\delta^{13}C_{DIC}$, $\delta^{34}S_{SO_4}$ and $^{87}Sr/^{86}Sr$* ". Geochim, Et Cosmochim, 1996, Acta 60 (5), p. 851-866.
95. ZSOLT A. BERNER; DORIS STÜBEN; MARCUS A. LEOSON; HAN KLINGE. "*S and O isotopic character of dissolved sulphate in the cover rock aquifers of a zechstein salt dome*". Applied Geochemistry, 2002.
96. *El patrimoni miner de Catalunya*. Guia de Mines Museus i Museus de Geologia i Mineria. Generalitat de Catalunya. Departament de Treball, Indústria, Comerç i Turisme, 2003.

13.2 NORMATIVA I LEGISLACIÓ D'AIGÜES

- **Reial Decret 140/2003**, de 7 de febrer, on s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà. **BOE núm. 45**, de 21-2-2003.

- **Reial Decret 927/1988**, de 29 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament de l'Administració Pública de l'Aigua i de la Planificació Hidrològica, en desenvolupament dels títols II i III de la Llei d'aigües. Annex I: "Sobre característiques de qualitat de les aigües superficials destinades a la producció d'aigua potable". **BOE núm. 209**, de 31-8-1988.

- **Ordre de 11 de maig de 1988** (Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme), sobre característiques bàsiques de qualitat de les aigües superficials destinades a la producció d'aigua potable. **BOE núm. 124**, de 24-5-1988.


- **Reial Decret 1541/1994**, de 8 de juliol, pel que es modifica l'annex número 1 del Reglament de l'Administració Pública de l'aigua i de Planificació Hidrològica, aprovat pel Reial Decret 927/1988 de 29 de juliol. **BOE núm. 179**, de 28-7-1994.

- **Ordre de 30 de novembre de 1994**, que modifica l'Ordre de 11 de maig de 1988, sobre característiques bàsiques de qualitat de les aigües superficials destinades a la producció d'aigua potable. **BOE núm. 298**, de 14-12-1994.

- **Reial Decret 995/2000**, de 2 de juny, pel qual es fixen objectius de qualitat per a determinades substàncies contaminants i es modifica el Reglament de domini públic hidràulic, aprovat pel Reial Decret 849/1986, d'11 d'abril. **BOE núm. 147**, de 20-6-2000.
- **Directiva Comunitària 2000/60**, Directiva Marc de l'aigua. On s'estableixen els criteris que s'han de seguir per a la protecció de les aigües superficials continentals, les aigües de transició i les aigües subterrànies.

ANNEX 14.1 Fitxes inventari aigües superficials

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL

ZONA DE MOSTREIG: RIU CARDENER - CARDONA	
Nº : 100	
Topònim: CARDENER ZONA DESVIAMENT	
Comarca: Bages	
Terme Municipal: Cardona	
Coordenades: x: 391 969 y: 4 641 826	


DADES SALINITAT


<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	4.200	3.100	3.500	3.600	--	--
pH	8,4	8,2	8,7	8,4	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	560	555	621	578,6	2.500	1.000


ANÀLISI QUÍMICA


ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	199,0	207,4	183,0	196,6	-	-
SULFAT mg SO ₄ /l	53,3	80,5	77,8	70,5	250	250
CLORUR mg Cl/l	40,8	33,3	22,4	32,1	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	13,5	3,68	9,1	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	17,9	14,8	24,0	18,9	200	--
POTASSI mg K/l	1,5	2,3	2,1	1,9	--	--
CALCI mg Ca/l	83,0	84,9	75,0	80,9	--	--
MAGNESI mg Mg/l	13,2	16,6	11,0	13,6	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	285,0	620,0	372,3	425,7	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	1.170,0	900,0	598,9	889,6	--	--
CROM µg Cr/l	0,3	6,5	5,7	4,2	50	50
BARI µg Ba/l	40,9	37,9	14,6	31,1	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,04	<0,03	1,8	0,6	5	5
COURE µg Cu/l	<3,3	3,1	3,0	3,1	2.000	50 / 200*
MANGANÈS µg Mn/l	3,1	1,7	5,0	3,3	50	100
NIQUEL µg Ni/l	<2	12,2	4,1	6,1	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	0,7	3,2	2,5	2,1	25	50
ZINC µg Pb/l	< 17	9,0	15,2	13,7	--	5.000 / 500*

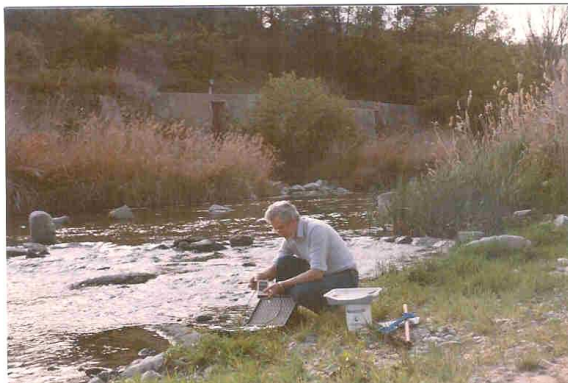
OBSERVACIONS:


FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU CARDENER - CARDONA						
Nº: 160						
Topònim: SOTA RUNAM VELL						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Cardona						
Coordenades: x: 391.254 y: 4.640.414						
DADES SALINITAT						
PARÀMETRES	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	n.d.	0,002	n.d.	0,002	--	--
pH	n.d.	5,4	n.d.	5,4	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	n.d.	>200.000	>200.000	>200.000	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	n.d.	73,2	61,0	67,1	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	n.d.	2.982,8	4191,5	3587,2	250	250
CLORUR mg Cl/l	n.d.	161.416,0	168.120,2	164.768,1	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	n.d.	84,3	<0,1	44,0	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	n.d.	117.030,0	106.850,0	111.940,0	200	--
POTASSI mg K/l	n.d.	380,5	936,0	658,15	--	--
CALCI mg Ca/l	n.d.	1.460,4	1.120,0	1.290,2	--	--
MAGNESI mg Mg/l	n.d.	55,0	100,0	77,5	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	n.d.	11.067,0	6.891,6	8.979,3	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	n.d.	35.194,0	17.243,5	26.218,7	--	--
CROM µg Cr/l	n.d.	32,2	31,7	31,9	50	50 / 120*
BARI µg Ba/l	n.d.	82,4	90,5	86,4	--	1.000
CADMI µg Cd/l	n.d.	<0,03	0,2	0,11	5	5
COURE µg Cu/l	n.d.	8.163,9	1.498,0	4.831,0	2.000	50
MANGANES µg Mn/l	n.d.	305,9	533,7	419,8	50	100
NIQUEL µg Ni/l	n.d.	268,3	2.917,9	1.593,1	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	n.d.	81,7	7,3	44,5	25	50
ZINC µg Zn/l	n.d.	111,6	189,6	150,6	--	5.000/500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU CARDENER - CARDONA						
Nº: 182						
Topònim: FÀBRICA LA COROMINA						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Cardona						
Coordenades: x: 392 336 y: 4 641 314						
DADES SALINITAT						
<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	40,0	56,0	18,0	38	--	--
pH	7,7	8,0	7,5	7,7	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	13.500	14.220	23.700	17.140,0	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	266,0	311,1	183,0	253,3	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	527,0	432,6	328,8	429,4	250	250
CLORUR mg Cl/l	4.530,0	4.865,2	7.335,1	5.576,7	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	31,0	<0,1	13,7	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	2.684,0	2.419,6	4.011,0	3.038,2	200	--
POTASSI mg K/l	415,0	426,5	371,0	404,1	--	--
CÀLCI mg Ca/l	203,4	173,2	182,0	186,2	--	--
MAGNESI mg Mg/l	137,9	119,8	118,0	125,2	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	784,0	1.824,0	784,3	1.130,7	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	3.536,0	2.520,0	1.764,3	2.606,7	--	--
CROM µg Cr/l	2,6	16,0	22,4	13,6	50	50
BARI µg Ba/l	54,6	29,1	68,9	50,8	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,1	<0,03	<0,1	0,08	5	5
COURE µg Cu/l	12,6	168,1	48,3	76,3	2.000	50 / 120*
MANGANES µg Mn/l	57,4	108,8	97,1	87,7	50	100
NIQUEL µg Ni/l	5,6	57,5	75,0	46,0	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	2,2	7,6	0,7	3,5	25	50
ZINC µg Pb/l	30,1	69,8	30,4	43,4	--	5.000 / 500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU CARDENER-SÚRIA						
Nº: 215						
Topònim: CARDENER-RIERA D'HORTONS						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Súria						
Coordenades: x: 396.083 y: 4.632.908						
<u>DADES SALINITAT</u>						
<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	200,0	400,0	400,0	334,0		
pH	8,9	8,7		8,8	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	932	2.000	2.850	1927,3	2.500	1.000
<u>ANÀLISI QUÍMICA</u>						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	199,3	329,4	183,0	237,2		
SULFAT mg SO ₄ /l	60,9	142,7	157,5	120,3	250	250
CLORUR mg Cl/l	101,3	537,0	539,6	392,6	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	56,9	8,2	25,04	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	56,0	257,6	321,0	211,5	200	--
POTASSI mg K/l	7,6	27,6	22,5	19,2	--	--
CALCI mg Ca/l	78,5	138,2	87,0	101,2	--	--
MAGNESI mg Mg/l	17,2	59,3	23,0	33,2	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	263,0	1.009,0	457,9	576,6	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	1.300,0	2.400,0	898,3	1532,7	--	--
CROM µg Cr/l	<1,2	14,3	14,8	10,1	50	50
BARI µg Ba/l	43,8	76,0	63,9	61,2	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,1	<0,03	<0,1	0,08	5	5
COURE µg Cu/l	<3,3	18,9	6,3	9,50	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	1,0	3,1	11,0	5,03	50	100
NIQUEL µg Ni/l	<2	25,2	43,3	23,50	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	2,1	2,1	1,0	1,7	25	50
ZINC µg Pb/l	<17	11,9	18,6	15,8	--	5.000 / 500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU CARDENER-SÚRIA						
Nº: 240						
Topònim: SÚRIA- FUSTARET						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Súria						
Coordenades: x: 397.328 y: 4.630.028						
<u>DADES SALINITAT</u>						
PARÀMETRES	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	1.002,0	1080,0	4400,0	2160,7	--	--
pH	8,3	8,7	8,4	8,5	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	2.830	1.840	1.830	2166,6	2.500	1.000
<u>ANÀLISI QUÍMICA</u>						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	249,1	231,8	183,0	221,3	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	137,3	121,2	115,6	124,7	250	250
CLORUR mg Cl/l	821,5	485,0	391,8	566,1	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	21,3	3,6	11,6	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	386,3	211,8	200,0	266,0	200	--
POTASSI mg K/l	102,1	51,1	33,4	62,20	--	--
CALCI mg Ca/l	121,5	113,4	83,0	105,9	--	--
MAGNESI mg Mg/l	70,3	49,8	26,0	48,70	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	407,0	778,0	451,0	545,3	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	2.892,0	1.667	561,5	1706,8	--	--
CROM µg Cr/l	1,3	8,2	12,7	7,40	50	50
BARI µg Ba/l	58,9	34,5	63,4	52,3	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,4	<0,03	<0,1	0,2	5	5
COURE µg Cu/l	6,1	13,6	5,1	8,3	2.000	50 / 120*
MANGANES µg Mn/l	16,0	7,2	27,7	16,9	50	100
NIQUEL µg Ni/l	<2	35,2	44,0	27,1	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	9,3	4,4	3,5	5,7	25	50
ZINC µg Pb/l	<17	8,2	16,7	13,9	--	5.000 / 500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU CARDENER-SÚRIA						
Nº: 247						
Topònim: ANTIUS						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Súria						
Coordenades: x: 397.223 y: 4.629.215						
DADES SALINITAT						
<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	432,0	2.000,0	n.d.	1.216	--	--
pH	8,1	8,7	8,5	8,4	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	1.722	1.717	2.010	1816,3	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	265,7	231,8	170,8	222,7	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	101,2	116,2	127,7	115,0	250	250
CLORUR mg Cl/l	360,9	418,2	419,0	399,4	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	20,3	9,0	13,1	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	180,9	186,8	224,0	197,2	200	--
POTASSI mg K/l	45,0	53,6	34,2	44,3	--	--
CALCI mg Ca/l	90,4	107,1	80,0	92,5	--	--
MAGNESI mg Mg/l	37,4	44,2	24,0	35,2	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	371,0	669,0	423,7	487,9	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	1.800,0	1.400,0	504,1	1234,7	--	--
CROM µg Cr/l	<1,2	15,3	14,2	10,2	50	50
BARI µg Ba/l	49,9	33,4	60,4	47,9	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,1	<0,03	<0,1	0,1	5	5
COURE µg Cu/l	5,3	10,1	5,9	7,1	2.000	50 / 120*
MANGANES µg Mn/l	7,9	1,9	26,9	12,2	50	100
NIQUEL µg Ni/l	<2	12,6	49,1	21,2	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	5,5	0,3	2,7	2,8	25	50
ZINC µg Pb/l	<17	5,2	19,6	13,9	--	5.000 / 500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU CARDENER-SÚRIA						
Nº: 253						
Topònim: BAIXADA DE CABANASSES						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Súria						
Coordenades: x: 396.167 y: 4.633.155						
<u>DADES SALINITAT</u>						
PARÀMETRES	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	Bassa	Bassa	n.d.	Bassa		
pH	7,6	8,1	n.d.	7,85	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	37.600	27.700	n.d.	31.167	2.500	1.000
<u>ANÀLISI QUÍMICA</u>						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	233,0	329,4	n.d.	281,2	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	707,6	335,6	n.d.	521,6	250	250
CLORUR mg Cl/l	13.826	6.274,7	n.d.	10.050,3	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	44,7	n.d.	27,35	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	n.d.	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	n.d.	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	6.395,0	2.630,0	n.d.	4512,5	200	--
POTASSI mg K/l	767,0	318,0	n.d.	542,5	--	--
CALCI mg Ca/l	773,0	410,0	n.d.	591,5	--	--
MAGNESI mg Mg/l	600,0	301,0	n.d.	450,5	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	3.422	1.280,0	n.d.	2351	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	28.293	4.618,0	n.d.	16.455,5	--	--
CROM µg Cr/l	1,8	9,0	n.d.	5,4	50	50
BARI µg Ba/l	347,8	79,7	n.d.	213,7	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,3	<0,03	n.d.	0,2	5	5
COURE µg Cu/l	31,6	46,0	n.d.	38,8	2.000	50 / 120*
MANGANES µg Mn/l	75,4	7,6	n.d.	41,5	50	100
NIQUEL µg Ni/l	5,3	25,1	n.d.	15,2	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	6,5	3,3	n.d.	4,9	25	50
ZINC µg Zn/l	37,9	12,2	n.d.	25,0	--	5.000 / 500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL

ZONA DE MOSTRÉIG:
RIU CARDENER-SÚRIA

Nº: **262**

Topònim: **HORTONS ABANS CARDENER**

Comarca: **Bages**

Terme Municipal: **Súria**

Coordenades:
x: 396.085 y: 4.632.923




DADES SALINITAT


PARÀMETRES	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	3,0	60,0	8,0	23,7	--	--
pH	8,3	8,7	8,3	8,5	6,5– 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	6.920	2.360	8.160	5.813,3	2.500	1.000


ANÀLISI QUÍMICA


ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	332,2	335,5	292,8	320,2	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	378,1	136,3	339,4	284,6	250	250
CLORUR mg Cl/l	2.106,9	552,0	2.305,0	1.654,6	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	56,9	11,1	34,0	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	1.126,0	279,3	1.120,5	841,9	200	--
POTASSI mg K/l	100,7	30,0	119,0	83,2	--	--
CALCI mg Ca/l	180,8	146,4	194,0	173,7	--	--
MAGNESI mg Mg/l	109,3	64,3	120,0	97,8	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	675,0	928,0	778,0	793,6	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	6.956,0	2.570,0	3.422,6	4.316,2	--	--
CROM µg Cr/l	9,1	4,6	14,0	9,2	50	50
BARI µg Ba/l	115,9	80,9	122,1	106,3	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,1	<0,03	<0,1	0,1	5	5
COURE µg Cu/l	8,8	18,1	15,2	14,0	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	<0,6	3,4	34,9	12,9	50	100
NIQUEL µg Ni/l	<2	21,2	52,6	25,3	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	<0,23	3,6	2,0	1,9	25	50
ZINC µg Pb/l	<17	15,6	26,8	19,8	--	5.000 / 500*


OBSERVACIONS:

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU LLOBREGAT-BALSARENY-VILAFRUNS						
Nº: 300						
Topònim: SOTA CASTELL BALSARENY						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Balsareny						
Coordenades: x: 407.089 y: 4.631.834						
DADES SALINITAT						
<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	5.500,0	5.000,0	3.700,0	4.734	--	--
pH	8,8	8,8	8,7	8,8	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	563	646	790	666,3	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	199,3	219,6	177	198,5	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	44,6	98,4	111,3	84,7	250	250
CLORUR mg Cl/l	41,7	55,9	68,3	55,3	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	12,0	3,56	8,5	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	n.d.	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	25,5	28,4	42,0	31,9	200	--
POTASSI mg K/l	1,6	3,1	3,87	2,8	--	--
CÀLCI mg Ca/l	81,2	94,7	84,5	86,8	--	--
MAGNESI mg Mg/l	9,3	13,5	11,0	11,3	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	262,0	629,0	456,0	449,0	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	973,0	841,0	404,4	739,4	--	--
CROM µg Cr/l	<1,2	5,0	13,4	6,5	50	50
BARI µg Ba/l	40,2	24,2	57,4	40,6	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,1	<0,03	<0,1	0,1	5	5
COURE µg Cu/l	<3,3	9,1	3,9	5,4	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	5,4	3,4	19,1	9,3	50	100
NIQUEL µg Ni/l	<2	11,6	49,4	21,0	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	0,4	0,9	2,4	1,2	25	50
ZINC µg Zn/l	<17	2,9	21,5	13,8	--	5.000/500*
OBSERVACIONS:						


FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU LLOBREGAT-BALSARENY						
Nº: 315						
Topònim: TORRENT CONANGLE SOTA CARRETERA						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Balsareny						
Coordenades: x: 406.594 y: 4.632.318						
DADES SALINITAT						
<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	0,5	14,0	2,7	5,3	--	--
pH	8,3	8,4	7,1	7,9	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	28.900	6.550	38.000	24.483,3	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	385,3	329,4	287,7	334,1	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	703,7	917,1	1.997,5	1.206,1	250	250
CLORUR mg Cl/l	10.088,8	1.910,7	11.349,0	7.782,8	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	5.245,0	1.045,5	6.605,0	4.298,5	200	--
POTASSI mg K/l	624,5	115,9	756,5	498,9	--	--
CALCI mg Ca/l	408,0	246,4	499,5	384,6	--	--
MAGNESI mg Mg/l	233,5	106,3	333,0	224,2	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	1.587	2.406	2.069,0	2.020,6	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	12.008	5.268	7.731,1	8.335,7	--	--
CROM µg Cr/l	3,5	2,1	15,0	6,8	50	50
BARI µg Ba/l	36,1	21,0	45,7	34,2	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,5	<0,03	0,3	0,2	5	5
COURE µg Cu/l	53,3	63,3	75,1	63,9	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	19,9	4,4	35,9	20,1	50	100
NÍQUEL µg Ni/l	4,8	38,6	157,1	66,8	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	83,5	2,1	<0,4	28,6	25	50
ZINC µg Pb/l	138,2	31,9	57,9	76,0	--	5.000/500*
OBSERVACIONS:						

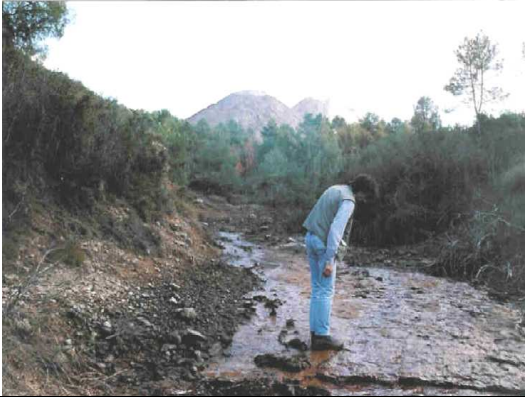
FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU LLOBREGAT - SALLENT						
Nº: 318						
Topònim: LLOBREGAT - SOTA CINTA SALLENT						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Sallent						
Coordenades: x: 408.753 y: 4.630.285						
DADES SALINITAT						
<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	--	--	--	--	--	--
pH	8,8	8,2	8,4	8,5	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	1.121	866	1.500	1.162,3	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	266,0	244,0	171	227	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	58,0	113,2	172,3	114,5	250	250
CLORUR mg Cl/l	128,0	134,0	166,7	142,9	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	10,6	3,2	7,9	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	57,9	59,3	83,0	66,7	200	--
POTASSI mg K/l	16,1	14,9	22,0	17,7	--	--
CALCI mg Ca/l	87,5	97,0	92,0	92,2	--	--
MAGNESI mg Mg/l	14,5	18,8	19,0	17,4	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	313,0	589,0	462,1	454,7	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	1.024	910,0	460,5	798,2	--	--
CROM µg Cr/l	<1,2	4,0	14,1	6,4	50	50
BARI µg Ba/l	45,9	22,9	56,8	41,8	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,1	<0,03	1,5	0,5	5	5
COURE µg Cu/l	3,4	8,8	4,3	5,5	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	11,6	4,3	17,4	11,1	50	100
NIQUEL µg Ni/l	3,5	11,1	48,3	20,9	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	13,2	0,8	1,3	5,1	25	50
ZINC µg Zn/l	<17	7,0	11,6	11,8	--	5.000/500*
OBSERVACIONS:						


FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU LLOBREGAT - SALLENT						
Nº: 325						
Topònim: SURGÈNCIA ROQUES						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Sallent						
Coordenades: x: 408.813 y: 4.629.679						
DADES SALINITAT						
<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	0,3	0,0	n.d.	0,2	--	--
pH	6,9	7,3	5,9	7,1	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	97.000	97.000	148.000	114.000,0	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	399,0	366,0	336,0	367,0	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	1.793,3	1.255,9	6.895,6	3.314,9	250	250
CLORUR mg Cl/l	40.068,4	29.958,0	41.086,8	37.037,7	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	36,5	55,7	<0,1	30,7	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	16.668,0	13.660,5	23.110,0	17.812,8	200	--
POTASSI mg K/l	7.346,0	5.579,6	8.515,0	7.146,8	--	--
CALCI mg Ca/l	816,0	562,6	1.050,0	809,5	--	--
MAGNESI mg Mg/l	1.712,0	1.229,2	1.767,0	1.569,4	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	4.422,0	4.366,0	4.308,9	4.365,6	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	17.700,0	9.440,0	12.530,9	13.223,6	--	--
CROM µg Cr/l	5,7	12,8	26,4	14,9	50	50
BARI µg Ba/l	260,8	61,2	202,9	174,9	--	1.000
CADMI µg Cd/l	5,5	2,6	6,8	5,0	5	5
COURE µg Cu/l	95,2	738,7	236,1	356,6	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	115,4	8,9	752,8	292,3	50	100
NIQUEL µg Ni/l	14,4	90,4	417,4	174,1	20	-- / 120*
PLOM µg Pb/l	22,1	11,9	56,3	30,1	25	50
ZINC µg Zn/l	136,1	210,8	146,9	164,6	--	5.000
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTRÉIG: RIU LLOBREGAT - SALLENT						
Nº: 352						
Topònim: PASSAT PONT C-15						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Sallent						
Coordenades: x: 409.381 y: 4.626.673						
DADES SALINITAT						
PARÀMETRES	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	--	--
pH	8,9	8,7	9,2	8,9	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	1.100	1.190	1.333	1.208	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	199,3	244,0	207,4	216,9	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	63,4	122,4	181,3	122,3	250	250
CLORUR mg Cl/l	214,5	180,6	158,4	184,5	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	13,0	18,81	13,9	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	101,4	87,5	90,5	93,1	200	--
POTASSI mg K/l	27,2	20,5	20,0	22,5	--	--
CALCI mg Ca/l	89,9	103,3	90,0	94,4	--	--
MAGNESI mg Mg/l	18,2	25,5	23,0	22,2	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	321,0	669,0	476,8	488,9	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	1.122,0	1.107,0	481,6	903,5	--	--
CROM µg Cr/l	1,3	4,1	20,1	8,5	50	50
BARI µg Ba/l	47,6	31,0	66,3	48,3	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,3	<0,03	<0,1	0,1	5	5
COURE µg Cu/l	10,2	16,5	4,6	10,4	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	11,6	6,9	17,5	12,0	50	100
NIQUEL µg Ni/l	6,2	17,2	2,2	8,5	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	18,0	8,3	0,6	8,9	25	50
ZINC µg Pb/l	34,3	33,7	12,6	26,8	--	5.000/500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTRÉIG: RIU LLOBREGAT - SALLENT						
Nº: 360						
Topònim: TORRENT MAS DE LES COVES RUNAM						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Sallent						
Coordenades: x:407.236 y: 4.628.938						
DADES SALINITAT						
<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	Bassa	0,10	n.d.	<0,1	--	--
pH	7,2	7,8	n.d.	7,5	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	194.000	150.000	n.d.	172.000	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	332,2	329,4	n.d.	330,7	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	13.534,0	6.700,8	n.d.	10.117,4	250	250
CLORUR mg Cl/l	93.588,0	68.599,8	n.d.	81.093,9	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	62,9	n.d.	31,5	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	n.d.	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	n.d.	0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	48.855,0	41.600,0	n.d.	45.227,5	200	--
POTASSI mg K/l	7.451,0	5.660,0	n.d.	6.555,5	--	--
CALCI mg Ca/l	766,0	1.194,0	n.d.	980	--	--
MAGNESI mg Mg/l	3.588,0	2.140,0	n.d.	2.864	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	12.706,0	9.571,0	n.d.	11.138,5	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	59.566	28.840,0	n.d.	44.203	--	--
CROM µg Cr/l	9,8	15,8	n.d.	12,8	50	50
BARI µg Ba/l	228,9	154,6	n.d.	191,7	--	1.000
CADMI µg Cd/l	2,3	<0,03	n.d.	1,2	5	5
COURE µg Cu/l	732,4	2.406,4	n.d.	1.569,4	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	1.063,1	134,8	n.d.	598,9	50	100
NIQUEL µg Ni/l	35,6	964,1	n.d.	499,8	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	18,6	21,7	n.d.	20,1	25	50
ZINC µg Pb/l	492,9	364,4	n.d.	428,6	--	5.000 / 500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU LLOBREGAT - SALLENT						
Nº: 366						
Topònim: MAS DE LES COVES SOTA EIX						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Sallent						
Coordenades: x: 408.605 y: 4.628.312						
DADES SALINITAT						
<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Data: Desembre 2004	PROMIG	REAL DECRET 140/2003	Real Decret 927/1988 Real Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	1,5	4,0	8,4	4,6	--	--
pH	7,8	8,7	8,4	8,2	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	16.400	7.200	5.160	9.587	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	399,0	317,2	293,0	336,4	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	1.108,2	845,5	2.145,3	1.366,2	250	250
CLORUR mg Cl/l	5.294,1	1.897,5	15.335,5	7.509,0	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	17,5	49,2	24,24	30,3	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	2.838,0	990,4	9.325,0	4.384,4	200	--
POTASSI mg K/l	398,2	136,5	646,5	393,7	--	--
CALCI mg Ca/l	336,9	370,1	525,0	410,7	--	--
MAGNESI mg Mg/l	139,8	113,4	259,0	170,7	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	1.544	2.562,0	2.117,7	2.074,5	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	5.828	4.156,0	4.963,6	4.982,5	--	--
CROM µg Cr/l	4,6	6,8	23,3	11,6	50	50
BARI µg Ba/l	61,5	31,2	95,2	62,6	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,8	<0,03	1,4	0,7	5	5
COURE µg Cu/l	50,7	52,4	98,6	67,2	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	46,6	26,3	14,7	29,2	50	100
NÍQUEL µg Ni/l	4,7	45,6	16,1	22,1	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	37,7	1,9	<0,4	13,3	25	50
ZINC µg Pb/l	125,9	63,5	46,1	78,5	--	5.000 / 500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTRÉIG: RIU LLOBREGAT - SALLENT						
Nº: 377						
Topònim: PARED SOLDEVILA						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Sallent						
Coordenades: x: 407.063 y: 4.630.016						
DADES SALINITAT						
<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	n.d.	1,3	0,9	1,1	--	--
pH	n.d.	7,3	6,5	6,9	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	n.d.	>200.000	>200.000	>200.000	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	n.d.	311,1	244,0	277,5	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	n.d.	5.949,7	7.636,9	6.793,3	250	250
CLORUR mg Cl/l	n.d.	111.552	177.569,7	144.560,8	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	n.d.	59.174	84.400,0	71.787	200	--
POTASSI mg K/l	n.d.	18.519,2	35.115,0	26.817,1	--	--
CALCI mg Ca/l	n.d.	893,1	775,0	834,0	--	--
MAGNESI mg Mg/l	n.d.	4.845,7	8.375,0	6.610,3	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	n.d.	n.d.	4.714,4	4.714,4	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	n.d.	n.d.	9.650,6	9.650,6	--	--
CROM µg Cr/l	n.d.	n.d.	23,6	23,6	50	50
BARI µg Ba/l	n.d.	n.d.	280,9	280,9	--	1.000
CADMI µg Cd/l	n.d.	n.d.	8,1	8,1	5	5
COURE µg Cu/l	n.d.	n.d.	1.183,8	1.183,8	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	n.d.	n.d.	14.561,5	14.561,5	50	100
NIQUEL µg Ni/l	n.d.	n.d.	3640,8	3640,8	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	n.d.	n.d.	345,4	345,4	25	50
ZINC µg Zn/l	n.d.	n.d.	891,0	891,0	--	5.000 /500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU LLOBREGAT - SALLENT						
Nº: 378						
Topònim: SOLDEVILA PASSAT VALLDÒRIA						
Comarca: Bages						
Terme Municipal: Sallent						
Coordenades: x: 407.063 y: 4.630.016						
DADES SALINITAT						
<i>PARÀMETRES</i>	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	2,0	5,0	5,0	4,0	--	--
pH	6,7	7,3	4,2	6,1	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	> 200.000	130.000	>200.000	177.000	2.500	1.000
ANÀLISI QUÍMICA						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	425,1	317,2	244,0	328,7	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	4.481,8	2.085,4	4158,0	3.575,1	250	250
CLORUR mg Cl/l	141.800	68.478,2	165.016,5	125.098,2	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	57,6	<0,1	35,9	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br /l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na /l	53.350,0	26.697,8	65.050,0	48.365,9	200	--
POTASSI mg K /l	30.350,0	14.639,4	40.345,0	28.444,8	--	--
CALCI mg Ca /l	2.060,0	1.225,3	1.805,0	1.696,7	--	--
MAGNESI mg Mg /l	9.960,0	4.773,7	10.325,0	8.352,9	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe /l	15.012	10.043	8.675,7	11.243,5	200	2.000
ESTRONCI µg Sr /l	51.088	21.813	22.651,1	31.850,7	--	--
CROM µg Cr /l	16,5	13,9	29,6	20,0	50	50
BARI µg Ba /l	508,8	239,1	411,9	386,6	--	1.000
CADMI µg Cd /l	24,0	6,8	22,9	17,9	5	5
COURE µg Cu /l	1.763,0	1.504,5	676,5	1.314,6	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn /l	8.176,7	2.683,5	11.126,4	7.328,9	50	100
NIQUEL µg Ni /l	140,7	253,7	1.979,7	791,3	20	-- / 200*
PLOM µg Pb /l	1.367,9	607,2	882,3	952,4	25	50
ZINC µg Pb /l	1.122,2	1.288,8	161,2	857,4	--	5.000/500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL

ZONA DE MOSTREIG:
RIU LLOBREGAT - SALLENT

Nº: **379**

Topònim: **SOLDEVILA ABANS LLOBREGAT**

Comarca: **Bages**

Terme Municipal: **Sallent**

Coordenades:
x: 409.667 y: 4.630.004




DADES SALINITAT


PARÀMETRES	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	6,0	3,0	96,0	35,0	--	--
pH	8,9	9,0	9,0	9,0	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	846	1.100	3.160	1.702,0	2.500	1.000

ANÀLISI QUÍMICA

ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	199,3	207,4	176,9	194,5	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	165,5	104,1	130,0	133,2	250	250
CLORUR mg Cl/l	128,1	91,8	941,9	387,2	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	5,4	10,6	3,8	6,6	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	91,5	43,3	414,0	182,9	200	--
POTASSI mg K/l	35,0	10,3	130,0	58,4	--	--
CÀLCI mg Ca/l	88,5	94,5	91,0	91,3	--	--
MAGNESI mg Mg/l	22,6	16,1	38,0	25,5	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	332,0	710,0	541,7	527,9	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	1.088	818	464,5	790,2	--	--
CROM µg Cr/l	2,8	3,5	16,6	7,6	50	50
BARI µg Ba/l	49,2	22,1	60,7	44,0	--	1.000
CADMI µg Cd/l	0,3	4,4	<0,1	1,6	5	5
COURE µg Cu/l	29,0	4,4	9,8	14,4	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	9,8	1,0	8,6	6,5	50	100
NIQUEL µg Ni/l	2,9	11,3	63,7	25,9	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	38,0	1,4	<0,4	13,3	25	50
ZINC µg Pb/l	<17	9,2	16,3	14,2	--	5.000/500*

OBSERVACIONS:

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU D'OR						
Nº: 390						
Topònim: RIU D'OR -BURGUEROLES						
Comarca: Bages						
Terme Municipal:						
Coordenades: x: 404.331 y: 4.629.443						
<u>DADES SALINITAT</u>						
PARÀMETRES	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	0,3	34,0	2,1	12,1	--	--
pH	7,5	8,6	7,3	7,8	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	1.500	1.873	2.140	1.837,6	2.500	1.000
<u>ANÀLISI QUÍMICA</u>						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	299,0	366,0	329,4	331,5	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	510,0	656,7	692,2	621,0	250	250
CLORUR mg Cl/l	84,4	107,5	122,7	104,8	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	2,4	39,5	28,49	23,4	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	60,2	73,2	102,5	78,6	200	--
POTASSI mg K/l	7,9	4,4	8,1	6,8	--	--
CALCI mg Ca/l	153,6	207,2	209,5	190,1	--	--
MAGNESI mg Mg/l	67,6	94,0	101,0	87,5	--	--
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	474,5	1.695,0	874,5	1.014,6	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	3.741,0	4.268	2.710,4	3.573,1	--	--
CROM µg Cr/l	<1,2	2,9	16,6	6,9	50	50
BARI µg Ba/l	88,7	23,5	44,6	52,3	--	1.000
CADMI µg Cd/l	1,0	<0,03	<0,1	0,4	5	5
COURE µg Cu/l	23,2	10,3	5,6	13,0	2.000	50 / 120*
MANGANÈS µg Mn/l	1,8	5,8	11,6	6,4	50	100
NIQUEL µg Ni/l	3,6	27,8	52,7	28,0	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	2,3	2,0	0,5	1,6	25	50
ZINC µg Cr/l	46,7	10,6	24,4	27,2	--	5.000 / 500*
OBSERVACIONS:						

FITXA INVENTARI AIGUA SUPERFICIAL						
ZONA DE MOSTREIG: RIU D'OR						
Nº: 397						
Topònim: POLÍGON RIU D'OR						
Comarca: Bages						
Terme Municipal:						
Coordenades: x: 404.999 y: 4.626.071						
<u>DADES SALINITAT</u>						
PARÀMETRES	Juny 2003	Gener 2004	Desembre 2004	PROMIG	REIAL DECRET 140/2003	Reial Decret 927/1988 Reial Decret 995/2000*
Cabal (l/s)	n.d.	67,0	3,0	35,0	--	--
pH	7,7	8,6	8,1	8,1	6,5 – 9,5	5,5 – 9,0
Conductivitat (µs/cm)	2.570	20.200	11.460	11.410,0	2.500	1.000
<u>ANÀLISI QUÍMICA</u>						
ANIONS						
HIDROGENO-CARBONAT mg CaCO ₃ /l	332,0	366,0	268,4	322,1	--	--
SULFAT mg SO ₄ /l	391,7	876,2	969,0	745,6	250	250
CLORUR mg Cl/l	441,9	7.387,0	3.874,7	3.901,2	250	200
Nitrats Mg NO ₃ /l	<10	113,7	27,0	50,2	50	50
Nitrits Mg NO ₂ /l	n.d.	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	--
Bromur Mg Br/l	<10	<0,1	<0,1	<0,1	--	--
CATIONS						
SODI mg Na/l	169,1	2.925,5	1.534,0	1.542,8	200	--
POTASSI mg K/l	38,0	1.038,3	447,0	507,7	--	--
CÀLCI mg Ca/l	263,7	537,1	370,0	390,2	--	--
MAGNESI mg Mg/l	73,9	543,6	315,0	310,8		
METALLS PESANTS						
FERRO µg Fe/l	780,0	3.965,0	1.567,9	2.104,3	200	2.000
ESTRONCI µg Sr/l	5.207	11.657	5.653,6	7.505,8	--	--
CROM µg Cr/l	2,8	6,0	15,0	7,9	50	50
BARI µg Ba/l	76,4	65,6	95,4	79,1	--	1.000
CADMI µg Cd/l	2,5	<0,03	<0,1	0,9	5	5
COURE µg Cu/l	34,8	144,0	18,7	65,8	2.000	50 / 120*
MANGANES µg Mn/l	6,4	12,5	12,2	10,4	50	100
NÍQUEL µg Ni/l	6,5	90,4	60,6	52,5	20	-- / 200*
PLOM µg Pb/l	7,6	5,4	<0,4	4,5	25	50
ZINC µg Zn/l	72,3	106,1	38,4	72,3	--	5.000 / 500*
OBSERVACIONS:						

ANNEX 14.2 Cations i anions majoritaris. Balanços iònics

Taula 1. Resultats analítics: estiu 2003. Balanç iònic.

Punts de mostreig	Cl		SO4		HCO3		NO3		Br	ANIONS	Na		K		Ca		Mg		CATIONS	Error
	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	meq/L	%
100	40,8	1,2	53,3	1,1	199,3	3,3	< 10	< 0,2	< 10	5,5	17,9	0,8	1,5	0,0	83,0	4,1	13,2	1,1	6,0	9,0
182	4530,5	127,8	527,0	11,0	265,7	4,4	< 10	< 0,2	< 10	143,1	2684,0	116,7	415,0	10,6	203,4	10,2	137,9	11,3	148,8	3,9
215	101,3	2,9	60,9	1,3	199,3	3,3	< 10	< 0,2	< 10	7,4	56,0	2,4	7,6	0,2	78,5	3,9	17,2	1,4	8,0	7,4
240	821,5	23,2	137,3	2,9	249,1	4,1	< 10	< 0,2	< 10	30,1	386,3	16,8	102,1	2,6	121,5	6,1	70,3	5,8	31,3	3,7
247	360,9	10,2	101,2	2,1	265,7	4,4	< 10	< 0,2	< 10	16,6	180,9	7,9	45,0	1,2	90,4	4,5	37,4	3,1	16,6	-0,2
253	13826,0	390,0	707,6	14,7	232,5	3,8	< 10	< 0,2	< 10	408,6	6395,0	278,0	767,0	19,6	773,0	38,6	600,0	49,3	385,6	-5,8
262	2106,9	59,4	378,1	7,9	332,2	5,4	< 10	< 0,2	< 10	72,8	1126,0	49,0	100,7	2,6	180,8	9,0	109,3	9,0	69,6	-4,5
300	41,7	1,2	44,6	0,9	199,3	3,3	< 10	< 0,2	< 10	5,4	25,5	1,1	1,6	0,0	81,2	4,1	9,3	0,8	6,0	10,5
310	10088,8	284,6	703,7	14,7	385,3	6,3	< 10	< 0,2	< 10	305,6	5245,0	228,0	624,5	16,0	408,0	20,4	233,5	19,2	283,6	-7,5
318	128,0	3,6	58,0	1,2	265,7	4,4	< 10	< 0,2	< 10	9,2	57,9	2,5	16,1	0,4	87,5	4,4	14,5	1,2	8,5	-7,7
325	40068,4	1130,3	1793,3	37,4	398,6	6,5	36,53	0,6	< 10	1174,8	16668,0	724,7	7346,0	187,9	816,0	40,8	1712,0	140,8	1094,1	-7,1
352	214,5	6,1	63,4	1,3	199,3	3,3	< 10	< 0,2	< 10	10,6	101,4	4,4	27,2	0,7	89,9	4,5	18,2	1,5	11,1	4,2
360	93588,0	2640,0	13534,0	282,0	332,2	5,4	< 10	< 0,2	< 10	2927,4	48855,0	2124,1	7451,0	190,6	766,0	38,3	3588,0	295,1	2648,0	-10,0
366	5294,1	149,3	1108,2	23,1	398,6	6,5	17,5	0,3	< 10	179,2	2838,0	123,4	398,2	10,2	336,9	16,8	139,8	11,5	161,9	-10,2
378	141800	4000,0	4481,8	93,4	425,1	7,0	< 10	< 0,2	< 10	4100,3	53350,0	2319,6	30350,0	776,2	2060,0	102,9	9960,0	819,1	4017,8	-2,0
379	128,1	3,6	165,5	3,4	199,3	3,3	5,37	0,1	< 10	10,4	91,5	4,0	35,0	0,9	88,5	4,4	22,6	1,9	11,2	6,8
390	84,4	2,4	509,8	10,6	298,9	4,9	2,43	0,0	< 10	17,9	60,2	2,6	7,9	0,2	153,6	7,7	67,6	5,6	16,1	-11,1
397	441,9	12,5	391,7	8,2	332,2	5,4	< 10	< 0,2	< 10	26,1	169,1	7,4	38,0	1,0	263,7	13,2	73,9	6,1	27,6	5,6

Taula 2. Resultats analítics: hivern 2003. Balanç iònic.

Punts de mostreig	Cl		SO4		HCO3		NO3		Br	ANIONS		Na		K		Ca		Mg		CATIONS	Error
	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	meq/L
100	33,3	0,9	80,5	1,7	207,4	3,4	13,5	0,22	< 0,1	6,2	14,8	0,6	2,3	0,1	84,9	4,2	16,6	1,4	6,3	1,3	
160	161415,7	4546,9	2981,8	62,1	73,2	1,2	84,3	1,36	< 0,1	4611,6	117030,5	5090,5	380,5	9,7	1460,4	72,9	55,0	4,5	5177,8	11,6	
182	4865,2	137,0	432,6	9,0	311,1	5,1	31,0	0,50	< 0,1	151,7	2419,6	105,2	426,5	10,9	173,2	8,7	119,8	9,9	134,7	-11,8	
215	537,0	15,1	142,7	3,0	329,4	5,4	56,9	0,92	< 0,1	24,4	257,6	11,2	27,6	0,7	138,2	6,9	59,3	4,9	23,7	-2,9	
240	485,0	13,7	121,2	2,5	231,8	3,8	21,3	0,34	< 0,1	20,3	211,8	9,2	51,1	1,3	113,4	5,7	49,8	4,1	20,3	-0,2	
247	418,2	11,8	116,2	2,4	231,8	3,8	20,3	0,33	< 0,1	18,3	186,8	8,1	53,6	1,4	107,1	5,3	44,2	3,7	18,5	1,0	
253	6274,7	177,0	335,6	7,0	329,4	5,4	44,7	0,72	< 0,1	190,1	2630,0	114,4	318,0	8,1	410,0	20,5	301,0	24,9	167,9	-12,4	
262	552,0	15,5	136,3	2,8	335,5	5,5	56,9	0,92	< 0,1	24,8	279,3	12,2	30,0	0,8	146,4	7,3	64,3	5,3	25,5	2,9	
300	55,9	1,6	98,4	2,1	219,6	3,6	12,0	0,19	< 0,1	7,4	28,4	1,2	3,1	0,1	94,7	4,7	13,5	1,1	7,2	-3,6	
310	163931,0	4617,8	5773,5	120,3	61,0	1,0	< 0,1	0,00	< 0,1	4739,1	115932,3	5042,8	1308,6	33,5	1153,5	57,6	146,4	12,1	5146,0	8,2	
315	1910,7	53,8	917,1	19,1	329,4	5,4	< 0,1	0,00	< 0,1	78,3	1045,5	45,5	115,9	3,0	246,4	12,3	106,3	8,8	69,5	-11,9	
318	134,0	3,8	113,2	2,4	244,0	4,0	10,6	0,17	< 0,1	10,3	59,3	2,6	14,9	0,4	97,0	4,8	18,8	1,6	9,4	-9,6	
325	29958,0	843,9	1255,9	26,2	366,0	6,0	55,7	0,90	< 0,1	877,0	13660,5	594,2	5579,6	142,7	562,6	28,1	1229,2	101,6	866,6	-1,2	
352	180,6	5,1	122,4	2,6	244,0	4,0	13,0	0,21	< 0,1	11,8	87,5	3,8	20,5	0,5	103,3	5,2	25,5	2,1	11,6	-2,2	
360	68599,8	1932,4	6700,8	139,6	329,4	5,4	62,9	1,02	< 0,1	2078,4	41600,0	1816,6	5660,0	145,1	1194,0	59,7	2140,0	176,9	2198,3	5,6	
366	1897,5	53,5	845,5	17,6	317,2	5,2	49,2	0,79	< 0,1	77,1	990,4	43,1	136,5	3,5	370,1	18,5	113,4	9,4	74,4	-3,5	
377	111552,1	3142,3	5949,7	124,0	311,1	5,1	< 0,1	0,00	< 0,1	3271,4	59174,0	2573,9	18519,2	473,6	893,1	44,6	4845,7	400,5	3492,6	6,5	
378	68478,2	1929,0	2085,4	43,4	317,2	5,2	57,6	0,93	< 0,1	1978,5	26697,8	1161,3	14639,4	374,4	1225,3	61,2	4773,7	394,5	1991,4	0,6	
379	91,8	2,6	104,1	2,2	207,4	3,4	10,6	0,17	< 0,1	8,3	43,3	1,9	10,3	0,3	94,5	4,7	16,1	1,3	8,2	-1,6	
390	107,5	3,0	656,7	13,7	366,0	6,0	39,5	0,64	< 0,1	23,3	73,2	3,2	4,4	0,1	207,2	10,4	93,9	7,8	21,4	-8,7	
397	7386,9	208,1	876,2	18,3	366,0	6,0	113,7	1,83	< 0,1	234,2	2925,5	127,3	1038,3	26,6	537,1	26,8	543,6	44,9	225,6	-3,7	

Taula 3. Resultats analítics: tardor 2004. Balanç iònic.

Punts de mostreig	Cl		SO4		HCO3		NO3		Br	ANIONS	Na		K		Ca		Mg		CATIONS	Error
	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	ppm	meq/L	meq/L	%
100	22,4	0,6	77,8	1,6	183,0	3,0	3,68	0,06	< 0,1	5,3	24,00	1,0	2,05	0,1	75,00	3,8	11	0,9	5,8	8,0
160	168120,2	4735,8	4191,5	87,3	61,0	1,0	< 0,1	0,00	< 0,1	4824,1	106850,00	4647,7	936,00	23,9	1120,00	55,9	100	8,3	4735,9	-1,8
182	7335,1	206,6	328,8	6,9	183,0	3,0	< 0,1	0,00	< 0,1	216,5	4011,00	174,5	371,00	9,5	182,00	9,1	118	9,8	202,8	-6,5
215	539,6	15,2	157,5	3,3	183,0	3,0	8,23	0,13	< 0,1	21,6	321,00	14,0	22,50	0,6	87,00	4,3	23	1,9	20,8	-3,9
240	391,8	11,0	115,6	2,4	183,0	3,0	3,68	0,06	< 0,1	16,5	200,00	8,7	33,40	0,9	83,00	4,1	26	2,1	15,8	-4,3
247	419,0	11,8	127,7	2,7	170,8	2,8	9,00	0,15	< 0,1	17,4	224,00	9,7	34,20	0,9	80,00	4,0	24	1,9	16,6	-5,0
262	2305,0	64,9	339,4	7,1	292,8	4,8	11,12	0,18	< 0,1	77,0	1120,50	48,7	119,00	3,0	194,00	9,7	120	9,9	71,4	-7,5
300	68,3	1,9	111,3	2,3	176,9	2,9	3,56	0,06	< 0,1	7,2	42,00	1,8	3,87	0,1	84,50	4,2	11	0,9	7,1	-2,0
318	166,7	4,7	172,3	3,6	170,8	2,8	3,22	0,05	< 0,1	11,1	83,00	3,6	22,00	0,6	92,00	4,6	19	1,5	10,3	-7,8
325	41086,8	1157,4	6895,6	143,7	335,5	5,5	< 0,1	0,00	< 0,1	1306,5	23110,00	1005,2	8515,00	217,8	1050,00	52,4	1767	146,1	1421,5	8,4
352	158,4	4,5	181,3	3,8	207,4	3,4	18,81	0,30	< 0,1	11,9	90,50	3,9	20,00	0,5	90,00	4,5	23	1,9	10,8	-10,0
366	15335,5	432,0	2145,3	44,7	292,8	4,8	24,24	0,39	< 0,1	481,9	9325,00	405,6	646,50	16,5	525,00	26,2	259	21,4	469,7	-2,6
377	177659,7	5004,5	7636,9	159,1	244,0	4,0	< 0,1	0,00	< 0,1	5167,6	84400,00	3671,2	35115,00	898,1	775,00	38,7	8375	692,1	5300,1	2,5
378	165016,5	4648,4	4158,0	86,6	244,0	4,0	< 0,1	0,00	< 0,1	4739,0	65050,00	2829,5	40345,00	1031,8	1805,00	90,2	10325	853,3	4804,8	1,4
379	941,9	26,5	130,0	2,7	176,9	2,9	3,85	0,06	< 0,1	32,2	414,00	18,0	130,00	3,3	91,00	4,5	38	3,1	29,0	-10,5
380	185234,6	5217,9	5320,1	110,8	54,9	0,9	< 0,1	0,00	< 0,1	5329,6	120800,00	5254,5	1140,00	29,2	1015,00	50,7	215	17,8	5352,1	0,4
384	11349,0	319,7	1997,5	41,6	286,7	4,7	< 0,1	0,00	< 0,1	361,3	6605,00	287,3	756,50	19,3	499,50	25,0	333	27,5	359,1	-0,6
390	122,7	3,5	692,2	14,4	329,4	5,4	28,49	0,46	< 0,1	23,7	102,50	4,5	8,14	0,2	209,50	10,5	101	8,3	23,4	-1,3
397	3874,7	109,1	969,0	20,2	268,4	4,4	27,0	0,44	< 0,1	134,2	1534,00	66,7	447,00	11,4	370,00	18,5	315	26,0	122,7	-9,0

ANNEX 14.3 Estudi previ. Punts de mostreig

Taula 1. Conductivitats aigües superficials: Zona riu Cardener - Cardona (Hivern 2002- Primavera 2003).

PUNTS DE REFERÈNCIA	Punts de	Coordenades HTM		Cabal	Conduct.	pH
	mostreig	X	Y	L/s	uS/cm	
ZONA RIU CARDENER						
100 - Cardener: Cardona						
Riu Cardener (punt de desviament)	100	391969	4641826	n.d.	466	7,4
Camí arran del Cardener	105	393476	4639935	n.d.	608	8,9
Pont camí Valldeperes	107	393542	4640285	n.d.	590	9,2
Merendero	110	3933260	4637405	n.d.	600	9,2
Valls de Torroella (Obaga del Corral)	115	394140	4633305	n.d.	727	9,0
150 - Cardona: el Salí i fàbrica						
Sota cinta (bòfia)	150	391375	464867	n.d.	25200	n.d.
Sota cinta (costat caseta)	152	391375	464867	n.d.	55000	n.d.
Entrada col·lector	154	391375	464867	n.d.	>200.000	n.d.
Font Fangassos	156	390912	4640907	n.d.	n.d.	n.d.
Font Piona o Gilda (bassa)	158	390900	4640609	n.d.	8.000	n.d.
Sota runam vell (forat runam)	160	391254	4640414	n.d.	>200.000	n.d.
Sortida fàbrica	170	391754	4640857	n.d.	48000	8,2
Bassa sota resclosa	172	391754	4640857	n.d.	115000	n.d.
Sota pont	175	392228	4640971	n.d.	47000	8,6
Davant els Hortets	177	392352	4641111	n.d.	35000	8,7
Sota depuradora	180	392336	4641314	n.d.	30000	0,9
Sota caseta+aigua depuradora*	182	392336	4641314	n.d.	12300	8,5

*Riba dreta / n.d. = No determinat

**Taula 2. Conductivitats aigües superficials: Zona riu Cardener – Súria.
Hivern 2002- Primavera 2003**

PUNTS DE REFERÈNCIA	Punts de	Coordenades HTM		Cabal	Conduct.	pH
	mostreig	X	Y	L/s	uS/cm	
ZONA RIU CARDENER						
200 - Cardener: Súria						
Cal Jover (Coaner)	200	395796	4632257	n.d.	740	8,4
Sota resclosa	205	395950	4632855	400	727	8,4
Corba Sant Sebastià	210	395997	4632887	n.d.	760	8,6
Abans incorporació riera d'Hortons	211	396065	4632912	n.d.	713	8,5
Confluència riera d'Hortons	215	396083	4632908	n.d.	1034	8,6
Sota mur carretera	216	396157	4632767	n.d.	1009	8,7
Súria sota pont vell	220	396287	4632477	n.d.	869	8,3
Súria sota escorxador	225	396228	4631975	n.d.	790	n.d.
Súria davant canal de Reguant	230	396346	4631275	n.d.	652	8,6
Pla de Reguant (passera)	235	396697	4631052	n.d.	657	8,4
Pla de Reguant	236	396735	4631960	n.d.	1001*	7,9
Pla de Reguant (sota cinta)	237	397043	4631026	n.d.	965*	7,9
Pla de Reguant (final camí)	238	397123	4630957	n.d.	1317*	8,1
El Fustaret (sota canonada)	240	397328	4630028	n.d.	1914*	8,3
El Fustaret (roques)	241	397109	4630440	n.d.	2130*	8,1
Abans pont de la Pobla	242	397279	4630016	n.d.	2660*	7,9
Pont de la Pobla	245	397315	4630017	n.d.	1020	8,5
Passat pont de la Pobla	246	397287	4629937	n.d.	2510	8,4
Antius	247	397223	4629215	n.d.	1230*	8,5

*Riba dreta / n.d. = No determinat

**Taula 3. Conductivitats aigües superficials: Zona riu Cardener – Rieres.
Hivern 2002- Primavera 2003**

PUNTS DE REFERÈNCIA	Punts de	Coordenades HTM		Cabal	Conduct.	pH
	mostreig	X	Y	L/s	uS/cm	
ZONA RIU CARDENER						
250 - Riera d'Hortons						
Riera Hortons amunt	250	396132	4633389	n.d.	1165	8,4
Baixada rierol	251	396129	4633296	n.d.	3710	8,4
Davant rierol (Salt d'aigua)	252	396124	4633387	n.d.	1283	8,4
Baixada zona Cabanasses 2	253	396167	4633155	n.d.	30300	7,3
Riera Hortons cases i canyes	254	396124	4633387	n.d.	3190	8,4
Baixada zona Cabanasses 1	256	396109	4633280	n.d.	190000	n.d.
Passeres riera Hortons-Cal Trist	258	396105	4633216	n.d.	10200	8,5
Surgència darrera Cal Pep i Mila	260	396128	4632997	n.d.	11800	8,0
Abans confluència Cardener	262	396085	4632923	n.d.	7100	8,5
270 - Riera del Tordell						
Cal Xica –Xaco	272	397559	463238	130	1640	8,3
Pas camí a runams	274	397111	4632174	130	1669	8,5
Arribant Joncarets	276	397559	4632322	n.d.	1640	8,5
Mig Joncarets	278	397367	4632217	n.d.	1674	n.d.
Sota Joncarets	280	397097	4632167	n.d.	1693	n.d.
Davant camp futbol Súria	282	396937	4631787	n.d.	1711	n.d.
Sota carretera Solsona	284	396857	4631477	n.d.	1779	n.d.
Abans confluència Cardener	286	397087	4631037	n.d.	927	n.d.
Bassa runams	290	398130	4631776	n.d.	234000	n.d.

*Riba dreta / n.d. = No determinat

**Taula 4. Conductivitats aigües superficials: Zona riu Llobregat - Sallent.
Hivern 2002- Primavera 2003**

PUNTS DE REFERÈNCIA	Punts de mostreig	Coordenades HTM		Cabal L/s	Conduct. uS/cm	pH
		X	Y			
ZONA RIU LLOBREGAT						
300 - Llobregat: Sallent						
Sota castell Balsareny	300	407089	4631834	n.d.	1014	8,1
Vilaforns (depuradora Balsareny)	302	407095	463185	n.d.	780	8,5
Davant horts Sant Antoni (sota resclosa)	304	408010	4631305	n.d.	1014	8,1
Davant horts del Trabal	306	408186	4631009	n.d.	635	n.d.
Abans resclosa pont vell (embassament)	308	408418	4630825	n.d.	715	8,6
Passat resclosa pont vell	310	408418	4630825	n.d.	790*	8,5
Abans cinta mina	315	408729	4630350	n.d.	870*	n.d.
Sota la cinta (mina)	316	408760	4630308	n.d.	960*	8,7
Cinta (+50m)	317	408805	4630218	n.d.	903*	n.d.
Cinta (+100m)	318	408898	4629970	n.d.	1000*	n.d.
Sota resclosa (costat canal)	320	408871	4629898	10	2080*	8,6
Sota resclosa (costat canal)+50m	321	408908	4629869	10	3000*	n.d.
Surgència sota roques	325	408813	4629679	n.d.	150000*	n.d.
Mina (ruïnes)	326	408775	4629705	n.d.	85000	n.d.
Incorporació surgència al Llobregat	330	408813	4629679	10	5200	n.d.
Final polígon (l'Illa)	332	408927	4629173	10	7600	8,3
Sota cal Grau	335	408959	4629041	10	6000	8,5
Canal sota pont de Cabrianes	340	408906	4628288	5	1335	8,9
Riu Llobregat sota pont de Cabrianes	341	408906	4628288	5	6950	8,3
Llac de la "Corbetera"	345	408582	4627269	n.d.	2000	n.d.
Sota pont C-25	350	409381	4626673	6000	1010	8,6
Passat pont C-25 (amb incorporació canal)	351	409381	4626673	n.d.	1235	8,3
Canal incorporat al Llobregat	352	409381	4626673	n.d.	935	8,4

*Riba dreta / n.d. = No determinat

Taula 5. Conductivitats aigües superficials: Zona riu Llobregat - Torrents, rieres i escolament miners. Hivern 2002- Primavera 2003.

PUNTS DE REFERÈNCIA	Punts de	Coordenades HTM		Cabal	Conduct.	pH
	mostreig	X	Y	L/s	uS/cm	
ZONA RIU LLOBREGAT						
360 - Torrent Mas de les Coves						
Torrent Mas de les Coves (Aigües amunt)	360	407236	4628938	n.d.	137000	n.d.
Torrent Mas de les Coves (davant presa)	362	407299	4628893	n.d.	126000	n.d.
Torrent Mas de les Coves (abans carretera)	364	407332	4627942	n.d.	130000	n.d.
Torrent Mas de les Coves (sota pont Eix)	366	408605	4628312	0,8	5250	n.d.
Torrent de la Corbatera	368	408259	4626881	n.d.	3020	8,7
Pou El Mujal	369	408479	4628001	n.d.	3220	7,1
370 - Torrent de Soldevila						
Torrent de Valldòria(aigües amunt)	370	405608	4630822	n.d.	800	n.d.
Torrent de Valldòria (font)	372	405678	4630572	n.d.	2130	n.d.
Torrent de Valldòria (cisterna)	374	405678	4630572	n.d.	800	n.d.
Torrent de Soldevila (abans Valldòria)	376	407063	4630016	n.d.	>200.000	n.d.
Torrent de Soldevila (passat Valldòria)	378	407063	4630016	n.d.	190000	n.d.
T. de Soldevila (incorporació Llobregat)	379	409667	4630004	n.d.	1420	n.d.
380- Entorn Botjosa i Vilafruns						
Escolament runam Vilafruns	380	406737	4633207	0,1	>200.000	7,2
Riera de Conagle aigües amunt	382	405205	4633538	5,0	1430	8,9
Riera de Conangle abans pont	384	406594	4632318	n.d.	4.120	8,6
Riera de Conangle sota carretera	386	406628	4632292	n.d.	4700	8,8
Escolament entorn Botjosa	388	408228	4629242	0,1	>200.000	7,1

*Riba dreta / n.d. = No determinat

Taula 6. Conductivitats aigües superficials: Zona Llobregat - Riu d'Or i La Sèquia. Hivern 2002- Primavera 2003.

PUNTS DE REFERÈNCIA	Punts de	Coordenades HTM		Cabal	Conduct.	pH
	mostreig	X	Y	L/s	uS/cm	
ZONA RIU LLOBREGAT						
390 - Entorn riu d'Or						
Casa Burgarolas(esquerra)	390	404331	4629443	n.d.	1935	8,2
Font-Casa Burgarolas(esquerra)	391	404406	4629323	n.d.	2980	7,2
Casa Burgarolas(dreta)	392	404282	4629191	n.d.	2130	8,2
Camí Casa Ridor	393	404272	4628577	n.d.	1.930	8,3
Sota Casa Pinyot	394	404629	4628481	n.d.	1900	8,3
Cal Lluçà	395	405092	4627269	8	16600	8,4
Santpedor -Sota pont, costat via	396	404906	4626265	n.d.	13200	n.d.
Poligon industrial Riu d'Or	397	404999	4626071	n.d.	14300	7,7
400 - La Sèquia de Manresa						
Inici de la Sèquia	400	406539	4634491	n.d.	n.d.	n.d.
La Sèquia, depuradora Balsareny	402	407069	4633671	n.d.	605	n.d.
La Sèquia, sota El Cogulló	404	408149	4629451	n.d.	580	n.d.
La Sèquia, Santpedor (Riu d'Or)	406	405182	4625725	n.d.	570	8
La Sèquia-Parc de l'Agulla	408	403989	4622781	n.d.	n.d.	n.d.

*Riba dreta / n.d. = No determinat

ANNEX 14.4 Publicacions

AFINIDAD

REVISTA DE QUÍMICA TEÓRICA Y APLICADA
EDITADA POR LA ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS E INGENIEROS
DEL INSTITUTO QUÍMICO DE SARRIÀ

ISSN 0001-9704

ROVIRA, M.; CASAS, J.M^a.; SOLER, A. "*Balance salino en la cuenca del río Llobregat*". *Afinidad*, 2006, núm. 526, p. 438-443.

AFINIDAD

REVISTA DE QUÍMICA TEÓRICA Y APLICADA
EDITADA POR LA ASOCIACIÓN DE QUÍMICOS E INGENIEROS
DEL INSTITUTO QUÍMICO DE SARRIÀ

Balance salino en la cuenca del río Llobregat

Rovira, M.¹; Casas, J.M.^{a 1*}; Soler, A.²

¹Universidad Politécnica de Cataluña, UPC. Barcelona

²Universidad de Barcelona. UB. Barcelona

*Dpto. Ingeniería Minera y Recursos Naturales, Universidad Politécnica de Catalunya,
Bases de Manresa 61-73, 08242 Manresa (Barcelona)

Saline balance in the basin of the Llobregat river

Balanç salí en la conca del riu Llobregat

Recibido: 1 de marzo de 2006; revisado: 26 de septiembre de 2006; aceptado: 4 de octubre de 2006

Balance salino en la cuenca del río Llobregat

Rovira, M.¹; Casas, J.M.^{a 1*}; Soler, A.²

¹Universidad Politécnica de Cataluña, UPC. Barcelona

²Universidad de Barcelona. UB. Barcelona

*Dpto. Ingeniería Minera y Recursos Naturales, Universidad Politécnica de Catalunya,
Bases de Manresa 61-73, 08242 Manresa (Barcelona)

Saline balance in the basin of the Llobregat river

Balanç salí en la conca del riu Llobregat

Recibido: 1 de marzo de 2006; revisado: 26 de septiembre de 2006; aceptado: 4 de octubre de 2006

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es destacar los efectos de la minería de potasa de la cuenca catalana en la calidad del agua del río Llobregat y la mejora obtenida en esta con la instalación de un colector de salmueras que recorre de norte a sur la zona de influencia.

La formación geológica salina de la comarca del Bages (Barcelona) y su explotación minera en los diferentes puntos de la cuenca del Llobregat, influyen decisivamente en la salinización del agua de los ríos Cardener y Llobregat.

En este trabajo se efectúa un seguimiento de las principales aportaciones de sales, especialmente cloruro sódico, en el entorno de las escombreras generadas por la minería en Cardona, Suria y Sallent, así como de las principales surgencias de agua salada que se presentan próximas a la cuenca del río. Se elabora un balance de salinidad y se compara la aportación al río con el volumen captado por el colector de salmueras que recorre las explotaciones mineras y vierte finalmente el agua saturada de sal al mar Mediterráneo.

Palabras clave: Salinidad. Cloruros. Colector de salmueras. Escombreras salinas y Río Llobregat.

SUMMARY

The aim of this work is to highlight the effect of the potash mining in the Catalan Basin on the water quality of the Llobregat River and the improvement of its quality by means of a brine collector which runs from the north to the south the area of influence.

The geological saline formation of Bages (Barcelona) and its mining exploitation in the different places along the Llobregat Basin, strongly influence the salinity of the water of both Cardener River and Llobregat River.

In this work, we do a research on the main contributions of salts, especially chloride sodium, in the surroundings

of the salt mine tailings generate by the mining of Cardona, Suria and Sallent. We are also going to study the main sources of salty water found near the river basin. We elaborate a salinity balance and we compare the amount of salt found in the river water with the amount of salt found in the water flowing along the brine collector, which finally throws the water saturated with salt to the Mediterranean Sea.

Key words: Salinity. Chloride. Brine collector. Salt mine tailings and Llobregat River.

RESUM

L'objectiu d'aquest treball destaca els efectes de la mineria de potassa de la conca catalana en la qualitat de l'aigua del riu Llobregat i la millora obtinguda en aquesta amb la instal·lació d'un colector de salmorres que recorre de nord a sud la zona d'influència.

La formació geològica salina de la comarca del Bages (Barcelona) i la seva explotació minera dels diferents punts de la conca del Llobregat, influeixen en la salinització de l'aigua dels rius Cardener i Llobregat.

En aquest treball es fa un seguiment de les principals aportacions de sals, especialment clorur sòdic, en l'entorn dels runams generats per la mineria a Cardona, Súria i Sallent, així com de les principals surgències d'aigua salada que es presenten pròximes a la conca del riu. S'elabora un balanç de salinitat i es compara l'aportació del riu amb el volum captat pel colector de salmorres que recorre les explotacions mineres i aboca finalment l'aigua saturada de sal al mar Mediterrani.

Mots clau: Salinitat. Col·lector de salmorres. Runams salins i Riu Llobregat.

*E-mail: casas@emrn.upc.edu

INTRODUCCIÓN

La explotación de las minas de potasa de la comarca del Bages (Barcelona) desde principios del siglo XX, ha incidido notablemente en la calidad del agua de los ríos Cardener y Llobregat.

En las primeras décadas de explotación, el residuo salino quedaba en el interior de las galerías en desuso y a partir de la década de los sesenta se empieza a verter en el entorno de las minas, comportando la aparición de montañas artificiales de residuos procedentes de la explotación de las sales, llamadas *escombreras salinas* o «*runams*». En cada una de las explotaciones mineras de la zona (Cardona, Suria y Sallent) existe alguna de estas escombreras.

Desde la formación de las escombreras, la salinidad del agua de los ríos Cardener y Llobregat, así como también las fuentes y pozos de las cercanías de las zonas mineras, fue aumentando por lo que se proyectó un *Colector de Salmueras* que se puso en funcionamiento a principios del año 1990.

Aunque el colector ha supuesto una gran mejora, la problemática de la salinidad en la cuenca del río Llobregat no ha quedado totalmente solucionada ya que se encuentran tramos del mismo en que las concentraciones en cloruros están muy por encima de los valores permitidos. Este hecho pone de manifiesto que aun quedan muchas escombreras salinas que no son captadas por el colector y vierten directamente a rieras de la zona y que finalmente tributan al Llobregat.

A fin de cuantificar y precisar la magnitud de las diferentes aportaciones salinas que recibe el río Llobregat, se ha llevado a cabo este trabajo de investigación realizado durante los años 2003-04 y que ha abarcado las tres zonas de minería potásica más significativas: Cardona, Suria y Sallent. Se ha realizado un seguimiento exhaustivo de los puntos de vertido de sales (especialmente cloruro sódico) a los ríos Cardener y Llobregat, así como también a rieras, surgencias y fuentes del entorno de las escombreras salinas o runams.

Finalmente, se ha elaborado un balance de aportaciones salinas con el fin de cuantificar el peso en sal (cloruro de sodio) que se vierte a través del colector al mar Mediterráneo y el que fluye al mismo tiempo por el río Llobregat.

CARACTERIZACIÓN DEL COLECTOR DE SALMUERAS

El colector con un recorrido total de unos 130 km, inicia la aportación de Cardona en la zona conocida como «*Rierol Salat*» y la de Balsareny en la riera de Conangle. Además se vierten al colector las escombreras de las factorías de las escombreras y las aguas residuales de las factorías de las minas de potasa de Cardona, Suria, Balsareny y Sallent que son transportadas, sin tratamiento, directamente al mar. Figura 1.

La construcción del colector se realizó entre los años 1983 y 1989, y a principios de 1990 entra en servicio. Consta de dos conducciones situadas a lo largo de las cuencas de los ríos Cardener y Llobregat. La conducción de la cuenca del río Cardener tiene una longitud de 38 km y capta las salmueras de Cardona y Suria, mientras que la conducción de la cuenca del río Llobregat tiene una longitud de 23 km y capta las salmueras de Balsareny y Sallent. Las dos conducciones confluyen en Castellgalí en una única tubería que las transporta hasta Sant Boi de Llobregat. Desde el año 2004, las salmueras llegan de Sant Boi de Llobregat a la EDAR del Prat de Llobregat donde son transportadas y bombeadas al mar por un emisario submarino de unos 3km de longitud.

ZONA DE ESTUDIO

El río Cardener, principal afluente del río Llobregat, nace a 1050 m de altura cerca de la Coma (Lérida). Tiene una longitud de 89 km y su cuenca hidrográfica abarca una extensión de 1500 km². En su tramo alto se encuentra

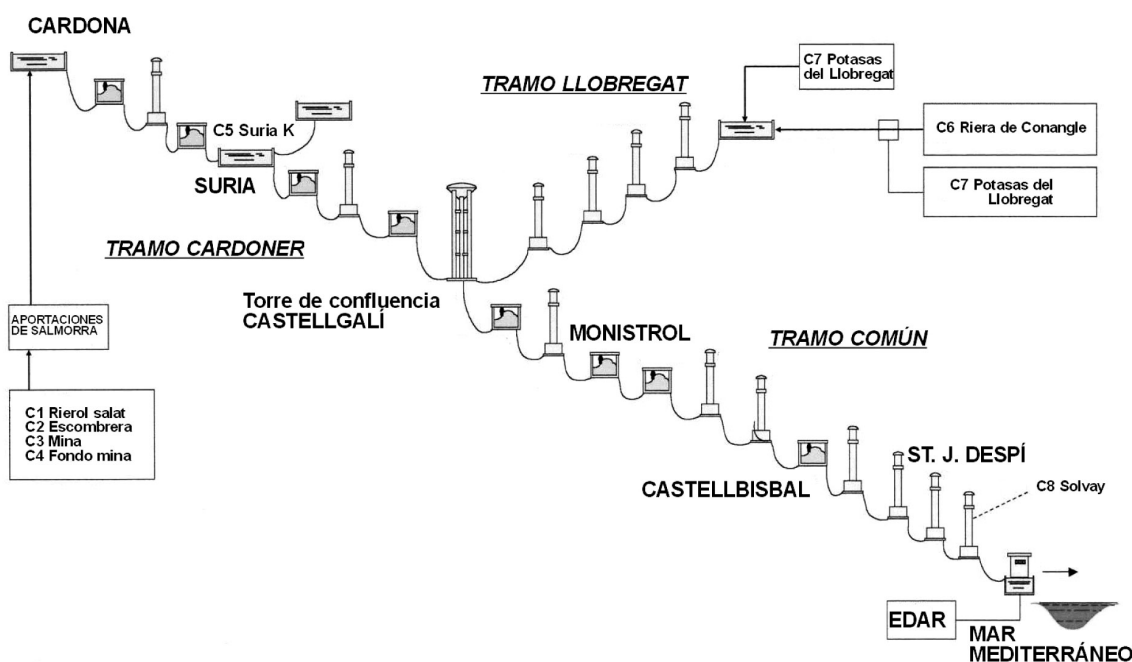


Figura 1. Esquema del colector de salmueras. (AGBAR y elaboración propia).

el embalse del la Llosa del Cavall con una capacidad de 80 hm³ y el de Sant Pons con una capacidad de 25 hm³. En su tramo medio encontramos la explotación de las minas de potasa de Cardona que culminaron su actividad en 1990 y las Suria que continúan en explotación. Después de su paso por la ciudad de Manresa el río Cardener confluye con el río Llobregat en Castellgalí.

Por su parte, el río Llobregat nace a 1295 m de altura en Castellar de N'Hug (Pirineo Catalán) y desemboca directamente en el mar Mediterráneo, a unos 5 km al sur de Barcelona. Está orientado de norte a sur (excepto el tramo de la Pobla de Lillet a Guardiola de Berguedá que transcurre de este a oeste) y su cuenca hidrográfica abarca una extensión de 5110 km². Sus principales afluentes son el río Cardener que confluye en Castellgalí y el río Anoia en Martorell. En su tramo alto se halla el embalse de la Baells con una capacidad de 115 millones de m³ que abastece a unos 3 millones de habitantes del área metropolitana de Barcelona. En su recorrido de 115 km se pueden encontrar zonas agrícolas, industriales y mineras que influyen directamente en la calidad de las aguas del río. En su tramo medio, encontramos las minas de potasa de Balsareny

y Sallent a las cuales se atribuye una parte de la salinidad del río Llobregat.

La zona estudiada comprende:

- El río Cardener desde Cardona hasta Castellgalí, en donde se incluyen también las aportaciones de rieras y torrentes del entorno, juntamente con las escorrentías que puedan proceder de las escombreras salinas de las factorías mineras de Cardona y Suria.
- El río Llobregat desde Balsareny hasta Castellbell i Vilar, en donde se incluyen las aportaciones de rieras y torrentes del entorno del río, juntamente con las escorrentías que puedan proceder de las escombreras salinas de las minas de Sallent. Así mismo, se consideran las aportaciones de sus dos principales tributarios el río Cardener en Castellgalí y el río Anoia en Martorell, para obtener la evolución global de todas las aportaciones de sal influyentes.

Se han elegido doce puntos de muestreo en la zona del río Cardener y quince en la zona correspondiente al río Llobregat, como se representa en la figura nº 2.

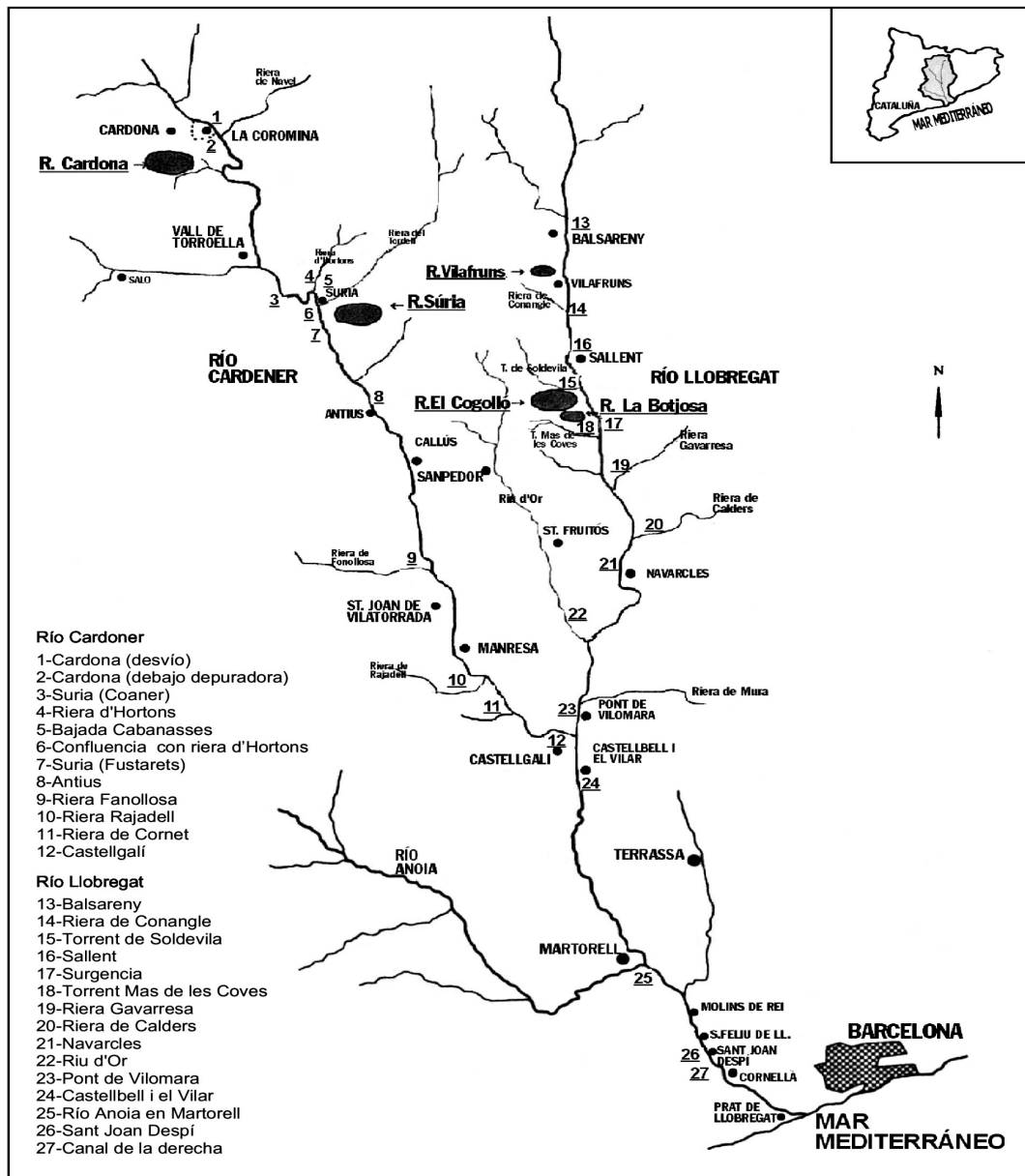


Figura 2. Puntos de muestreo de la zona en estudio.

TABLA I
Parámetros determinados «in situ» y evaluación peso sales.

PUNTOS DE MUESTREO	Campaña 2003				Campaña 2004			
	Caudal L/s	Conduc. µS/cm	Cl mg/L	NaCl kg/día	Caudal L/s	Conduc. µS/cm	Cl mg/L	NaCl kg/día
Río Cardener								
1 - Cardona, desvío	2.500	560	31	11.016	2500	641	38	13.392
2 - Cardona, bajo depuradora	33	13500	5.728	26.930	19	11.940	3454	9.447
3 - Suria-Coaner	1.615	852	128	29.303	825	887	87	10.180
4 - Riera d'Hortons	27	6920	5.792	22.278	6	9.250	2476	1.975
5 - Bajada de Cabanasses	0,05	>200000	212.700	1.515	0	0	0	0
6 - Incorporación riera d'Hortons	2.000	932	309	8.810	144	1.070	176	3.607
7 - Fusterets	2.514	2830	559	200.267	2600	2.550	533	197.510
8 - Antius	3.334	1722	397	188.390	3080	2.250	465	172.305
9 - Riera Fals	113	1600	113	1.826	76	1.811	111	1.202
10 - Riera Rajadell	1.030	1080	60	8.810	168	1.615	120	2.881
11 - Riera de Cornet	249	700	347	12.327	56	1.135	98	781
12 - Castellgali	3.542	1280	385	194.328	3600	1389	465	238.567
Río Llobregat								
13 - Balsareny	6.800	700	38	30.922	4280	808	46	27.682
14 - Riera de Conangle	4,3	28900	4.800	2.940	3	17.500	4969	2.124
15 - Torrente de Soldevila	104	850	117	1.725	36	1.050	140	709
16 - Sallent	6.800	1121	125	121.029	4280	1.200	198	120.734
17 - Surgencia	0,25	97000	35.096	1.250	0,1	103.000	33771	481
18 - Torrente Mas de les Covas	5	16400	3.708	2.642	2	23.000	6780	2.173
19 - Riera Gavarresa	536	1970	610	46.512	920	1.949	315	41.254
20 - Riera de Calders	488	730	29	2.024	318	793	32	1.457
21 - Navarcles	7.200	1100	191	195.333	7550	1.280	172	184.606
22 - Riu d'Or	105	2900	2.911	43.545	56	20.000	5529	44.096
23 - Pont de Vilomara	8300	1200	225	265.700	8700	1.390	200	248.054
24 - Castellbell i El Vilar	10.533	1274	272	408.613	10940	1228	300	468.298
25 - Río Anoia en Martorell	500	3020	445	31.700	500	2508	425	30.240
26 - Sant Joan Despí	8.960	1005	275	351.461	9650	975	341	663.891
27 - Canal de la derecha	1.500	1005	275	58.838	1500	975	275	58.838
28 - Río Llobregat al mar Mediterráneo				410.300				722.729

METODOLOGÍA ANALÍTICA

El trabajo experimental se inicia con la toma de muestras en los puntos seleccionados. Se recoge el agua en recipientes de plástico previamente lavados con ácido nítrico diluido y enjuagados con agua destilada. Las muestras recogidas se conservan en frigorífico a una temperatura de 4 °C. «In situ» se determina el pH, la conductividad y el caudal y, en el laboratorio se toma el volumen de agua necesario para el análisis de cloruros y se filtra a través de una membrana de 0,45 µm de porosidad.

Para la determinación de los cloruros se emplean técnicas volumétricas. El método se fundamenta en la precipitación de los iones cloruro por adición de una solución valorada de nitrato de plata utilizando como indicador el cromato de potasio. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla nº I.

BALANCE DE SALINIDAD Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de análisis propios y de datos facilitados por la Agencia Catalana del Agua (ACA) y Aguas de Barcelona (AGBAR) se ha realizado un balance de sales en la cuen-

ca del Llobregat desde Balsareny hasta su tributación al mar Mediterráneo. Se ha evaluado a partir del caudal y la concentración de cloruros, su equivalencia en peso de sal (NaCl). En la figura nº 3 se presenta una gráfica de la evolución del contenido de sal a lo largo del río Cardener y Llobregat y la aportación final al mar Mediterráneo.

A fin de segregar el contenido salino total en la cuenca del río Llobregat, se ha evaluado el total de sales promedio que fluye por algunos tramos del colector de salmueras tabla II cuyos puntos de referencia se han indicado en la figura nº 1. Los resultados obtenidos muestran que el balance total de sal común (NaCl), promedio de los años 2003-2004, al río Llobregat es de unas 2417 Tm NaCl/día; de ellas 1850,5 Tm NaCl/día fluyen a través del colector de salmueras y 566,5 Tm NaCl/día, aproximadamente, por el río Llobregat. Por tanto, la proporción de sal que fluye por el río representa aproximadamente el 23% del total y el resto se vierte al mar a través del colector de salmueras.

A modo de comparación se han tomado algunos valores promedio de la concentración en cloruros de otros ríos de la cuenca mediterránea como son el río Ebro y Ródano. Tabla nº III. Con los datos disponibles se observa que los ríos Cardener y Llobregat con un caudal muy inferior al de los ríos Ebro y Ródano tienen, en cambio, un contenido en cloruros muy superior. Si se evaluara la salinidad total, expresa-

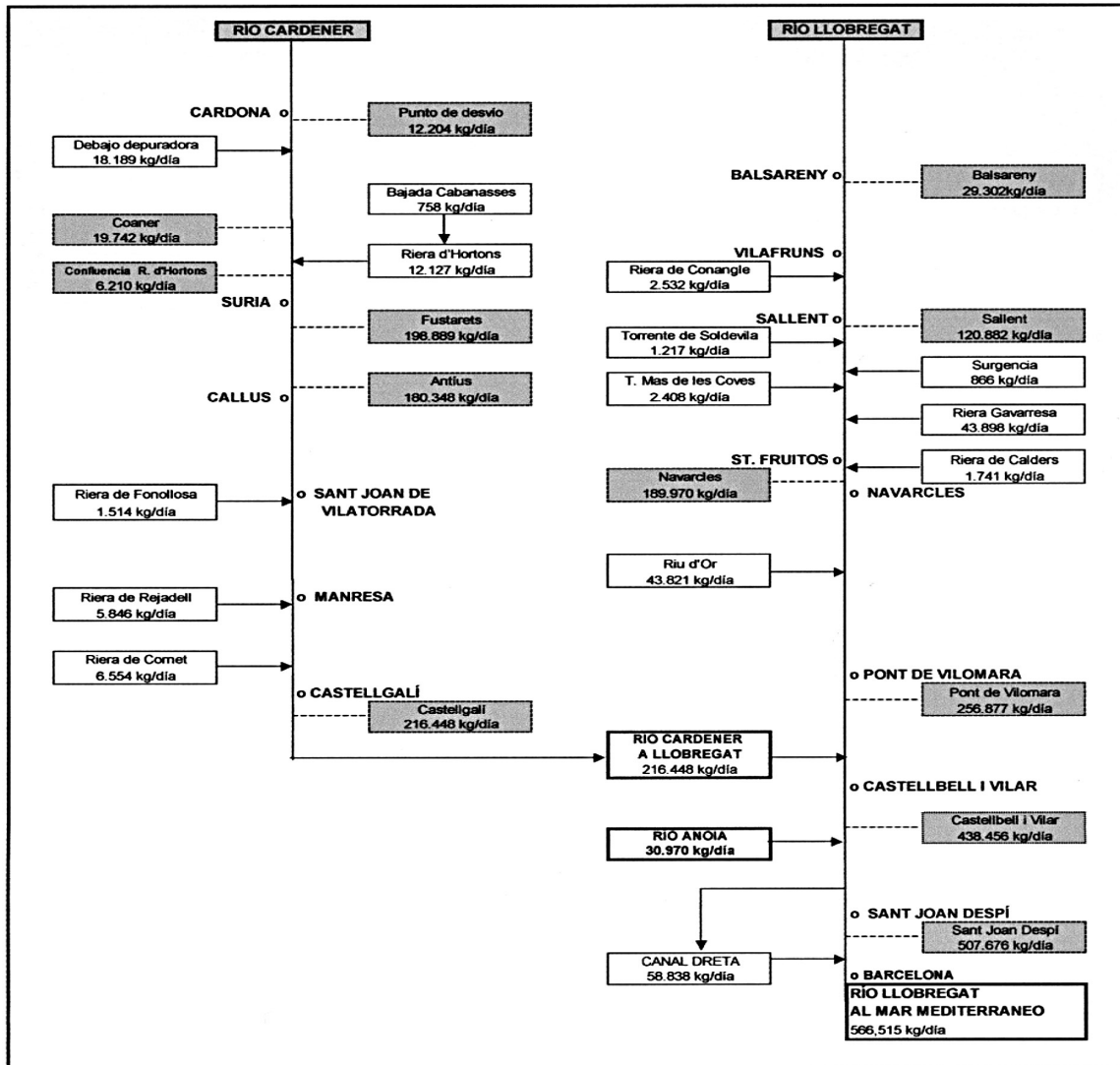


Figura 3. Balance promedio de sales (2003-2004) a los ríos Cardener y Llobregat y al mar Mediterráneo.

da como conductividad, los valores entre los ríos Llobregat-Cardener y Ebro serían más similares, debido a que mientras los primeros deben su alta salinidad a los cloruros, en el río Ebro se atribuye al elevado contenido en sulfatos.

CONCLUSIONES

1. La concentración de cloruros en la cuenca del río Llobregat es alta superando la concentración límite de 250mg Cl/L (Real Decreto 140/2003) como promedio anual en Sant Joan Despí.
2. La concentración en cloruros, tanto del río Cardener como del Llobregat, muestra un incremento considerable pasadas las zonas mineras (Cardona, Suria y Sallent) a pesar del desguace que representa el colector de salmueras en funcionamiento. El promedio de sales obtenido en estos dos años de estudio, refleja que aproximadamente el colector de salmueras aporta un 77% de sales de la cuenca al mar mientras que por el río Llobregat se concentran el 23% restante.

TABLA II

Aportación salina del colector de salmuera al mar. (Datos facilitados por AGBAR).

Puntos de aportación al colector	Campaña 2003 NaCl kg/día	Campaña 2004 NaCl kg/día	Promedio 2003-04 NaCl kg/día
Cuenca del río Cardener			
C1-Rierol salat (Cardona)	78	29,2	53,6
C2-Escombrera en activo (Cardona)	11	10,3	10,7
C3-Minas de Cardona	170,5	195,7	183,1
C4-Fondo mina (Cardona)	277,5	333,0	305,3
C5-Suria K	738,5	809,0	552,5
Cuenca del río Llobregat			
C6-Riera de Conangle	15,5	13,0	14,3
C7-Potasas del Llobregat	558,0	600,0	579,0
C8-Solvay	105,6	126,8	116,2
C9-Sant Joan Despí	1771,0	1930,0	1850,5

TABLA III
Comparación del contenido en cloruros de algunos ríos mediterráneos.

Puntos de análisis	Caudal (m ³ /s)	Cl (mg/L)	NaCl Tm/día
Río Cardener Suria	4,4	426,0	593
Río Llobregat Castellbell i el Vilar	18,2	229,0	593
Sant Joan Despí	17,7	257,0	648
Río Ebro Flix	467,6	116,0	7.728
Tortosa	472,8	113,5	7.643
Río Ródano Lyon	495,0	17,0	1198
St. Vallier	998,0	20,4	2.897

3. La mayor aportación de sal que recibe el río Llobregat procede de su tributario el río Cardener, como reflejan los resultados obtenidos antes y después de su confluencia en Castellgalí. Otra aportación significativa al río Llobregat proviene de la zona minera de Sallent.

AGRADECIMIENTO

El proyecto del «Balance de sales en la cuenca del río Llobregat» ha estado financiado por la Agencia Catalana del Agua (ACA)

BIBLIOGRAFÍA

- ⁽¹⁾. APHA - AWWA - WPCF: «Métodos Normalizados para el análisis de las aguas potables y residuales». Díaz de Santos. 1992
- ⁽²⁾. Alabern Valentí, J.: «Obres insignes en els nostres rius». *Dovella*, pàg 11-15 núm. Tardor 2001.
- ⁽³⁾. Badia Guitart, J.: «La salinització de la conca del Cardener-Llobregat al Bages». *Butlletí de la Institució Catalana de la Història Natural*, n. 69, pàg. 127-138. 2001.

⁽⁴⁾. Casas Sabata, J. M^a; Puig Cobo, M. J.: «Reducción de la salinidad y otros parámetros fisicoquímicos en el río Llobregat». *Tecnología del agua*, 140. Julio, 1995.

⁽⁵⁾. Casas Sabata, J. M^a; Puig Cobo, M. J.: «Reducción de la salinidad y otros parámetros fisicoquímicos en el río Cardener». *Tecnología del agua*, 139. Junio, 1995.

⁽⁶⁾. Casas Sabata, J. M^a; Rosas, H.; Lao, C.: «Salinitat i contaminació en la conca del Llobregat: rius Llobregat, Cardener i Anoia». *Dovella*, pàg. 27-32. Tardor 2001.

⁽⁷⁾. Martín Alonso, J.: «Mejora del suministro de agua a Barcelona: el colector de salmueras del río Llobregat». AGBAR.1994.

⁽⁸⁾. Rovira Fernández, M.; Casas Sabata, J. M^a: «Otra minería y sus efectos: la potasa». *V Congreso Internacional. Patrimonio Geológico y Minero*. 2004.

⁽⁹⁾. AGBAR. «Colección publicaciones y documentos». Aigües de Barcelona. Barcelona. 1993-2003.

⁽¹⁰⁾. Real Decreto 140/2003: Por el que se establecen los criterios sanitarios de calidad del agua de consumo humano. BOE nº 45, 02/02/2003.

⁽¹¹⁾. Directiva 2000/60/CE: Directiva Marco sobre política del agua.

Patrimonio geológico minero: su caracterización y puesta en valor

PUBLICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO DE ESPAÑA

Serie: CUADERNOS DEL MUSEO GEOMINERO. Nº 6

Madrid 2006

ISBN 84-7840-636-0

ROVIRA, M.; CASAS, J.M^a. “ *Otra minería y sus efectos: la potasa*”. Patrimonio geológico minero: su caracterización y puesta en valor. Cuadernos del Museo Geominero. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, 2006 núm. 6. p. 433-438.

OTRA MINERÍA Y SUS EFECTOS: LA POTASA

María Rovira Fernández y Josep M. Casas Sabata

Dep. d' Enginyeria Minera i Recursos Naturals, Universitat Politècnica de Catalunya,
Av. Bases de Manresa 61-73, 08240 Manresa (Barcelona).
mrovir17@pie.xtec.es, casas@emrn.upc.es

LA POTASA Y LAS ESCOMBRERAS SALINAS

En Cataluña, las rocas evaporíticas son actualmente las mineralizaciones en explotación más importantes, extrayéndose por minería subterránea los materiales salinos de la formación Cardona. Poblaciones como Balsareny, Cardona, Sallent y Súria han visto modificado su paisaje con el paso del tiempo como consecuencia de esta minería.

La explotación subterránea de la minería potásica se inició en el año 1926 en Súria, en 1930 en Cardona (explotación cerrada el año 1990), en 1932 en Sallent y en 1948 en Balsareny. En las primeras décadas de explotación el residuo salino quedaba en el interior de las galerías en desuso. A partir de la década de los 60, se empieza a verter al lado de las minas formando escombreras salinas.

En cada explotación minera se pueden encontrar una o dos escombreras:

- Balsareny tiene una escombrera salina en desuso en la colonia minera de Vilaforns. Su apariencia externa es notablemente diferente al resto de las escombreras de la comarca ya que presenta un aspecto terroso. Ocupa una superficie aproximada de 6 Ha, tiene un volumen aproximado de 1,7 millones de m³ y aproximadamente 3 millones de toneladas de residuo acumulado.
- Cardona tiene dos escombreras. En la actualidad la empresa Ercros está explotando una de ellas aprovechando sus componentes sódicos, por lo que se ha reducido estauración su estaur. Se prevé completar esta estauración en dos años.
- Sallent tiene dos escombreras: la de la *Botjosa* en desuso, que ocupa una superficie aproximada de 13,5 Ha, con un volumen aproximado de 2,3 millones de m³ y aproximadamente 4 millones de toneladas de residuos acumulados. Y la del *Cogolló* (escombrera en activo), que ocupa una superficie aproximada de 31 Ha, con un volumen aproximado de 17 millones de m³ y unos 30 millones de toneladas de residuos acumulados. Diariamente se aportan a la escombrera unas 9.000 toneladas de residuo, por tanto, es un depósito en constante aumento.
- Súria tiene dos escombreras. La de *Cabanasses*, en desuso, que ocupa una superficie aproximada de una hectárea. Y la actual escombrera salina de la explotación minera, que ocupa una superficie aproximada de 26,3 Ha, tiene un volumen aproximado de 12 millones de m³ y una masa de residuo



Figura 1. Escombrera en desuso de Cardona.

acumulado de aproximadamente 20 millones de toneladas. Diariamente se aportan a la escombrera 5000 toneladas de residuo aproximadamente, por lo que es un depósito en constante aumento.

La composición media de las escombreras (Fig. 2) puede variar de unas a otras pero, en términos generales, contienen cloruro sódico, cloruro potásico, restos de tierra y arcilla, y agua. Estas sales se disuelven fácilmente con el agua de la lluvia y pueden discurrir llegando a ríos de la zona y también pueden filtrarse con facilidad causando la salinidad de las aguas subterráneas.

COMPOSICIÓN MEDIA DE LAS ESCOMBRERAS SALINAS

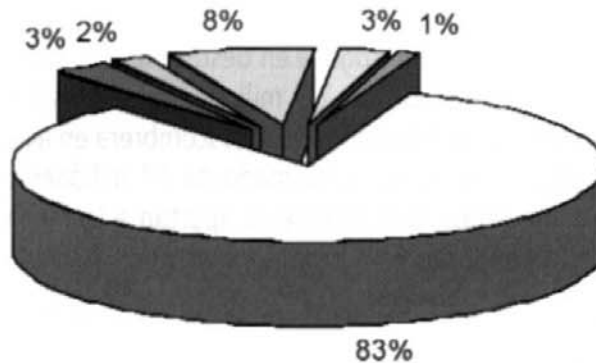


Figura 2. Composición media de las escombreras salinas.

EL COLECTOR DE SALMUERAS

Desde la formación de las escombreras en Cataluña Central, el agua de los ríos Cardoner y Llobregat así como también las fuentes y pozos de la zona han ido aumentando su contenido en sales. Por este motivo, se proyecta la construcción del Colector de Salmueras (Fig. 3) que tendrá como finalidad recoger el agua con exceso en cloruros procedentes del "rierol Salat" (Cardona), riera de Conangle (Balsareny), de las escorrentías de las escombreras y las aguas residuales de las factorías de las minas de potasa de Cardona, Súrria, Balsareny y Sallent y, transportarlas sin previo tratamiento directamente al mar

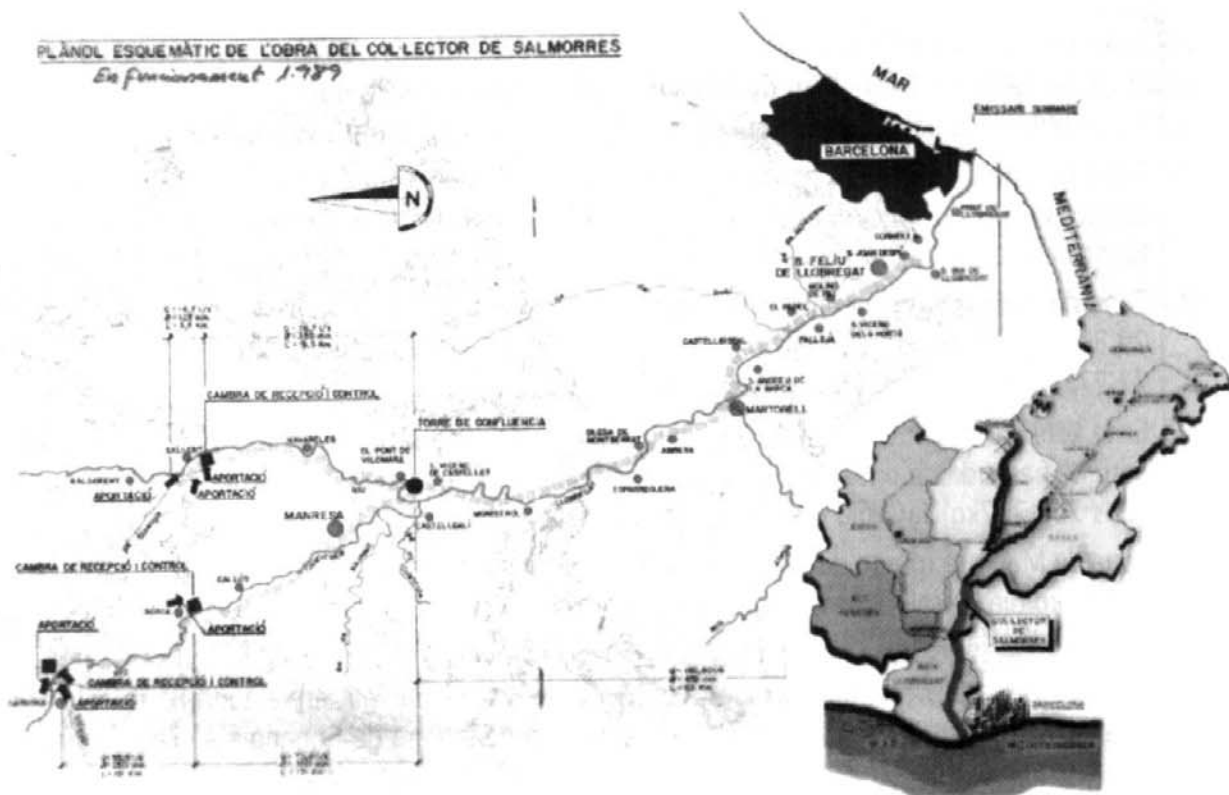


Figura 3. Trazado del colector de salmueras.

La construcción del colector se realiza entre los años 1983 y 1989, año en que entra en servicio. Consta de dos conducciones situadas a lo largo de las cuencas de los ríos Cardoner y Llobregat. La conducción de la cuenca del río Cardoner tiene una longitud de 38 km y capta las salmueras de Cardona y Súrria. La conducción de la cuenca del río Llobregat tiene una longitud de 23 km y capta las de Balsareny y Sallent. Las dos conducciones confluyen en Castellgalí en una única tubería que las transporta hasta Sant Boi de Llobregat y de Sant Boi hasta la depuradora del Prat de Llobregat, donde son vertidas al mar; en total unos 120 km de colector.

La puesta en marcha del Colector de Salmueras mejora la calidad del agua de los ríos Cardoner y Llobregat bajando los niveles de cloruros de valores superiores a los 900 mg/L Cl⁻ a una media de 350 mg/L Cl⁻. Los valores son aún superiores a los permitidos para aguas superficiales destinadas a la potabilización (200mg/L Directiva 75/440/CEE).

La problemática de la salinidad en la cuenca del río Llobregat no está solucionada, ya que es posible encontrar puntos en que las concentraciones en cloruros están muy por encima de los valores permitidos. Este hecho pone de manifiesto que aun quedan muchas escorrentías salinas que no son captadas por el colector y vierten directamente en los ríos y rieras de la zona.

BALANCE DE CLORUROS

Teniendo en cuenta esta problemática se ha realizado un balance de cloruros en los ríos Cardoner y Llobregat. Se ha estudiado la cantidad de cloruros que llevan diariamente ambos ríos y la cantidad que lleva el colector. La zona estudiada comprende: el río Cardoner desde Cardona hasta Castellgalí y el río Llobregat desde Balsareny hasta Pont de Vilomara y de Pont de Vilomara hasta el mar (Fig. 4).

Los datos obtenidos por análisis propios y facilitados por ACA y AGBAR son los siguientes:

1. Zona de Cardona (puntos de muestreo 1,2). El río Cardoner en Cardona aporta en el punto de desvío unos 11.016 kg/día de sal, expresado en forma de NaCl. Debajo de la depuradora y la fábrica de La Coromina, con poco caudal hay una aportación diaria de unos 26.930 kg NaCl.
2. Zona de Súria (puntos de muestreo 3,4,5 y 6). En la entrada de Súria el río Cardoner aporta unos 29.303 kg/día de sal. La riera d'Hortons, que incluye la bajada de "Cabanasses", aporta unos 22.278 kg NaCl/día.

En la zona del "Pla de Reguant" hay un incremento muy acusado de sal, aparentemente de origen natural, pasando de unos 88.126kg NaCl/día en el Cardoner confluencia con la Riera d'Hortons a unos 200.267kg NaCl/día en la zona de Fustarets.

3. Zona de Manresa (punto de muestreo 7). Antes de llegar a Manresa, el río Cardoner lleva en Antius 29390 kg/día de sal. El río Cardoner en Castellgalí, en su incorporación al río Llobregat, lleva unos 194.314 kg NaCl/día.
4. Zona de Balsareny (puntos de muestreo 12 y 13). El río Llobregat en la zona Balsareny, bajo el castillo, lleva unos 30.922 kg NaCl/día. La inclusión de la riera de Conangle a Vilafruns hace una aportación de unos 2.940 kg NaCl/día.
5. Zona de Sallent (puntos de muestreo 14, 15, 16, 17 y 18). Bajo la cinta transportadora de Sallent, el río Llobregat aporta unos 121.029 kg NaCl/día. El torrente de Soldevila y de Màs de les Coves, por el margen derecho del río Llobregat, aportan poca salinidad (4.367 kg NaCl/día) conjuntamente. Más acusada es la aportación de la riera la Gavarresa por el margen izquierdo del río con unos 46.542 kg NaCl/día.
6. Zona de Navarcles y Pont de Vilomara (puntos de muestreo 21 y 22). En la entrada de Navarcles el río Llobregat lleva una carga salina de unos 195.333 kg NaCl/día. El río d'Or incrementa en unos 43.545 kg NaCl/día la aportación al río Llobregat. En Pont de Vilomara el río Llobregat tiene una salinidad equivalente en unos 265.700 kg NaCl/día.
7. De Castellgalí a Sant Joan Despí. En la confluencia de los ríos Cardoner y Llobregat en Castellgalí la aportación de cada uno es de 194.314 kg NaCl/día el río Cardoner y de unos 265.700 kg NaCl/día el río Llobregat. Al paso por Castellbell y El Vilar la aportación en sal es de unos 408.613 kg NaCl/día. En Sant Joan Despí, depuradora de Aguas de Barcelona, el río Llobregat lleva unos 351.461 kg NaCl/día. Hemos de tener en cuenta la parte de agua desviada por el canal de la derecha (1.500 L/s), que suponen unos 58.838 kg/día de sal.

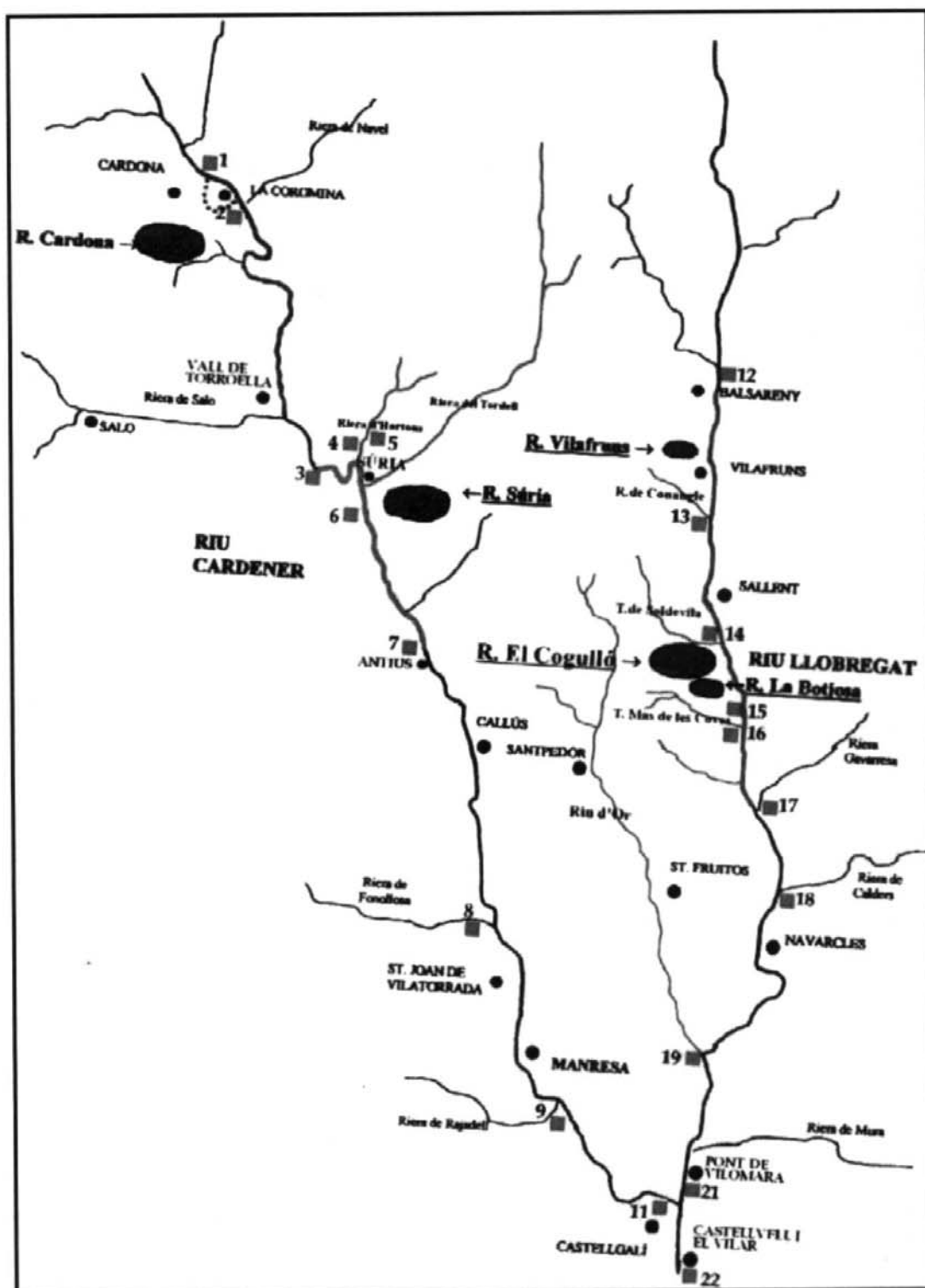


Figura 4. Zona de muestreo.

Por tanto, se puede concluir que el río Llobregat aporta diariamente al mar un contenido salino aproximado a las 400 toneladas expresado como NaCl.

Analicemos ahora la aportación del colector al mar: en Cardona se vierten al colector unas 78 t NaCl/día del "rierol Salat", de la escombrera en activo unas 11 t NaCl/día y unas 170,5 t NaCl/día de minas de Cardona; en Súria unas 738,5 t NaCl/día de Súria K; en Balsareny unas 15,5 t NaCl/día de la

riera de Conangle; y en Sallent unas 558 t NaCl/día de Potasas del Llobregat. El colector en Sant Joan Despí lleva un contenido en sal de unas 1.771 t NaCl/día que vierte al mar.

Como puede observarse por los datos dados, el colector vierte diariamente al mar unas 1.771 t de cloruro sódico aproximadamente, y el río Llobregat vierte unas 400 t de cloruro sódico cada día, por tanto el río Llobregat aun aporta un 20% del contenido total en sales que llegan al mar.

Para intentar solucionar el problema se está pensando en modificar y desdoblar algunos tramos del colector de salmueras: de Cardona a Súria es contempla desdoblar la tubería cuando se haya inspeccionado el estado de la actual ya que contiene muchísimas incrustaciones que disminuyen su efectividad en un 30%; en los tramos de Súria a Castellgalí y de Sallent a Castellgalí se modificará la tubería ya existente; del tramo de Castellgalí a Sant Boi se desdoblará de Castellgalí a Castellbell y del Papiol a Sant Just Despí; en el resto del colector se ampliará el diámetro de la tubería para poder llevar un mayor caudal.

CONCLUSIONES

Poblaciones de la Cataluña Central han visto modificado con el paso de los años su paisaje por la presencia de escombreras salinas, que han incidido de manera directa en el entorno y en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la zona. Se han buscado soluciones para disminuir la salinidad ocasionada en las aguas con la construcción de un colector de salmueras, pero aún se observa cómo los contenidos en sales de los ríos de la zona (Llobregat y Cardoner) son notables, por lo que aún no están controladas todas las escorrentías que provienen de las escombreras y que van a parar de manera directa o indirecta a ambos ríos.

BIBLIOGRAFÍA

- APHA – AWWA – WPCF, 1992. *Métodos normalizados para el análisis de las aguas potables y residuales*. Díaz de Santos, Madrid.
- Abadal, J. 1986. La potassa al Bages. *Dovella*, 19, 23-30.
- Alabern Valentí, J. 2001. Obres insignes en els nostres rius. *Dovella*, 15, 11-15.
- Badia Guitart, J. 2001. La salinització de la conca del Cardener-Llobregat al Bages. *Butlletí de la Institució Catalana de la Història Natural*, 69, 127-138.
- Badia Guitart, J. 2001. Els runams salins del Bages. *2º Simposio Interfronterizo sobre Patrimonio Natural*, Vilanova de Meià, 87-94.
- Casas Sabata, J.M. y Puig Cobo, M.J. 1995. Reducción de la salinidad y otros parámetros fisicoquímicos en el río Cardoner. *Tecnología del agua*, 139.
- Casas Sabata, J.M. y Puig Cobo, M.J. 1995. Reducción de la salinidad y otros parámetros fisicoquímicos en el río Llobregat. *Tecnología del agua*, 140.
- Casas Sabata, J.M.; Rosas, H. y Lao, C. 2001. Salinitat i contaminació en la conca del Llobregat: rius Llobregat, Cardener i Anoia. *Dovella*, 27-32.
- Escriu Paradell, J. 1985. El col·lector de salmorres de la conca del Llobregat. *Dovella*, 16.
- Martín Alonso, J. 1994. *Mejora del suministro de agua a Barcelona: el colector de salmueras del río Llobregat*. AGBAR.

EXPOQUIMIA

2005

1. ROVIRA, M.; CASAS, J.M^a. *“Salinidad y metales pesados en el entorno de las minas de potasa de la cuenca del río Llobregat”*. Comunicación en póster. 11^{as} Jornadas de Análisis Instrumental. Expoquimia. 2005.
2. ROVIRA, M.; CASAS, J.M^a. *“Balance de sales en la cuenca del río Llobregat”*. Comunicación en póster. 11^{as} Jornadas de Análisis Instrumental. Expoquimia. 2005.

Balance de sales en la cuenca del río Llobregat



(1) Rovira Fernández, M.; Casas Sabata, J.M.
 (1) Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Catalunya
 Avda. Bases de Manresa, 61-73, 08240-Manresa, Catalunya, España
 Tel. +34938777228. Fax. +34938777202.
 mrovir17@xtec.net casas@emrn.upc.es

INTRODUCCIÓN

La construcción del colector de salmuera de la cuenca del río Llobregat ha supuesto una gran mejora en la calidad del agua de la zona y del suministro a Barcelona. Se puso en marcha a principios del año 1990 vertiendo un caudal de unos 150 l/s de salmuera al mar Mediterráneo.

El colector consta de dos conducciones, una de ellas transcurre por la zona del río Cardener con una longitud de 38 km y capta las salmueras residuales de escorrentía y de la minería de Cardona y Súria. La conducción de la zona del río Llobregat tiene una longitud de 23 km y capta las de Balsareny y Sallent. Ambas conducciones confluyen en Castellgalí en una única tubería de 130 km de longitud que transporta el líquido concentrado hasta Sant Boi de Llobregat y finalmente es transportado y bombeado por un emisario submarino de unos 3 km de longitud al mar.

En el trabajo de investigación se ha realizado un balance del peso de sal que se vierte a través del colector y de la proporción que aún fluye a través del río Llobregat. Se han elegido 12 puntos de control en la zona del río Cardener y 15 controles en la zona correspondiente al río Llobregat. Estas aportaciones suponen escorrentías del entorno de las montañas de escombreras (runams) y también de rieras y tramos de los propios ríos Cardener y Llobregat.

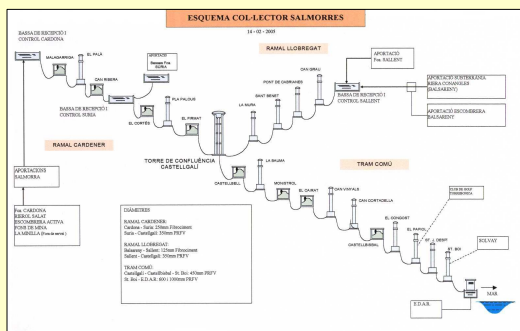
• La comparación de los datos de las campañas de ensayo realizadas durante los años 2003 y 2004 ha dado los siguientes resultados resumidos:

Los ensayos del año 2003 reflejan un balance total de sales al río Llobregat de unas 2.180 Tm NaCl/día, de ellas 1.771 Tm NaCl/día pasan a través del colector y 410 Tm NaCl/día fluyen por el río Llobregat. La proporción de sal a través del colector es, por tanto, del 81 % aproximadamente.

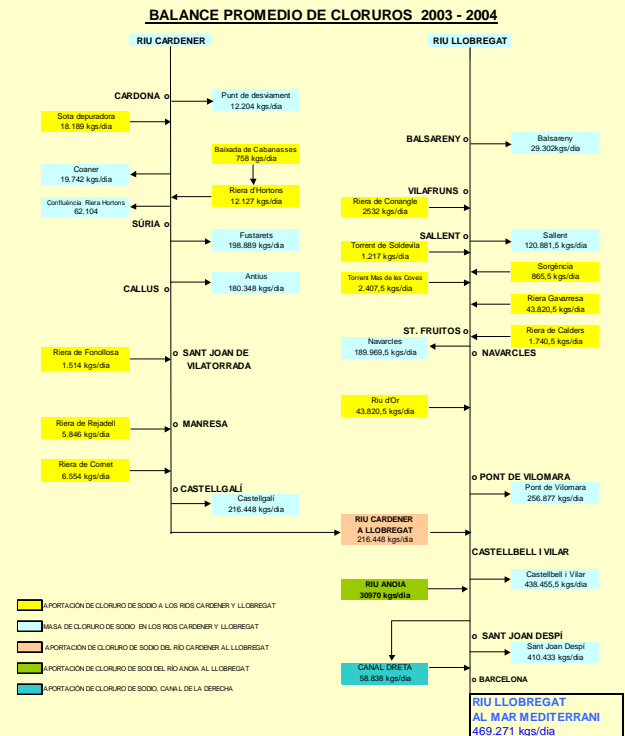
• Para el año 2004 se ha obtenido un balance total de sales de 2.488 Tm NaCl/día, de ellas 1.930 Tm NaCl/día pasan a través del colector y 558 Tm NaCl/día por el río Llobregat. El resultado supone un 77,5 % de sales a través del colector de salmueras.

CONCLUSIONES

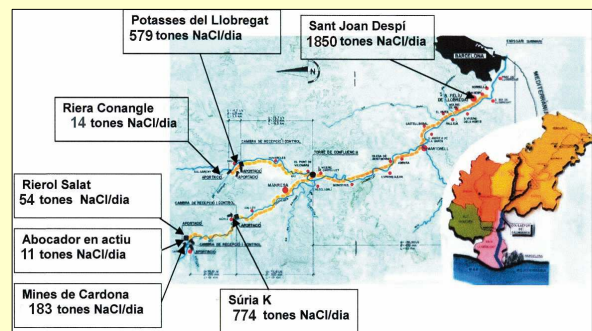
El promedio de sales obtenido en estos dos años de estudio, refleja que el colector de salmueras aporta un 80% de sales de la cuenca al mar mientras que por el río Llobregat se concentran el 20% restante.



Esquema del colector de salmueras. Gentileza de AGBAR



El gráfico muestra las diferentes aportaciones de sal a los ríos Cardener y Llobregat procedentes de rieras y del agua de filtración de las escombreras de la zona en estudio. 2003-2004



Aportación salina del colector de salmuera al mar. 2003-2004

BIBLIOGRAFIA

- CASAS SABATA J.M.; PUIG M.J. Reducción de la salinidad y otros parámetros físico-químicos en el río Llobregat y el río Cardener. Tecnología del agua nos. 139 y 140. Julio 1.995.
- ROVIRA FERNÁNDEZ, M.; CASAS SABATA, J. M.ª. Otra minería y sus efectos: la potasa. V Congreso Internacional. "PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO". 2004.
- AGBAR. Colección publicaciones y documentos. Algües de Barcelona. Barcelona. 1993-2003.
- Real Decreto 140/2003. Por el que se establecen los criterios sanitarios de calidad del agua de consumo humano. BOE nº 45, 02/02/2003.
- Directiva 2000/60/CE. Directiva Marco sobre política del agua.

Agradecimiento

EL proyecto de "Balance de sales en la cuenca del río Llobregat" ha estado financiado por la Agencia Catalana del Agua (ACA)

Salinidad y metales pesados en el entorno de las minas de potasa de la cuenca del río Llobregat



(1) Rovira Fernández, M.; Casas Sabata, J.M.
 (1) Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Catalunya
 Avda. Bases de Manresa, 61-73, 08240-Manresa, Catalunya, España
 Tel. +34938777228. Fax. +34938777202.
 mrovir17@xtec.net casas@emm.upc.es

INTRODUCCIÓN

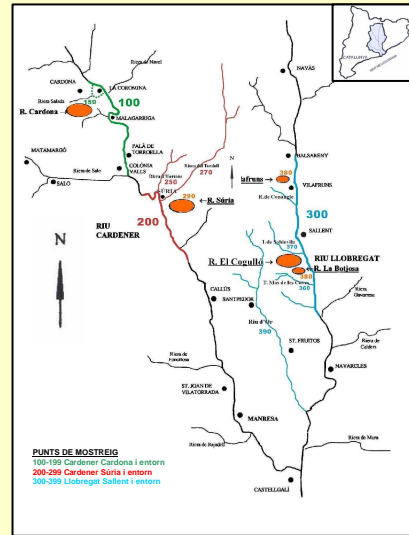
La explotación de las minas de potasa de la comarca del Bages desde principios del siglo XX, ha comportado la aparición en la zona de diversas montañas artificiales de residuos procedentes de la explotación de las sales (runams) y una elevada salinidad de las aguas de esta cuenca como resultado de la actividad minera.

Aunque el colector de salmueras, en funcionamiento desde los años noventa, ha supuesto una gran mejora, no ha resuelto definitivamente la problemática de la salinidad del río Llobregat.

A fin de inventariar, cuantificar y precisar el origen y la magnitud de las diferentes aportaciones salinas que recibe el río Llobregat, se ha llevado a cabo un trabajo de investigación que ha durado dos años y ha abarcado tres amplias zonas de minería potásica: Cardona, Súria y Sallent.

Se ha realizado una identificación y seguimiento exhaustivo de los puntos de vertido de sales en ríos, rieras y fuentes del entorno de los llamados "runams". Se han identificado un total de más de cien puntos estratégicos de vertido.

En tres periodos diferentes (verano 2003, invierno 2003 y otoño 2004) se han determinado parámetros "in situ" de caudal, pH y conductividad; análisis químico de aniones (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- y Br^-) y cationes (Na, K, Ca, Mg) y de componentes metálicos, la mayoría metales pesados (Fe, Sr, Cr, Ba, Cd, Cu, Mn, Ni, Pb y Zn).



Puntos de muestreo de la cuenca del Llobregat

CONCLUSIONES

En los puntos de muestreo situados en las cercanías de las escombreras salinas, se observa un elevado nivel en los parámetros relacionados con la salinidad como son la conductividad, la mayoría de aniones y cationes y la concentración de mayor interés que son los cloruros. Asimismo se observa, en muchos de ellos, una mayor concentración en metales pesados.

Estos resultados nos muestran que de manera directa o indirecta las escombreras salinas repercuten en la salinidad del río Llobregat y que esta problemática, a pesar del colector de salmueras, no está aun solucionada.

FITXA INVENTARI AGUA SUPERFICIAL					
ZONA DE MOSTREIG: RIU CARDENER - SÚRIA					
Nº: 249					
Toponim: SÚRIA-FUSTARET					
Comarca: Bages					
Terme municipal: Súria					
Coordenades:					
E: 397 329 y: 4 630 029					
DADES SALINITAT					
PARAMETRES	Data Juny 2003	Data Gener 2004	Data Desembre 2004	PROMIG	REAL DECRET
Cabdal (l/s)	1050,0			1032	140/2003
pH	8,3	8,7	8,5	8,5	8,5 - 9,5
Conductivitat (µS/cm)	2830	1840	1830	2169,6	2500
ANIONS					
RESIDUOS CARBONATS (mg/l CaCO ₃)	269,1	221,8	178	221,3	
SULFATS (mg/l SO ₄)	137,3	123,2	155,6	123,7	250
CLORURS (mg/l Cl)	821,5	680,0	397,8	569,1	250
RESIDUOS NO CARBONATS (mg/l NO ₃)	< 0,1	21,3	0,2	11,6	50
NITRATS (mg/l NO ₃)	Nil	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
RESIDUOS BROMURO (mg/l Br)	< 0,1	< 0,1	0,08	< 0,1	
CATIONES					
IODURO (mg/l I)	396,3	211,8	200,0	266,0	2000
POTASSIO (mg/l K)	102,1	81,4	83,4	82,3	
CALCIO (mg/l Ca)	121,5	113,4	83,0	105,9	
MAGNESIO (mg/l Mg)	70,3	49,8	26,0	48,7	
METALS PESANTS					
CROMIUM (µg/l Cr)	1,3	8,2	12,7	7,4	50
BERILIO (µg/l Be)	450,7	177,6	147	256,3	2000
ESTRONCIO (µg/l Sr)	299,8	1597,0	251,5	1776,8	
BARIUM (µg/l Ba)	66,9	34,5	83,4	62,3	
CADMIUM (µg/l Cd)	0,4	< 0,03	< 0,01	0,2	5
COPRE (µg/l Cu)	0,1	18,6	0,1	8,3	2000
MANGANES (µg/l Mn)	15,0	1,8	12,7	10,2	
NICKEL (µg/l Ni)	1,6	0,3	4,1	2,7	20
PLOM (µg/l Pb)	0,3	4,4	3,5	2,7	25
ZINC (µg/l Zn)	1,7	8,2	15,7	13,9	
Observacions:					

Ficha muestra del inventario de aguas superficiales. Río Cardener

PUNTS DE REFERÈNCIA	Punts de muestreo	Cabdal (l/s)	Conductivitat (µS/cm)	Cl (ppm)	SO ₄ (ppm)	HCO ₃ (ppm)	NO ₃ (ppm)	Br (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
ZONA RIU CARDENER												
Riu Cardener - Cardona												
Riu Cardener punt de desviament	100	353,8	1574,1	25,2	70,8	198,4	5,7	0,1	18,8	2,0	81,6	13,8
Sala salina del riu Cardener	160	0,0	13333,3	10884,0	2464,0	447,0	28,1	0,1	11484,0	485,0	1284,0	77,8
Escombreres Cardener	182	32,0	17740,0	9278,0	420,0	253,0	10,4	0,1	3038,0	40,4	136,0	126,2
Riu Cardener Súria												
Confluència area d'Ofertes Cardener	215	200,0	1997,0	390,4	120,4	203,0	21,7	0,1	211,6	19,0	101,2	33,3
Riera Cardener	240	150,0	2798,0	586,1	124,7	221,1	8,2	0,1	288,0	62,0	158,6	48,7
Aigua Cardener	247	0,0	1811,0	399,6	118,0	222,6	8,8	0,1	197,2	44,0	88,8	30,8
Residu Cardener	253	0,0	21780,0	10009,4	521,0	281,2	22,4	0,1	4512,0	542,0	591,0	450,0
Riera Ofertes Cardener	262	18,0	5813,0	1654,4	284,0	300,2	22,7	0,1	841,8	89,0	179,0	97,9
ZONA RIU LLOBREGAT												
Riu Llobregat Sallent												
Riera Salada, sala de desviament Llobregat	300	478,8	686,4	6,0	81,8	198,4	8,0	0,1	52,8	2,0	88,8	11,8
Riera Cardener	310	0,0	20000,0	17482,0	3962,0	58,0	0,1	0,1	11838,0	1224,0	1084,0	180,1
Riera Cardener	315	7,2	24483,0	7782,0	1208,1	333,0	0,1	0,1	4298,0	490,0	384,0	224,3
Riu Llobregat Súria												
Sala onia, pujada Riu Llobregat	318	0,0	1162,0	142,0	114,8	258,4	7,2	0,1	68,7	17,7	90,2	17,4
Sargantana sala onia	325	0,0	11483,0	3028,0	6018,0	568,7	38,3	0,1	14479,0	7146,0	883,0	1884,0
Residuos C/riú Llobregat	352	0,0	12077,0	184,0	122,4	216,0	13,0	0,1	93,1	22,0	94,4	22,2
Escombreres Cardener	360	0,0	114868,0	81000,0	10117,4	330,0	31,0	0,0	30151,0	4303,0	653,0	1900,0
Sala onia, Mts de les Coses	366	1,8	9588,7	7600,0	1368,4	336,0	30,0	0,1	4384,0	350,7	1421,0	170,7
Riera Salada	377	0,0	13333,3	14602,0	6793,0	277,4	0,1	0,1	71787,0	26171,0	834,0	8825,4
Passa Valldora - Sallent	378	2,8	21360,0	12528,0	2628,0	238,4	59,0	0,1	48260,0	2844,0	688,0	6933,4
Riera Llobregat - Sallent	379	3,0	1702,0	387,0	36,8	194,4	6,8	0,1	159,0	38,4	61,0	25,4
Riu d'Or												
Casa Burgalesa - Riú d'Or	380	11,4	1887,7	165,4	516,8	364,0	25,4	0,1	78,8	6,8	145,1	87,4
Platan Industrial Riú d'Or - Riú d'Or	387	23,0	11410,0	3907,0	437,4	322,0	50,0	0,1	1542,0	507,9	396,0	319,8

Resultados analíticos obtenidos en la cuenca del río Llobregat. 2003-2004

PUNTS DE REFERÈNCIA	Punts de muestreo	Fe (ppm)	Sr (ppm)	Cr (ppm)	Ba (ppm)	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
ZONA RIU CARDENER											
Riu Cardener punt de desviament											
Riu Cardener punt de desviament	100	124,4	200,2	4,2	21,1	0,8	3,1	3,3	8,1	2,1	13,1
Sala salina del riu Cardener	160	2677,0	8603,0	27,0	68,0	0,1	4829,0	4179,0	1560,1	44,0	156,0
Escombreres Cardener	182	262,0	690,1	1,3	20,0	0,1	76,0	97,0	46,0	3,1	43,4
Riu Cardener Súria											
Confluència area d'Ofertes Cardener	215	153,1	390,0	10,1	81,0	0,1	37,0	5,0	23,1	7,1	18,1
Riera Cardener	240	100,1	188,7	7,2	32,0	0,2	17,0	21,0	21,1	5,1	14,1
Aigua Cardener	247	141,8	180,1	10,2	47,0	0,1	7,1	11,0	21,2	2,1	7,1
Residu Cardener	253	2,9	18,0	8,4	211,1	0,2	38,8	415,0	194,0	4,9	26,1
Riera Ofertes Cardener	262	206,8	114,1	9,2	192,0	0,1	18,1	13,0	26,0	2,2	18,2
Riu Llobregat Súria											
Riera Salada, sala de desviament Llobregat	300	52,0	135,0	6,0	40,8	0,1	6,4	9,1	25,0	1,2	13,1
Riera Cardener	310	376,1	9178,9	27,4	37,8	0,3	588,1	126,1	897,7	97,2	811,7
Riera Cardener	315	601,0	2282,0	6,0	24,0	0,2	62,0	20,1	65,0	28,1	76,2
Sala onia, pujada Riu Llobregat	318	54,3	154,1	6,4	41,8	0,0	6,0	11,1	21,0	5,1	8,1
Sargantana sala onia	325	149,0	4188,0	19,0	170,0	0,0	38,0	260,0	174,1	30,1	48,1
Residuos C/riú Llobregat	352	192,0	181,0	3,0	48,0	0,1	19,4	32,0	65,0	8,1	15,1
Escombreres Cardener	360	11,1	44,2	101,7	1,2	159,0	6,8	68,0	49,0	20,1	24,0
Sala onia, Mts de les Coses	366	307,0	187,0	11,0	62,0	0,1	87,2	28,2	23,1	11,0	27,1
Riera Salada	377	137,1	325,0	7,2	61,8	0,1	37,0	39,0	46,0	12,0	11,0
Passa Valldora - Sallent	378	2380,2	7574,0	20,0	389,4	17,0	1314,8	733,0	791,4	29,2	427,8
Riera Llobregat - Sallent	379	202,0	145,0	2,4	20,4	0,1	14,0	6,0	28,0	1,0	11,1
Casa Burgalesa - Riú d'Or	380	202,0	145,0	2,4	20,4	0,1	14,0	6,0	28,0	1,0	11,1
Platan Industrial Riú d'Or - Riú d'Or	387	824,0	1880,2	7,0	70,1	0,4	65,8	50,4	52,0	4,0	38,1

Metales pesados en la cuenca del río Llobregat. 2003-2004

BIBLIOGRAFIA

- CASAS SABATA, J.M.; ROSAS RODRIGUEZ, H.; SOLÉ, M.; LAO, C. (2000). Heavy metals and metalloids in sediments from the Llobregat basin. Environmental Geology 44: 325-332. 2003.
- BADIA GUITART, J. La salinització de la conca del Cardener-Llobregat al Bages. Bulletri de la Institució Catalana d'Història Natural. Nº 69 . Barcelona. 2001.
- ROSAS RODRIGUEZ, H.; CASAS SABATA, J.M.; LAO, C. Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat. Tesis Doctoral. U.P.C. Barcelona. 2001
- CASAS SABATA, J.M. y otros. Contaminación del agua y los sedimentos de la cuenca del Llobregat. Salinidad y metales pesados. Tecnología del Agua nº29 (1986); nº74 (1990); nº139 (1995); nº140 (1995); nº194 (1999) y nº197 (2000)

Agradecimiento

El proyecto de "Salinidad y metales pesados en el entorno de las minas de potasa de la cuenca del río Llobregat" ha estado financiado por la Agencia Catalana del Agua (ACA)

MACLA

Revista de la Sociedad Espanyola de Mineralogia

ISSN 1885-7264

SOLER, A.; ROVIRA, M.; PALAU, J.; OTERO, N.; CASAS, J.M. *“El papel de los aditivos de flotación en el impacto ambiental de la minería potásica en las aguas de la cuenca del río Llobregat (NE España)”*. Macla, 2006, núm. 6, p. 461-465.

EL PAPEL DE LOS ADITIVOS DE FLOTACIÓN EN EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA MINERÍA POTÁSICA EN LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO LLOBREGAT (NE ESPAÑA).

A. SOLER ⁽¹⁾, M. ROVIRA ⁽²⁾, J. PALAU ⁽¹⁾, N. OTERO ⁽³⁾, J.M. CASAS ⁽²⁾

(1) *Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. C/ Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona.*

(2) *Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals. Universitat Politècnica de Catalunya. Avgda. Bases de Manresa, 61-73. 08240-Manresa (Barcelona).*

(3) *Unitat de Hidrogeologia. Institut Ciències de la Terra - Jaume Almera. CSIC.*

RESUMEN

En este trabajo se caracteriza el impacto ambiental de la minería de la Cuenca Potásica Catalana producido por los compuestos orgánicos utilizados en el proceso de flotación mineral. Se han determinado los compuestos orgánicos presentes en los residuos mineros, así como los disueltos en el agua de los lixiviados mineros, los cuales se han relacionado con los aditivos de flotación denominados "philphlo", "aceite de pino" y "aceite de antraceno". El análisis de compuestos orgánicos disueltos en aguas subterráneas y superficiales salinizadas ha permitido poner de manifiesto la presencia de estos compuestos, permitiendo relacionar la salinización de las aguas con la actividad minera.

INTRODUCCIÓN

El impacto ambiental de las actividades mineras a las aguas superficiales y subterráneas, a menudo es motivo de controversia, debido a la dificultad de diferenciar entre los aportes de solutos procedentes de la extracción y tratamiento mineral (balsas de lodos, escombreras, etc.), y los procedentes de la interacción natural agua/roca. En este sentido, en aquellas actividades mineras que usan métodos de concentración por flotación mineral, los aditivos utilizados para este fin, tales como colectores, espumantes, etc. pueden ser usados como trazadores de pérdidas de lixiviados del proceso de flotación, de las balsas de decantación de lodos estériles, o bien de la interacción del agua de lluvia sobre las escombreras de estériles de flotación. A menudo los compuestos utilizados en el proceso de tratamiento mineral, son compuestos orgánicos (hidrocarburos aromáticos, cianuros, alcoholes terpénicos, etc.), algunos de los cuales debido a su toxicidad pueden representar por sí mismos una grave afección sobre el medio natural.

La zona estudiada se sitúa en la sección media de la Cuenca del Llobregat (NE España), donde existen diversas explotaciones mineras de potasas en Súria, Sallent, Cardona y Balsareny, así como diversos afloramientos evaporíticos naturales (Fig. 1). Las minas de potasa de Sallent y Súria están actualmente activas, mientras que las de Balsareny y Cardona se encuentran abandonadas. El desarrollo de la actividad minera produce grandes escombreras, que se almacenan alrededor de las zonas mineras sin ningún tipo de impermeabilización. El origen de la salinización de algunos acuíferos en la zona es motivo de controversia ya que éste puede atribuirse tanto a la interacción natural del agua con las formaciones salinas, como a la contaminación de lixiviados de las escombreras. En aquellos lugares en que el acuífero es donante al río, tiene lugar la salinización de las aguas superficiales, las cuales drenan al río Llobregat, que es la principal fuente de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Barcelona y su área metropolitana. La explotación de las minas de potasa de la comarca del Bagès (Barcelona) desde principios del siglo XX, ha incidido notablemente en la calidad del agua de los ríos Cardener y Llobregat (Soler et al., 2002; Godé, 2003; Rovira et al., 2006). Desde la formación de las escombreras, la salinidad del agua de los ríos Cardener y Llobregat, así como también las fuentes y pozos de las cercanías de las zonas mineras, ha aumentado. Por este motivo se proyectó un Colector de Salmueras que entró en funcionamiento a principios del año 1990. Aunque el colector ha supuesto una gran mejora, la problemática de la salinidad en la cuenca del río Llobregat no ha quedado totalmente solucionada, ya que se encuentran tramos de la cuenca en que las concentraciones en cloruros están muy por encima de los valores permitidos (Godé, 2003; Rovira et al., 2006). Este hecho pone de manifiesto que aún quedan muchos aportes de aguas salinas, que no son captadas por el colector,

que vierten directamente a torrentes de la zona, los cuales finalmente tributan al río Llobregat. Otero y Soler (2002), Otero (2004) y Otero et al. (2006), realizan un exhaustivo estudio del sulfato disuelto en la cuenca del río Llobregat a lo largo de dos años hídricos, poniendo de manifiesto que el sulfato disuelto en las aguas de esta cuenca procede principalmente de la interacción natural con las evaporitas aflorantes, de los aportes antrópicos de las escombreras mineras y de los fertilizantes agroquímicos, con una clara influencia estacional de estos últimos.

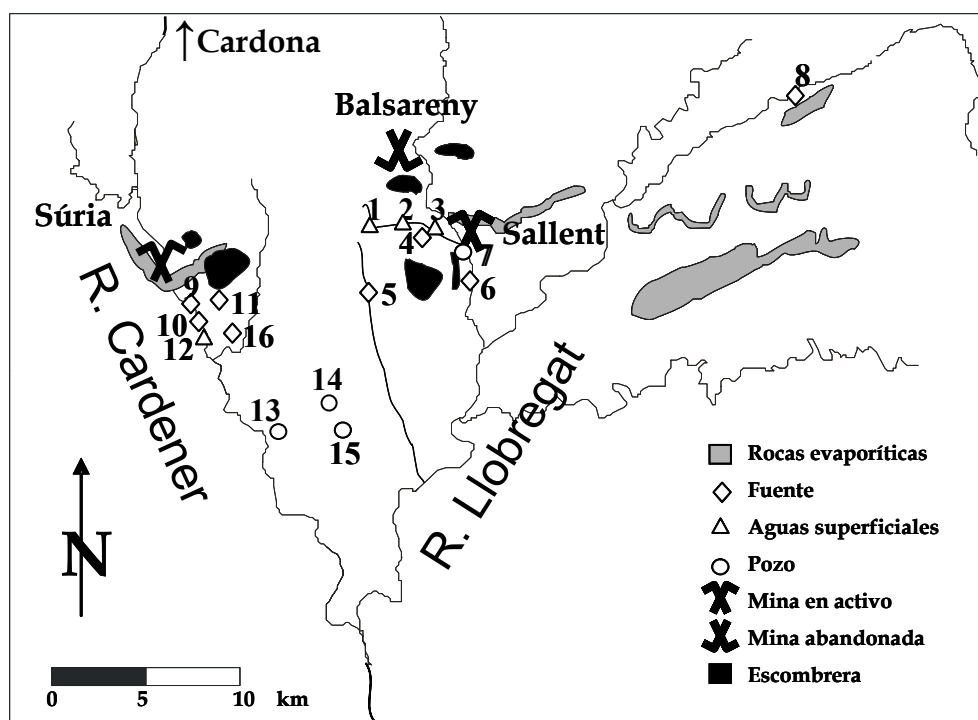


Fig. 1.- Esquema de la zona de estudio donde se muestran las principales escombreras, afloramientos de rocas evaporíticas (sulfatos y haluros) y la situación de las muestras de agua estudiadas. La mina de Cardona se encuentra al norte fuera de la figura.

METODOLOGÍA.

Se ha estudiado la mineralogía y el quimismo de diversas muestras procedentes de las escombreras, así como de lixiviados de estas. También se han muestreado las aguas de diversos pozos, fuentes y torrentes con aguas salinas. Algunas, cuya salinidad se atribuye a un origen natural (muestra 8), otras que corresponden a lixiviados mineros directos (Sallent, Súria, Balsareny y Cardona, no diferenciadas en este estudio) y un tercer grupo, cuya salinidad es de origen dudoso (muestras de 1 a 7 y de 9 a 15), y que en este trabajo se pretende su determinación (Fig. 1). Las muestras del residuo sólido de las escombreras se han estudiado mediante microscopía óptica y difracción de polvo de rayos X. Las muestras de aguas se han filtrado a $0.45\mu\text{m}$ y se han determinado aniones por cromatografía y cationes junto a elementos traza mediante ICP-OES y ICP-MS. Los compuestos orgánicos disueltos se han determinado por Cromatografía de Gases acoplado a un espectrómetro de masas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Mineralógicamente las escombreras se caracterizan por presentar contenidos superiores al 90% de halita, con contenidos menores en minerales del grupo de las arcillas, anhidrita y polihalita, entre otros. La marcada solubilidad de los minerales que conforman las escombreras da lugar a una clara relación entre el quimismo de los lixiviados mineros y la mineralogía de éstas. En las minas activas, los estériles de flotación se vierten a la escombrera con un 8% de humedad correspondiente a una solución saturada en halita, silvita y yeso, por ello en estas escombreras la composición de los lixiviados presenta relaciones K/Na mayores que los lixiviados de las escombreras abandonadas, las cuales presentan contenidos menores en K debido al lavado progresivo de los minerales más minoritarios (silvita). Otra característica de estos lixiviados mineros, y especialmente de los de la zona de Sallent, son los contenidos en metales, pudiendo llegar a presentar concentraciones de hasta 12 mg/L de Mn, 9 mg/L de Zn, 5 mg/L de Pb y 3 mg/L de Cu (Otero y Soler, 2002). La presencia de estos metales se ha relacionado con los residuos metálicos (cableado, vagonetas, vigas, vías, etc.) vertidos junto a los estériles de flotación. En cuanto a compuestos orgánicos, tanto las muestras sólidas como los lixiviados de las escombreras se

caracterizan por presentar, entre otros compuestos, alcoholes terpénicos. Los residuos del sector de Súría se caracterizan por presentar, a diferencia de los residuos del sector de Sallent, hidrocarburos saturados, e hidrocarburos aromáticos además de terpenos (Tabla I y II). Los compuestos detectados, son ampliamente conocidos como componentes de los aditivos de flotación denominados "Aceite de Pino", "Aceite de Antraceno" y "Philphlo" (Tagart, 1966).

Tabla I.- Coincidencia entre algunos de los componentes orgánicos de los aditivos de flotación presentes en la escombrera y lixiviados de Súría y los encontrados en las muestras de agua estudiadas.

Escombrera Súría	MUESTRAS							
	9	10	11	12	13	14	15	16
acenaftaleno	*							
acenafteno	*	*			*		*	
alfa pineno		*						
alfa terpineol		*						
antraceno					*	*		*
benzotiofeno	*		*					
borneol		*						
butil hidroxitolueno		*		*				
canfor		*						
carbazol					*			
decano		*		*				
endo-borneol				*				
eucaliptol		*						
etilhexanol		*		*				
fenantreno	*				*	*	*	*
fluoranteno	*							
fluoreno	*				*	*	*	*
linalool		*		*				
mentol				*				
metilbenzofurano					*			
metilnaftaleno					*		*	
naftaleno	*	*	*	*	*	*	*	*
pireno	*						*	*
tetradecano		*		*				
trimetilbenceno		*		*				
undecano		*		*				
xileno		*		*				

En las tablas I y II se presentan algunos de los compuestos orgánicos procedentes de los aditivos de flotación presentes en los lixiviados de las escombreras, comparados con los compuestos orgánicos encontrados en las muestras de las aguas salinas estudiadas, poniendo de manifiesto un origen antropogénico de la salinización de estas aguas, y el impacto ambiental de los aditivos de flotación sobre la hidrología del sector. Entre ellos destacan algunos compuestos (naftaleno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno) incluidos en la lista de contaminantes prioritarios de la Environmental Protection Agency de los Estados Unidos. También se puede observar (Tabla II) que la muestra 8, correspondiente a una fuente salada natural ubicada en una zona alejada de la minería, no presenta ninguno de los compuestos orgánicos.

Es de destacar que la presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos en la escombrera de Súría (naftaleno, fenantreno, antraceno, metilnaftaleno, bromofluoreno, pireno, etc), y su ausencia en la escombrera de Sallent parece ser un indicador para diferenciar la procedencia de la contaminación. En este sentido los pozos salinizados en el sector intermedio entre ambas escombreras (muestras 13, 14 y 15) corresponderían principalmente a la afección de la escombrera de Súría.

Los compuestos orgánicos presentes en los aditivos de flotación parecen ser unos buenos indicadores de la contaminación por actividades mineras. No obstante, hay que considerar que se trata de compuestos que se encuentran en las aguas en bajas concentraciones (ppb), y que por tanto, los procesos de dilución que tienen lugar

al incorporarse los pequeños cauces a los tributarios principales de la cuenca, conllevan que la concentración de estos compuestos se encuentre por debajo de límite de detección de las técnicas analíticas. Por ello se recomienda su uso sólo en muestras correspondientes a fuentes y pequeños arroyos.

Tabla II.- Coincidencia entre algunos de los componentes orgánicos de los aditivos de flotación presentes en la escombrera y lixiviados de Sallent y los encontrados en las muestras de agua estudiadas.

Escombreras Sallent	MUESTRAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
derivados. Pineno	*		*	*	*	*	*	
derivados terpineno	*		*		*			
derivados terpineol	*		*	*	*	*	*	
canfeno	*	*	*	*	*			
eucaliptol	*			*	*	*		
fenchol	*	*		*		*		
gamma terpineno		*		*				
limoneno	*	*		*	*		*	
derivados canfeno					*			
derivados mentol					*			
tolueno							*	
derivados borneol				*		*	*	
derivados benceno						*		
derivados xileno						*		
para-cimeno	*	*	*	*	*		*	
derivados fenchona						*		
derivados de canfor					*	*		
derivados linalool	*			*	*		*	
fencheno					*			
terpinoleno	*	*	*					
derivados cineol	*	*						

CONCLUSIONES.

Se ha puesto de manifiesto la presencia de los aditivos de flotación y de sus derivados de degradación en las aguas de escorrentía y subterráneas del sector estudiado. Los compuestos orgánicos presentes en los residuos del sector de Súrria son distintos a los del sector de Sallent, permitiendo determinar que el origen de la salinización de las aguas subterráneas de algunos pozos situados entre los dos sectores mineros está relacionada con los lixiviados de la escombrera de Súrria. Es necesario un estudio exhaustivo sobre la toxicidad de estos compuestos para determinar su afeción al medio natural.

REFERENCIAS

- Godé, Ll. (2003).- Tecnología del Agua., 241, 48-60
- Otero, N. y Soler, A. (2002). Water Research, 36: 3989-4000.
- Otero, N. (2004).- Dades isotòpiques ($\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{18}\text{O}$) i anàlisi estadística aplicades a l'estudi de la contaminació a les aigües superficials: el cas del riu Llobregat. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona.
- Otero, N.; Soler, A. and Canals, A. (2006).- Controls of $\delta^{34}\text{S}$ and $\delta^{18}\text{O}$ in dissolved sulphate: learning from a detailed survey in the Llobregat River (Spain). Applied Geochemistry, submitted.
- Rovira, M.; Casas, J.M.; Soler, A.; Ginebreda, A. (2006). Afinidad, en prensa.
- Soler, A.; Canals, A.; Goldstein, S.L.; Otero, N.; Antich, N. y Spangenberg, J. (2002). Water, Air & Soil Pollution, 236: 207-224.
- Taggart, A.F. (1966). Elementos de preparación de minerales. Ed. Interciencia. Madrid, 648 pp.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT 08019-C04-01 del Gobierno Español, y parcialmente por el proyecto SGR2005-00933 de la Generalitat de Catalunya. Queremos agradecer la colaboración de la Agència Catalana de l'Aigua y de los Serveis Científics Tècnics (Universidad de Barcelona).

TECNO AMBIENTE

**REVISTA PROFESIONAL DE TECNOLOGIA Y
EQUIPAMIENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL**

ISSN 1133-4665

CASAS, J.M^a, ROVIRA, M. *“La descontaminación del río Ebro en Flix”*. *Tecno Ambiente*, 2006, núm. 160, p. 121-122.

La descontaminación del río Ebro en Flix

Introducción

El río Ebro tiene su nacimiento en Fontibre, cerca de Reinosa (Cantabria), es el río más caudaloso de la Península y el más compartido por comunidades españolas. Hasta que desemboca en el mar Mediterráneo en Deltebre, ha recorrido 908 km y pasado por las comunidades de Cantabria, Castilla y León, País Vasco, La Rioja, Navarra, Aragón y finalmente Cataluña.

Su caudal promedio de 600 m³/s en la desembocadura lo hace atractivo para su aprovechamiento hidráulico y así en su cuenca se contabilizan 52 pantanos que almacenan más de 6.000 hm³ de agua. A partir de 1945 y hasta 1967 se construyeron en las cercanías de Flix tres de los principales embalses para generar energía eléctrica, como son los de Flix, Mequinenza y Riba-roja que en total suman más de 600.000 kW de potencia.

Del trasvase a las desaladoras

En junio de 2001 el Partido Popular aprobaba el proyecto de ley del Plan Hidrológico Nacional (PHN), que escogía al río Ebro como la fuente que debía saciar la sed de las zonas más secas de España, pero posteriormente en junio del año 2005 el PSOE derogó este proyecto de trasvase del río Ebro (Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de junio, del Plan Hidrológico Nacional).

Las obras alternativas que han de sustituir el trasvase programado y previstas como actuaciones de interés general en la cuenca hidrográfica del Ebro, se pueden sintetizar en programas de mejora de la calidad de las aguas del Delta del Ebro, eliminación de la contaminación química del embalse de Flix, saneamiento de aguas residuales urbanas en toda la cuenca, restauración hidrológica y la implantación de redes de indicadores ambientales en su cuenca.

Josep M^a Casas Sabata y M^a Rovira Fernández

Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales.
Universidad Politécnica de Cataluña
UPC, Manresa

La alternativa al trasvase del río Ebro aborda asimismo una costosa red de plantas de desalación en todo el litoral Mediterráneo. El Ministerio de Medio Ambiente ha proyectado la construcción de veintidós plantas desalinizadoras y desalobradoras para tratar, respectivamente, agua del mar y agua salobre del subsuelo. Estos equipamientos suman una dotación de unos 560 hm³, mientras que el déficit para estas áreas del litoral mediterráneo se calculan en 1.050 hm³.

Los residuos del embalse de Flix

En septiembre de 2004 se conocía el estudio realizado por el *Centro Superior de Investigaciones Científicas* (CSIC) y la *Universidad Autónoma de Barcelona*, encargado por la *Agencia Catalana del Agua* (ACA) de la Generalitat de Catalunya, que alerta-



Fig. 1. Zona de acumulación de sedimentos frente a la fábrica de Erkimia en Flix.

ba del riesgo de miles de toneladas de residuos vertidos al embalse de Flix por la empresa Erkimia S.A., actualmente Ercros.

La empresa Electroquímica de Flix S.A. fue fundada en el año 1898 y, con diversos nombres, ha funcionado ininterrumpidamente durante 108 años en esta ciudad de Flix (figura 1).

Durante más de 30 años Erkimia ha estado vertiendo al margen derecho del río Ebro, delante de la fábrica y actualmente se cifran en más de 360.000 toneladas los residuos en este pantano de Flix.

Entre los compuestos más tóxicos, los primeros estudios destacan (tabla 1):

- 10 – 70 tm de metales pesados: Hg, Cd, Pb, Zn, Cr, Ni, Cu y As.
- 1 – 10 tm de compuestos organoclorados: DDT, hexaclorobenceno y PCB's, entre otros.
- 70 – 100 tm de material con compuestos radioactivos: U²³⁸, Pb²¹⁰ y Ra²²⁶.

La mayoría de estos tóxicos pueden transferirse a la cadena alimentaria a través del agua de bebida, de los productos agrícolas del campo y del pescado (figura 2).

La empresa Erkimia tiene en su haber un historial de polémicos vertidos, a destacar el del mercurio de la Navidad del año 2002, que causaron la muerte de 4.000 peces y niveles de metal detectados muy superiores al límite permitido de 1 microgramo/litro.



Fig. 2. Proceso de acumulación de los tóxicos de los sedimentos del embalse de Flix a la cadena humana.

CANTIDADES DE METALES PESADOS DEPOSITADOS EN LOS LODOS DEL EMBALSE DE FLIX	
Metall	Quantitat (tones)
Hg	10-18
Cr	42-76
Ni	13-24
Zn	22-40
Cd	0.5-0.8

CANTIDADES DE RADIONÚCLIDOS DEPOSITADOS EN LOS LODOS DEL EMBALSE DE FLIX	
Radionúclid	Quantitat (10 ⁶ becquerels)
²³⁸ U	380-730 000
²²⁶ Ra	240-420 000
²¹⁰ Pb	130-240 000

CANTIDADES DE COMPUESTOS ORGANOCOLORADOS DEPOSITADOS EN LOS LODOS DEL EMBALSE DE FLIX	
Compost	Quantitat (tones)
Pentaclorobenzè	2-3
Hexaclorobenzè	4-7
Hexaclorociclohexans	0.02-0.03
DDTs	0.3-0.5
Policlorobifenils	8-16
Policloroestirens	0.07-0.13
Policloronaftalens	0.2-0.4

Tabla 1. Cantidades evaluadas de metales pesados, compuestos organoclorados y radionúclidos depositados en los lodos del embalse de Flix. (Informe Técnico. Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya).

Los últimos años, con la nueva legislación medioambiental, se han frenado los vertidos al embalse y se han tomado medidas para depurar las aguas y gestionar más correctamente sus residuos.

Materiales radioactivos

Ha sorprendido sobremanera el grado de radioactividad de los residuos vertidos y que se encuentran mezclados con los sedimentos del río Ebro. Su origen debe buscarse en los subproductos de mineral de fosforita, de los yacimientos de norte de África y que en su composición contiene impurezas radioactivas (isótopos naturales como el U²³⁸) y que se utiliza para producir fosfato bicálcico para uso agrícola y se añade al pienso.

Metales pesados

En cuanto a los metales pesados que se hallan en el embalse de Flix, puede afirmarse que no presentan problemática ambiental mientras estén confinados ya

que están fijados en los sedimentos y retenidos por las finas partículas de estos. El riesgo se presenta en el caso de remobilizarse y pasar al agua y a los ecosistemas. En este sentido cabe indicar que fuertes avenidas del Ebro podrían llegar a remobilizarlos y verterlos a la cuenca final poblada hasta la desembocadura en el Delta del Ebro. Estas riadas son consubstanciales a la vida del Ebro, siendo la más reciente en febrero del año 2003 cuando una crecida próxima a los 3.000 m³/segundo causó el desbordamiento del río en Tudela y otras poblaciones, llegando al mayor nivel de caudal de los últimos 40 años. Una intensa avenida y la necesidad de abrir las compuertas de Flix podría provocar una movilización de los metales en los sedimentos acumulados y su vertido al cauce del río.

Compuestos organoclorados

Estos compuestos se utilizan mayoritariamente como pesticidas en la agricultura y ganadería y también en la industria para preservar materiales (madera, pinturas), en salud pública y en el ámbito doméstico. Permanecen en el ambiente, resisten a la degradación y producen efectos tóxicos agudos y crónicos.

En los sedimentos del embalse de Flix se encuentran principalmente pentaclorobenceno, hexaclorobenceno, DDT, policlorobifenilos y policloronaftaleno, entre otros.

Destino final de estos residuos

Los contaminantes, actualmente retenidos en los sedimentos, debido a su insolubilidad difícilmente pasen al agua, pero no se puede mantener indefinidamente este volumen de residuos en medio del embalse de Flix en el mismo curso del río Ebro. Un vertido fortuito de tipo ácido, una fuerte avenida o la propia dinámica de la presa de Flix, como se ha indicado, podría remobilizar a los tóxicos y provocar un vertido que afectaría el recorrido hasta el propio Delta del Ebro.

Se han estudiado diversas posibilidades para eliminar los tóxicos del río, no siendo ajeno el importante coste económico que ello supone. Entre las soluciones inicialmente previstas cabe destacar:

- Desviar el curso del río, impermeabilizar el fondo, protegiendo las paredes y evitando que el agua arrastre a los lixiviados.

- Confinar los residuos, construyendo un muro de contención entre el río y los residuos.
- Sacar los residuos y depositarlos en un vertedero de seguridad.

Solución adoptada

La comisión de seguimiento para la descontaminación del embalse de Flix ha propuesto como solución, la extracción de los residuos tóxicos acumulados en el lecho del pantano.

Inicialmente se construirá un muro provisional que separará la zona de los sedimentos del resto del pantano, pudiendo mantener un caudal máximo de 3.000 m³/segundo y posteriormente se procederá a su extracción, tratamiento y vertido.

Los sondeos y estudios realizados para evaluar el volumen total y las posibilidades de extracción de los residuos, han constatado la existencia del doble de residuos de lo que se preveía en un principio. Actualmente se maneja una cifra próxima a las 700.000 toneladas, de las cuales 600.000 toneladas irán a parar a un vertedero especial ubicado en el término de Flix.

Las 100.000 toneladas de material más tóxico y peligroso, tendrán un complejo proceso de descontaminación. En la margen derecha del embalse se proyecta una planta de tratamiento que constará de equipos de cribado e hidrociclones para clasificar de forma granulométrica a los sedimentos. Seguidamente, mediante filtros prensa, se provocará una deshidratación de los materiales para una vez secados trasladarlos, mediante cintas transportadoras a una zona de acopio para tratarlos posteriormente por desecación térmica u oxidación y estabilización (inertización) mediante las instalaciones apropiadas.

En paralelo al tratamiento de sólidos se tratarán las aguas del proceso, lixiviados, mediante técnicas de floculación, precipitación, sedimentación y absorción en filtros de arena y carbono activo.

Los sedimentos ya tratados, se transportarán, mediante cintas transportadoras hasta un vertedero de residuos especiales (clase II), posiblemente en la zona del Racó de la Pubilla, ampliado y preparado con las correspondientes impermeabilizaciones.

Las operaciones pueden empezar en 2007 y terminar en 2009, según las previsiones actuales y posteriormente se procederá a regenerar la zona del vertido. La inversión prevista es del orden de ciento cincuenta millones de euros.

