

DISTRIBUCIÓN DE Fe Y Mn EN AGUAS SUBSUPERFICIALES EN VAL BASENTO (BASILICATA, ITALIA)

R. BELLVER ⁽¹⁾, S. FIORE ⁽²⁾ Y F.J. HUERTAS ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. Ciencias de la Tierra. Estación Experimental del Zaidín (CSIC). c/ Profesor Albareda, 1. 18008 Granada. España. rbellver@eez.csic.es

⁽²⁾ *Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale -CNR, C/da S. Loja, Tito Scalo (PZ). Italia.*

INTRODUCCIÓN

Se plantea el problema del estudio preliminar de la distribución de Fe y Mn en aguas subsuperficiales en una zona considerada de «background elevado», en la que además se producen aportes antropogénicos en cantidades desconocidas y de varios orígenes, y en la que los planteamientos y técnicas de análisis de datos convencionales, al menos en principio, aportan poca información. Esto obliga a recurrir a planteamientos que no estén basados en supuestos de comportamiento o en ajustes apriorísticos a distribuciones que puedan no cumplirse y que por tanto puedan llevar a conclusiones imprecisas o incluso erróneas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio parte de 100 muestras de aguas subsuperficiales en Val Basento (Basilicata, Italia), en áreas próximas al cauce actual del río Basento, en las que se han analizado diversos elementos y compuestos con el fin de sentar las bases para construir un modelo de simulación que permita explicar los distintos comportamientos y situaciones detectados. Para ello, además de los da-

tos analíticos citados, se ha utilizado la Carta Geologica d'Italia (Folio 200 «Tricarico» y Folio 201 «Matera») (Fig. 1) y las imágenes satélite de la zona de estudio (Google Earth, 2006). La cuenca está compuesta por materiales arcillosos de origen marino (Plioceno Sup. – Pleistoceno) y los sondeos se han realizado sobre sedimentos fluviales (gravas, arenas, limos y arcillas) cercanos al cauce actual del río (Holoceno).

En un primer estadio, se han realizado las tablas y estadísticos exploratorios convencionales (Tabla 1), seguidos por cálculos de regresiones y correlaciones, con la intención de obtener una visión general de la distribución de elementos y compuestos del tramo de cauce bajo estudio, así como de las relaciones e interacciones entre ellos. Se ha detectado que las distribuciones de los mismos no se ajustan en ningún caso a las distribuciones clásicas comúnmente utilizadas, normal o lognormal, y que las correlaciones entre las variables son en general bajas y no significativas, tanto si se utilizan métodos paramétricos (r de Pearson) como no-paramétricos (Rho de Spearman) (Tablas 2a y 2b). Esta situación convierte los planteamientos clásicos en meros «detectores» de valores extremos, sin significado conceptual, y por tanto no pueden ser usados como base para el desarrollo de un modelo.

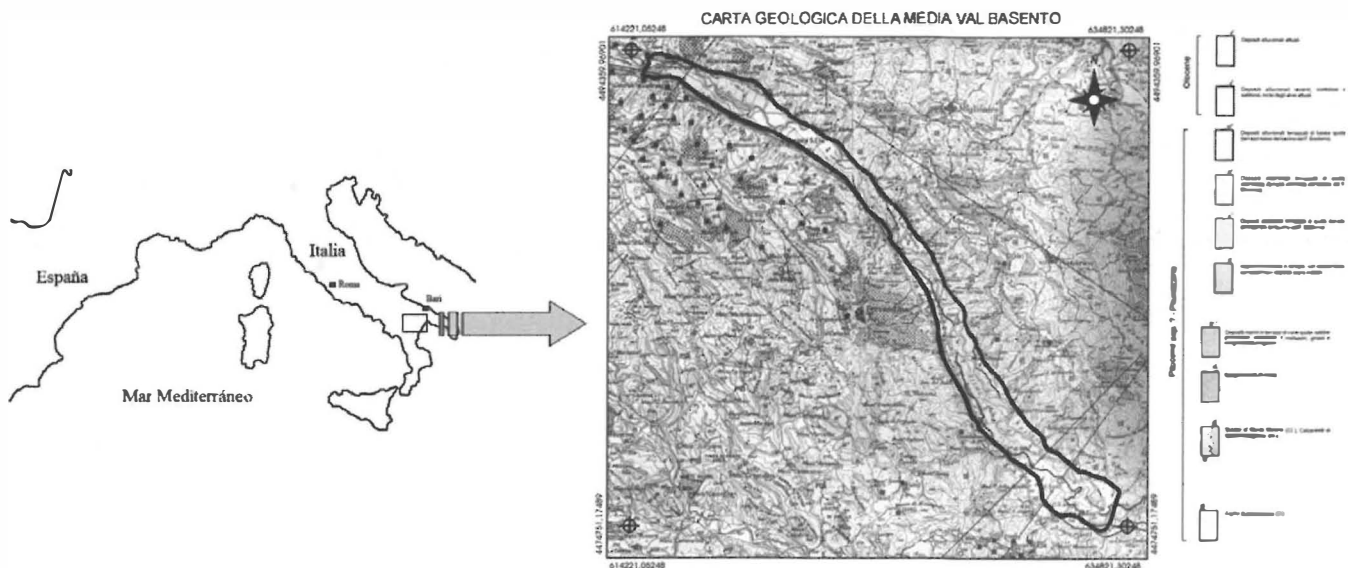


Figura 1: Localización geográfica y entorno geológico

Los resultados obtenidos con planteamientos y métodos clásicos obligan a replantear el problema desde otra perspectiva, que sea más correcta desde un punto de vista conceptual y que no haga uso de supuestos comportamientos apriorísticos de dudoso cumplimiento. Para ello, en primer lugar, se han realizado representaciones tridimensionales, que permitan una exploración objetiva de las distribuciones areales y, por tanto, la detección cualitativa de similitudes y diferencias. Esto a su vez permite plantear modelos conceptuales de comportamiento. Fi-

nalmente se ha utilizado un sistema de reconocimiento de patrones basado en el método de agrupación por máximos relativos -GRMD- (Bellver et al. 2006), que permite cuantificar las similitudes y diferencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, se ha recurrido a representar gráficamente los valores de concentración de Fe y Mn que se obtienen por los métodos convencionales (Fig. 2a) y los va-

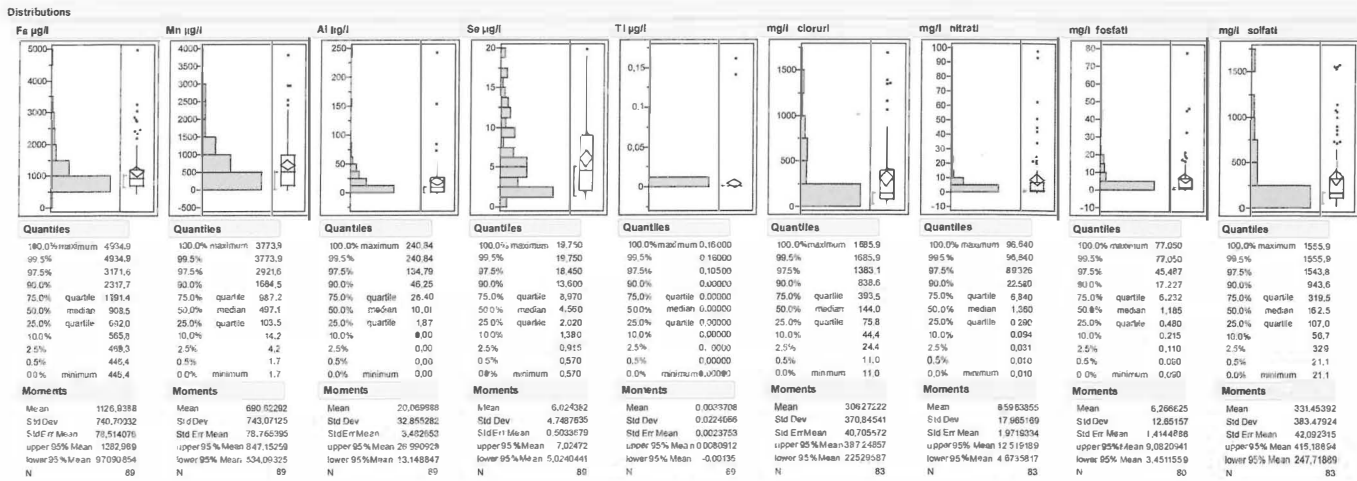


Tabla 1: Estadísticos descriptivos de las variables consideradas.

a									
Correlations									
	Al µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	Ti µg/l	Sb µg/l	mg/l cloruri	mg/l nitrati	mg/l fosfati	mg/l solfati
Al µg/l	1,0000	-0,1484	-0,1688	-0,0997	0,0200	-0,1908	-0,1103	-0,1945	-0,1786
Fe µg/l	-0,1484	1,0000	0,6050	0,3094	-0,1252	0,5638	0,2656	0,4314	0,5275
Mn µg/l	-0,1688	0,6050	1,0000	0,3833	0,0181	0,5926	0,1777	0,5636	0,4381
Ti µg/l	-0,0997	0,3094	0,3833	1,0000	-0,0608	0,2789	-0,0193	0,4735	0,2615
Sb µg/l	0,0200	-0,1252	0,0181	-0,0608	1,0000	-0,1064	-0,1430	-0,0923	-0,0777
mg/l cloruri	-0,1908	0,5638	0,5926	0,2789	-0,1064	1,0000	0,5995	0,6531	0,8493
mg/l nitrati	-0,1103	0,2656	0,1777	-0,0193	-0,1430	0,5995	1,0000	0,4829	0,4490
mg/l fosfati	-0,1945	0,4314	0,5636	0,4735	-0,0923	0,6531	0,4829	1,0000	0,5487
mg/l solfati	-0,1786	0,5275	0,4381	0,2615	-0,0777	0,8493	0,4490	0,5487	1,0000
b									
Nonparametric: Spearman's Rho									
Variable	by Variable	Spearman Rho	Prob> Rho						
Fe µg/l	Al µg/l	-0,1823	0,0872	mg/l nitrati	Ti µg/l	0,0808	0,4675		
Mn µg/l	Al µg/l	-0,1369	0,2007	mg/l nitrati	Sb µg/l	-0,2283	0,0379		
Mn µg/l	Fe µg/l	0,4823	<,0001	mg/l nitrati	mg/l cloruri	0,6126	<,0001		
Ti µg/l	Al µg/l	-0,2275	0,0320	mg/l fosfati	Al µg/l	-0,3921	0,0003		
Ti µg/l	Fe µg/l	0,2302	0,0300	mg/l fosfati	Fe µg/l	0,4122	0,0001		
Ti µg/l	Mn µg/l	0,1984	0,0624	mg/l fosfati	Mn µg/l	0,3062	0,0057		
Sb µg/l	Al µg/l	-0,1092	0,3083	mg/l fosfati	Ti µg/l	0,2020	0,0724		
Sb µg/l	Fe µg/l	-0,1674	0,1169	mg/l fosfati	Sb µg/l	-0,0587	0,6052		
Sb µg/l	Mn µg/l	0,2499	0,0182	mg/l fosfati	mg/l cloruri	0,7074	<,0001		
Sb µg/l	Ti µg/l	-0,0891	0,4062	mg/l fosfati	mg/l nitrati	0,6097	<,0001		
mg/l cloruri	Al µg/l	-0,4273	<,0001	mg/l solfati	Al µg/l	-0,3919	0,0002		
mg/l cloruri	Fe µg/l	0,4754	<,0001	mg/l solfati	Fe µg/l	0,5387	<,0001		
mg/l cloruri	Mn µg/l	0,3561	0,0010	mg/l solfati	Mn µg/l	0,2890	0,0081		
mg/l cloruri	Ti µg/l	0,2329	0,0341	mg/l solfati	Ti µg/l	0,2261	0,0398		
mg/l cloruri	Sb µg/l	-0,0112	0,9199	mg/l solfati	Sb µg/l	0,0111	0,9208		
mg/l nitrati	Al µg/l	-0,2673	0,0146	mg/l solfati	mg/l cloruri	0,8644	<,0001		
mg/l nitrati	Fe µg/l	0,3240	0,0028	mg/l solfati	mg/l nitrati	0,6120	<,0001		
mg/l nitrati	Mn µg/l	-0,0266	0,8114	mg/l solfati	mg/l fosfati	0,7434	<,0001		

Tabla 2: (a) Matriz de correlación (r de Pearson). (b) Correlación no paramétrica (Rho de Spearman).

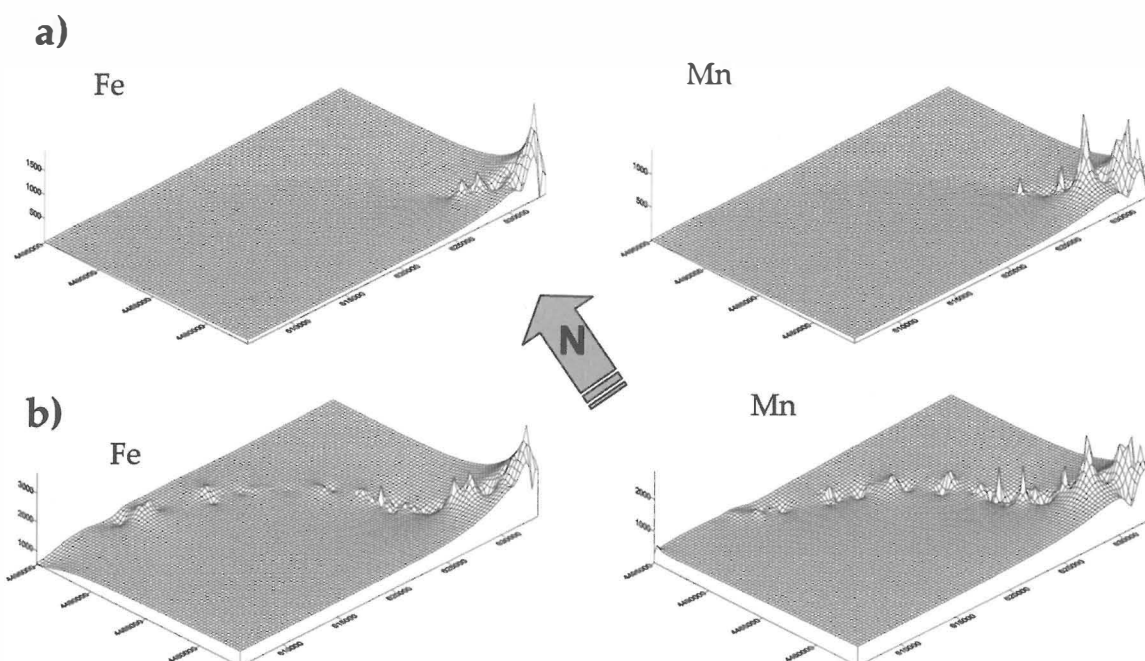


Figura 2: Representación gráfica de los valores de Fe y Mn. (a) Valores obtenidos por métodos convencionales. (b) Valores reales.

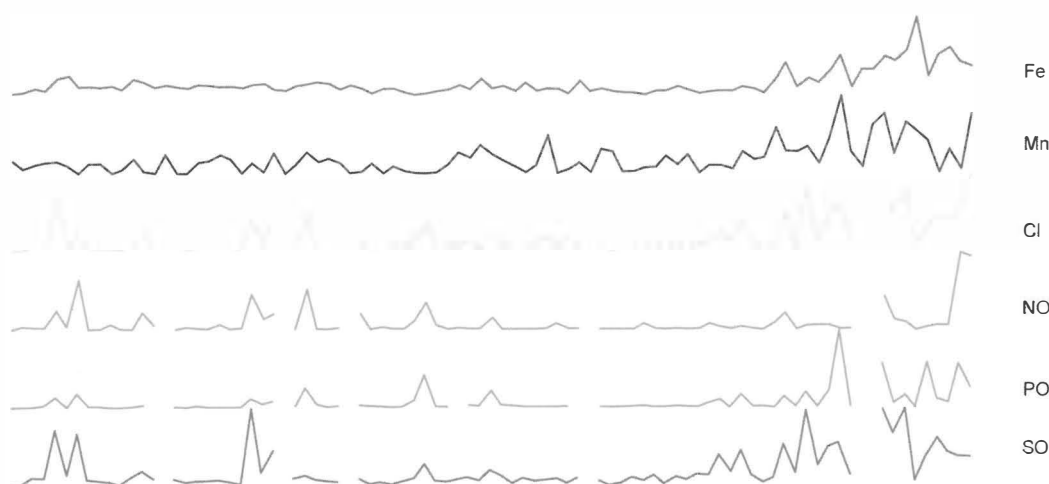


Figura 3: Representación de los valores de concentración de elementos y compuestos analizados siguiendo la dirección de flujo, de izquierda a derecha.

lores reales (Fig. 2b), con el fin de comprobar que los valores obtenidos son, en el mejor de los casos, poco precisos, y de este modo justificar la necesidad de plantear el problema de una manera más objetiva..

Si se enfoca el problema desde un punto de vista de reconocimiento de patrones, es posible incluir en el esquema otras variables que con los métodos tradicionales no aportarían información sino «ruido» (Tabla 2) y que en un primer estadio supondrían una interpretación cualitativa (Fig. 3). El uso posterior de técnicas de reconocimiento no paramétricas, junto con criterios de plausibilidad, permitirían comparar los patrones obtenidos con factores que puedan justificarlos, dándoles de esta forma sentido físico (Fig. 4).

En la Figura 3 se observa que el Fe y Mn apenas presentan aspectos comunes salvo un incremento hacia la derecha. Sin embargo el resto de los elementos y compuestos representados (Cl, NO₃, PO₄ y SO₄) sí parece seguir una pauta común en la zona izquierda de la figura, lo cual hace pensar que pueden darse causas comunes que expli-

quen este comportamiento. Para la identificación de estas «causas comunes» se ha realizado un estudio sobre la fotografía satélite de la zona (Fig. 4a). Se observa que en los lugares en los que se dan los máximos relativos se encuentran asociados a zonas en las que el cauce se ensancha (presencia de meandros), por lo que una posible explicación de estos patrones sería un cambio mineralógico causado por a la presencia de materiales más finos de distinta composición, acumulados debido a la disminución de energía de la corriente, que produciría una disminución de la velocidad de flujo del agua y un aumento del tiempo de contacto entre el agua y los sedimentos. Este comportamiento justificará un incremento de las concentraciones de los elementos y compuestos más solubles. No obstante, las ligeras diferencias de forma entre los patrones, así como la estabilidad general de los fondos, indica la existencia de un efecto de dilución bastante marcado. Esto supone que parte de las concentraciones medidas pueden tener una componente común de origen antropogénico de difícil evaluación y que sólo podría con-

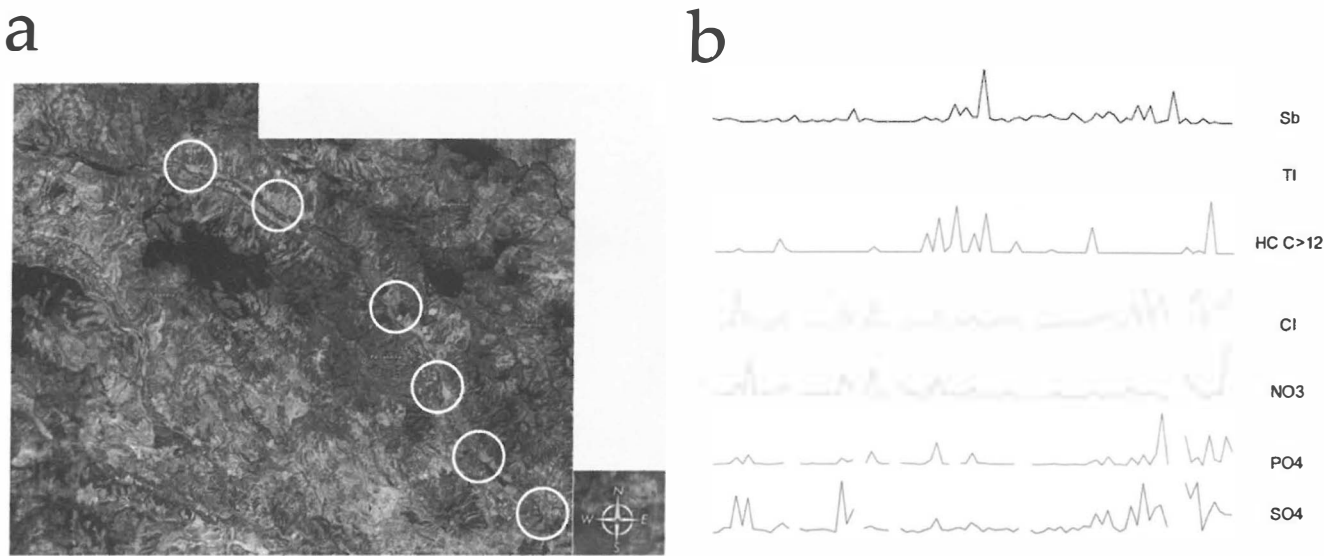


Figura 4: a) Fotografía satélite de la zona de estudio. Los círculos señalan las zonas de baja energía. b) Patrones de distribución de elementos y compuestos de probable origen antropogénico.

firmarse con el estudio de patrones de elementos y compuestos de origen mayoritariamente antropogénico, como son hidrocarburos, Ta o Sb (Fig. 4b), y cuya coincidencia con los anteriores resulta clara. Por lo tanto las distribuciones y comportamientos de Fe y Mn parecen deberse a interacciones complejas entre combinaciones de situaciones naturales y aportes antropogénicos.

CONCLUSIONES

La distribución de Fe y Mn en la zona de estudio no sigue un patrón claro e identificable, lo que obliga a utilizar «información indirecta» en forma de variables que no pre-

sentan apenas relación estadística con las anteriores, pero que sí pueden utilizarse para construir un «modelo conceptual» que explique su distribución.

REFERENCIAS

Carta Geologica d'Italia (Folio 200 «Tricarico» y Folio 201 «Matera»).

Bellver, R.; Fernández, J.; Valderrama, M. J.; Almendros, G. and García-Pelayo, J. M. Early detection of heavy-metal pollution in soil: New pattern recognition method for 3D background appraisal. Environmental Sci. & Technol. In press.