

**INFORME SOBRE LA SITUACION DE LA ZONA  
VULNERABLE A LA CONTAMINACIÓN POR  
NITRATOS DE ORIGEN AGRÍCOLA-SUBMITAD  
NORTE DE LA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA LLANO DE  
INCA-SA POBLA.**

**Convenio Específico de Colaboración entre  
La Direcció General de Recursos Hídrics del  
Govern Balear y el Instituto Geológico y Minero  
de España**



**CAMPAÑA DE MUESTREO SEPTIEMBRE 2008**

**Junio 2009**



**GOVERN BALEAR**

Direcció General de Recursos Hídrics



Instituto Geológico  
y Minero de España

**Este trabajo forma parte de las actividades previstas en el convenio de Colaboración firmado entre la Consellería de Medi Ambient del Govern Balear y el Instituto Geológico y Minero de España, para los años 2005, 2006, 2007 y 2008.**

**Directora del proyecto: Rosa María Mateos Ruíz. IGME**  
**Autora y redacción del Informe: Inmaculada García Moreno. IGME**

**Colaboraciones: Alfredo Barón Períz y Concepción González Casasnovas. DGRH-Govern Balear.**

## **ÍNDICE**

### **I.- INTRODUCCIÓN**

### **II.- LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y PUNTOS DE CONTROL**

### **III.- TRABAJOS REALIZADOS**

### **IV.- CONCLUSIONES**

### **V.- ANEXOS: FIGURAS Y ANÁLISIS QUÍMICOS, SEPTIEMBRE 2008**

## I.- INTRODUCCIÓN

Debido al incremento de la concentración en nitratos de las aguas, asociado al desarrollo de prácticas agrarias, se elaboró por parte de la Unión Europea la “Directiva del Consejo de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura” (91/676/CEE). Esta Directiva compromete a los Estados miembros a realizar una serie de acciones preventivas y correctoras en las zonas designadas como vulnerables a la contaminación por nitratos, definidas como superficies conocidas del territorio cuya escorrentía fluya hacia las aguas afectadas por este tipo de contaminación (más de 50 mg/L  $\text{NO}_3^-$ ) o las susceptibles a serlo.

Dicha Directiva se incorporó al Ordenamiento Jurídico español mediante el Real Decreto 261/1996 de 16 de Febrero, teniendo como objetivo fundamental prevenir y corregir la contaminación de las aguas continentales y litorales, causada por nitratos de origen agrario.

En cumplimiento con la legislación existente, el Govern de les Illes Balears, declaró, en el año 2000, BOCAIB 11 de marzo de 2000, la submitad norte de la UH del Llano de Inca – Sa Pobla como zona vulnerable a la contaminación por nitratos.

Para llevar a cabo los objetivos recogidos en el Real Decreto se ha suscrito un Convenio de Colaboración entre la Consellería de Medi Ambient del Govern Balear y el Instituto Geológico y Minero de España, fruto del cual se ha realizado el documento que se presenta.

El objetivo de este trabajo es el seguimiento de la red específica de control de nitratos en la zona designada como vulnerable, de la Unidad Hidrogeológica correspondiente a la submitad septentrional del Llano de Inca – Sa Pobla, que corresponde a la cubeta de Sa Pobla. Este seguimiento se realiza con el fin de reducir la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos procedentes de fuentes agrarias.

Los objetivos del convenio firmado por ambos organismos se centran en cuatro puntos principales:

- Optimización de la red específica de pozos de control
- Análisis periódico del contenido en ión nitrato de las aguas subterráneas bombeadas en los pozos de control, para cuantificar la contaminación.
- Control de la distribución de la contaminación.
- Control de los parámetros que intervienen directa e indirectamente en la contaminación, abono, clima (precipitación y temperatura), espesor de la zona no saturada.

Una vez realizados los muestreos en los pozos de la red específica de control, se ha llevado a cabo la realización de mapas de isonitratos para ver su distribución espacial, así como diversos diagramas de evolución de nitratos para ver su distribución temporal. También se ha incorporado un mapa de piezometría de los acuíferos de la zona vulnerable, con la finalidad de establecer una relación entre el espesor de la zona no saturada del acuífero y el contenido en ión nitrato.

## **II.- LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y PUNTOS DE CONTROL**

La zona de estudio se encuentra ubicada en el sector nororiental de la Isla de Mallorca en la cual se encuentran ubicados parcialmente los municipios de Llubí, Búger, Sa Pobla, Santa Margarita y Muro, concentrándose en esta zona la actividad agrícola más importante de la isla, con fuerte predominio de los cultivos de regadío sobre los de secano.

Los acuíferos que se explotan en la zona vulnerable son:

- Dolomías y calizas dolomíticas del Lías. Este acuífero se explota localmente en el borde septentrional de la zona vulnerable, corresponde al dominio de la Serra de Tramuntana y es explotado para abastecimiento urbano de la Bahía de Alcúdia. Los pozos que se explotan están localizados en el área de Crestatx y de Son Barba-S'Hort des Moro.
- Calizas de plataforma y complejo arrecifal del Mioceno en la franja de Llubí – Muro. Se explota principalmente a través de los pozos de “Sa Marineta” que abastecen a la ciudad de Palma.
- Calcarenitas bioclásticas, gravas limos y arenas del pliocuaternario. Se extiende por el Llano de Sa Pobla (la mayor parte de la zona de estudio) y es el más afectado por la contaminación de nitratos de origen agrícola

Los pozos que actualmente forman parte de la red de nitratos (61 puntos), están distribuidos en la zona vulnerable del Llano de Inca Sa-Pobla. Cada dos meses se realiza una campaña de campo donde se miden los niveles piezométricos del acuífero en los pozos y se muestrea el agua para su posterior análisis químico. En la figura 1 se muestra delimitada la zona vulnerable así como los pozos muestreados en la campaña de septiembre de 2008.

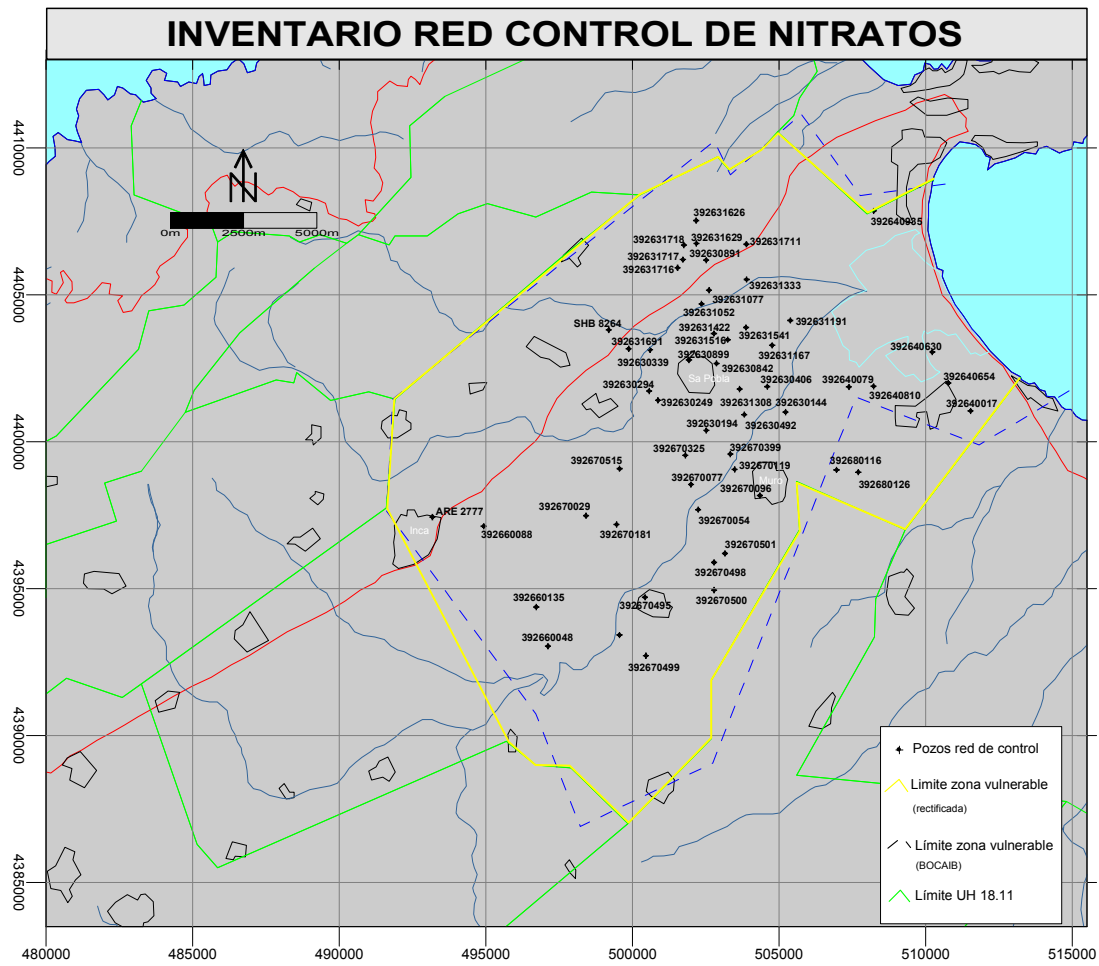


Figura 1.- Distribución de la red de control de nitratos. Campaña septiembre 2008

### **III.- TRABAJOS REALIZADOS**

Los trabajos realizados para llevar a cabo el estudio de contaminación de nitratos de la zona vulnerable en el Llano de Inca-Sa Pobla, se basan en los siguientes puntos: trabajo de campo, trabajo de laboratorio y trabajo de gabinete.

Se ha realizado una campaña de muestreo llevada a cabo el mes de septiembre de 2008 de 55 pozos. En esta campaña se realizó una recogida de muestras de agua, y se tomó medida del nivel piezométrico en la red de piezometría existente del IGME.

Las muestras recogidas se han enviado al laboratorio homologado que el IGME tiene en Tres Cantos (Madrid), donde se ha realizado un análisis químico completo a cada muestra, que consta de los siguientes parámetros:

DQO,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3H^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ , pH, Conduc.,  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $SiO_2$ .

Los resultados analíticos obtenidos por el laboratorio se muestran en el anexo de este informe.

El análisis de los datos obtenidos, tratamiento gráfico e interpretación se exponen en los siguientes apartados

#### **Distribución y cuantificación de la contaminación**

La distribución espacial de los contenidos en ión nitrato para las muestras recogidas en el mes de septiembre de 2008 se representan en el mapa de la figura 5. En dicho mapa se puede observar, como en campañas anteriores, dos focos de mayor concentración situados entre las localidades de Muro y Sa Pobla y al este de Sa Pobla, detectándose, en esta campaña, pozos entre las localidades de Muro y Sa Pobla con contenidos en ión nitrato de 360 mg/L, así como pozos con concentraciones de hasta 520 mg/L al este de la localidad de Sa Pobla. Esta distribución parece coincidir con zonas donde se produce una intensa actividad agrícola y donde el nivel freático del acuífero se encuentra más cerca de la superficie. Comparando los mapas de isocontenidos en ión nitrato para los meses de julio y septiembre del año 2008 se puede observar que en este último mes el foco de contaminación situado entre las localidades de Muro y Sa Pobla parece haber disminuido, así como el valor máximo detectado en esta campaña que ha sido de 520 mg/L frente a los 620 mg/L del mes de mayo.

Los pozos muestreados ubicados en el acuífero liásico de Crestatx, al norte de la zona de estudio, siguen presentando contenidos muy bajos del ión nitrato, inferiores a 50 mg/L. Esto es debido a la existencia de una barrera natural impermeable que independiza el acuífero. Sin embargo, algunos de los pozos situados en el acuífero de Son Barba - S'Hort des Moro, situado al este del acuífero de Crestatx, presentan concentraciones en ión nitrato de 130 mg/L, lo que evidencia que existe conexión hidráulica entre este acuífero y el pliocuaternario del Llano de Sa Pobla.

En relación al contenido en ión nitrato de los 55 pozos muestreados, en la campaña del mes de septiembre del 2008, el 42 % de los pozos presentan contenidos inferiores a 50

mg/L, (límite de potabilidad), siendo el mismo porcentaje que en la campaña de julio, (Figura 2). No obstante si nos fijamos en la distribución de los contenidos en ión nitrato, (Figura 3), se puede observar que en el mes de septiembre el porcentaje de pozos con concentraciones superiores a 300 mg/L ha descendido, pasando de un 14% en el mes de julio a un 5% en el mes de septiembre, lo que refleja una cierta mejora de la calidad del acuífero en este último mes.

Porcentaje de pozos con valores en ión nitrato superiores a 50 mg/L.  
Septiembre 2008

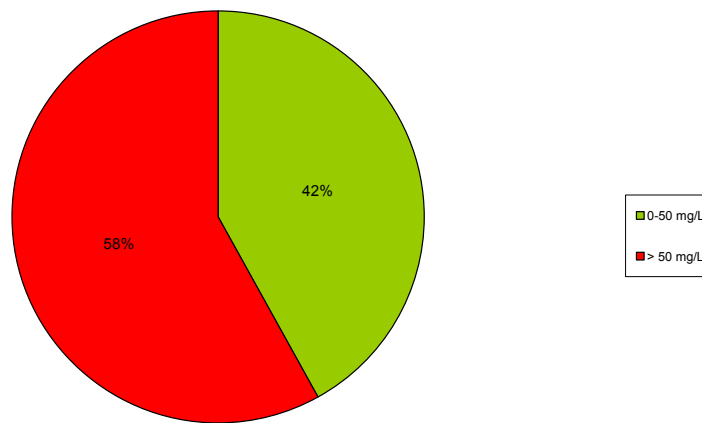


Figura 2.- Porcentaje de pozos de la red de control con valores en ión nitrato superiores e inferiores al límite de potabilidad (50 mg/L), para el mes de septiembre de 2008.

Distribución de los contenidos en ión nitrato. Septiembre 2008

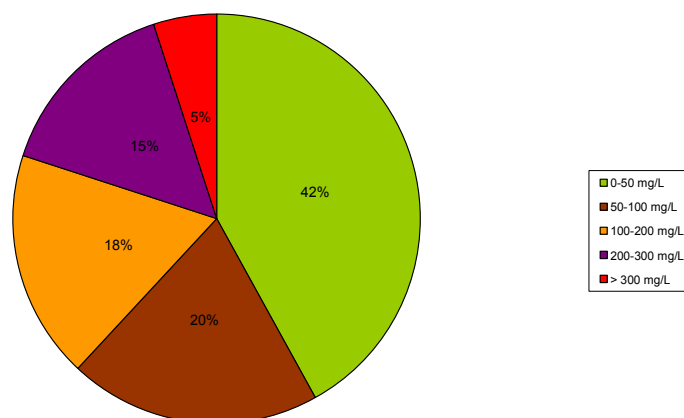


Figura 3.- Distribución de los contenidos en ión nitrato, según diferentes intervalos definidos, para el mes de septiembre del 2008



En la grafica de la figura 7 se comparan los pozos muestreados en los meses de julio, septiembre y noviembre de 2007 y enero, marzo, mayo, julio y septiembre de 2008. Si comparamos los valores de ión nitrato de este mes con respecto a la campaña anterior se aprecia un aumento en la contaminación en el 20 % de los pozos, mientras que el 80 % han disminuido la concentración en ión nitrato o se ha mantenido constante. Por otro lado, si observamos los contenidos en ión nitrato en cada pozo muestreado, no se observa una tendencia clara en la evolución de las concentraciones, ya que, en la mayoría de los pozos, éstas fluctúan.

### **Piezometría. Relación entre la contaminación y el espesor de la zona no saturada del acuífero.**

Los pozos que forman parte de la red de control explotan principalmente el acuífero superior pliocuaternario del Llano de Sa Pobla, localmente el acuífero liásico en el borde septentrional de la zona vulnerable y el acuífero Mioceno en la franja de Llubí-Muro.

En el mapa de la figura 6 se muestra el mapa de isopiezas de la Zona Vulnerable del mes de julio, que presenta una distribución de isopiezas muy similar a la de los meses anteriores, siendo el valor de las cotas de agua del mes de septiembre ligeramente inferiores a las de julio y mayo. Se puede observar que existe un flujo de agua subterránea de dirección O-E, con sentido hacia el E, tanto en el acuífero pliocuaternario como en el Mioceno. Las cotas de agua decrecen progresivamente, desde la zona de Campanet hasta la Albufera de Mallorca, donde los niveles piezométricos del acuífero se encuentran a cotas cercanas al nivel de mar. En el acuífero liásico, situado en el borde septentrional de la zona vulnerable, en las últimas estribaciones de la Serra de Tramuntana, los niveles dinámicos de agua se sitúan por debajo de la cota cero, midiendo cotas de hasta - 75 m por debajo del nivel del mar debido al aumento de las extracciones en los meses de verano. Los pozos de “Sa Marineta”, que abastecen a Palma, en las campañas anteriores presentaban un cono de bombeo con niveles dinámicos de agua por debajo de la cota cero, encontrando cotas de agua de hasta - 18 m en el mes de mayo. No obstante en el mes de julio y septiembre este cono ha desaparecido, debido a que durante estos últimos meses han disminuido las extracciones de agua de ellos.

Al igual que en campañas anteriores los mayores contenidos de ión nitrato se localizan al este de la localidad de Sa Pobla, con concentraciones de hasta 520 mg/L, donde el nivel de agua se encuentra muy próximo a la superficie, lo que confirma que existe una relación entre las concentraciones de este parámetro y la profundidad del nivel piezométrico en el acuífero. (Ver figura 4).

#### IV.- CONCLUSIONES

- La distribución espacial de los contenidos en ión nitrato del mes de septiembre de 2008 es similar a la de campañas anteriores. El porcentaje de pozos con contenido en ión nitrato mayor de 50 mg/L coincide con el de la campaña anterior (58% de los pozos). No obstante, se puede observar una disminución en el porcentaje de pozos con concentraciones superiores a 300 mg/L, pasando de un 14% en el mes de julio a un 5% en el mes de septiembre, lo que refleja una cierta mejora de la calidad del acuífero en septiembre.
- Si comparamos las isopiezas de los meses de mayo, julio y septiembre de 2008, se observa un descenso en las cotas de agua debido a la escasez de precipitaciones durante el verano.
- En relación a la campaña anterior, el 80% de los pozos analizados ha disminuido la concentración en ión nitrato o se ha mantenido constante.
- Al igual que en los meses anteriores se siguen observando dos focos principales de contaminación, uno situado en el sector oriental de la localidad de Sa Pobla y el otro entre los núcleos urbanos de Sa Pobla y Muro. Este último foco de contaminación parece haber disminuido en la campaña de septiembre.
- Las mayores concentraciones de ión nitrato se localizan en pozos que explotan el acuífero pliocuaternario, con valores de hasta 520 mg/L, y en menor medida el acuífero Mioceno, con valores de hasta 170 mg/L en este acuífero. Se sigue observando que existe una relación entre las concentraciones de ión nitrato y la profundidad del nivel piezométrico en el acuífero. Los mayores contenidos de este parámetro se localizan al Este de la localidad de Sa Pobla, donde el espesor de la zona no saturada del acuífero es menor.
- Los pozos con concentraciones en ión nitrato inferiores a 50 mg/L están relacionados principalmente con el acuífero liásico de Crestatx, que aflora al norte de la zona de estudio, ya que existe una barrera natural impermeable que independiza este acuífero, evitándose la contaminación. No corren la misma suerte los pozos ubicados en el acuífero de Son Barba-S'Hort des Moro, situado al Este de Crestatx, con concentraciones en ión nitrato de hasta 130 mg/L, lo que evidencian la conexión hidráulica entre este acuífero y el del Llano de Sa Pobla.

## V.- FIGURAS Y ANÁLISIS QUÍMICOS

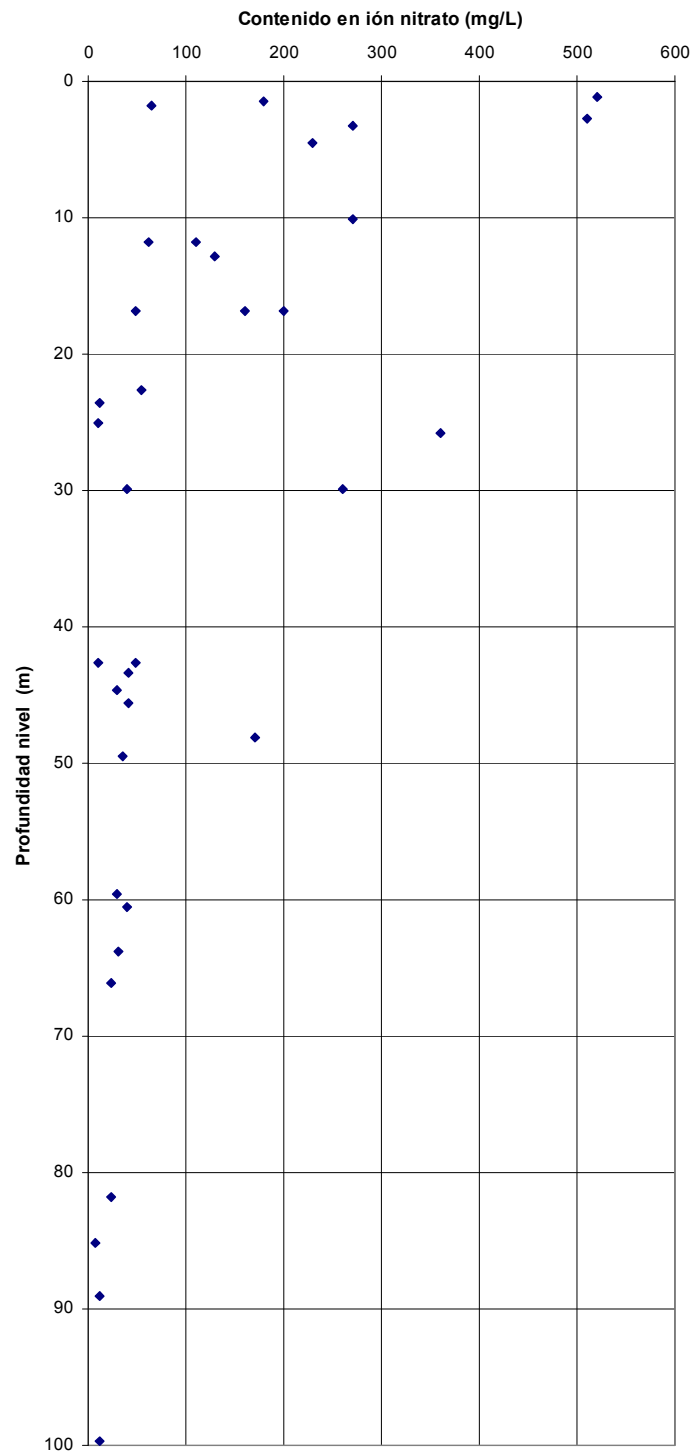


Figura 4.- Relación entre el contenido en ión nitrato (mg/L) y la profundidad del nivel freático (m) para el mes de septiembre. Los mayores contenidos se detectan en aquellos pozos donde el nivel freático está más superficial y, por lo tanto, existe menor espesor de zona no saturada.

### MAPA DE ISOCONTENIDOS EN IÓN NITRATO (SEPTIEMBRE 2008)

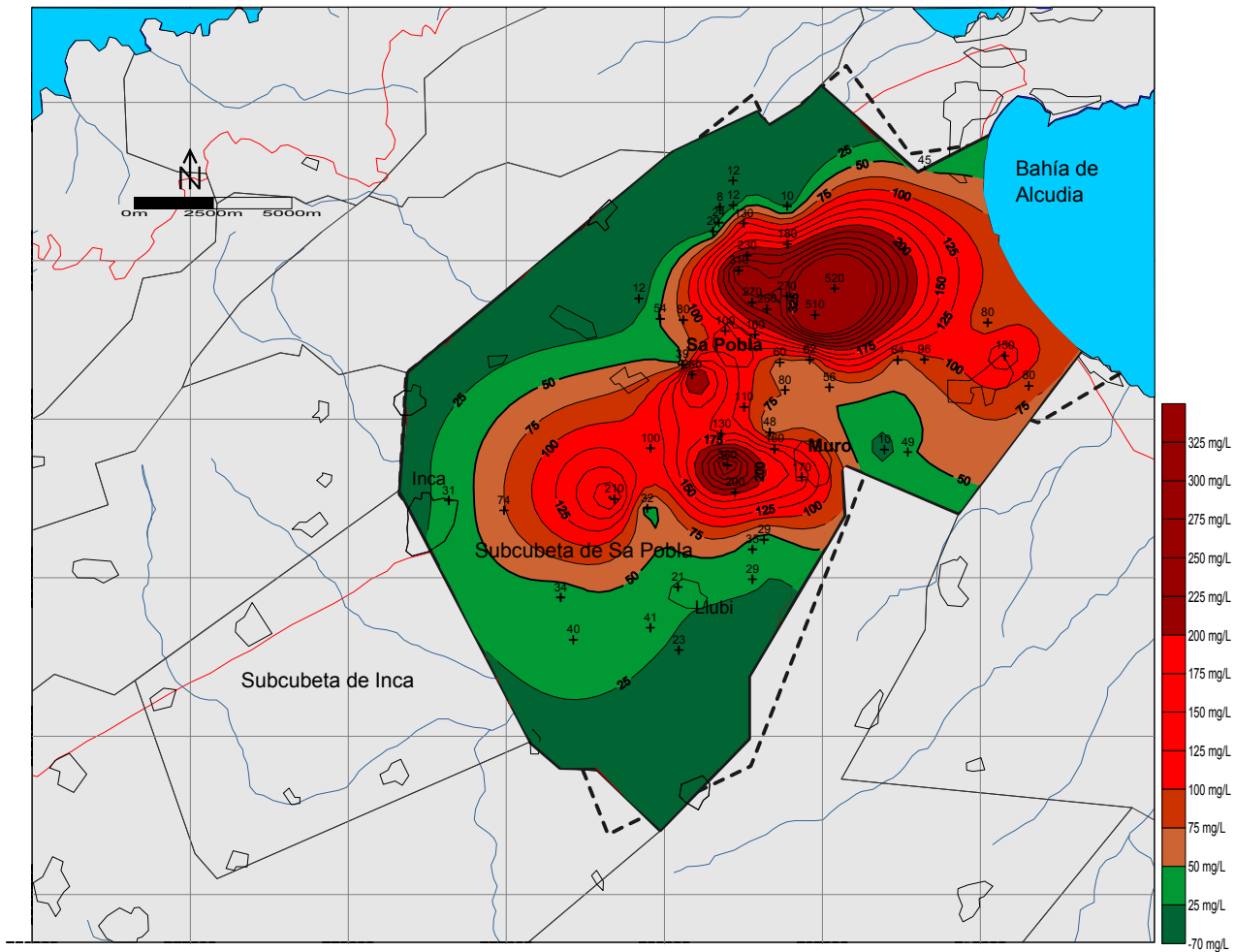


Figura 5.- Mapa de isocontenidos en ión nitrato (mg/L) en la zona vulnerable. Septiembre 2008

MAPA DE ISOPIEZAS (SEPTIEMBRE 2008)

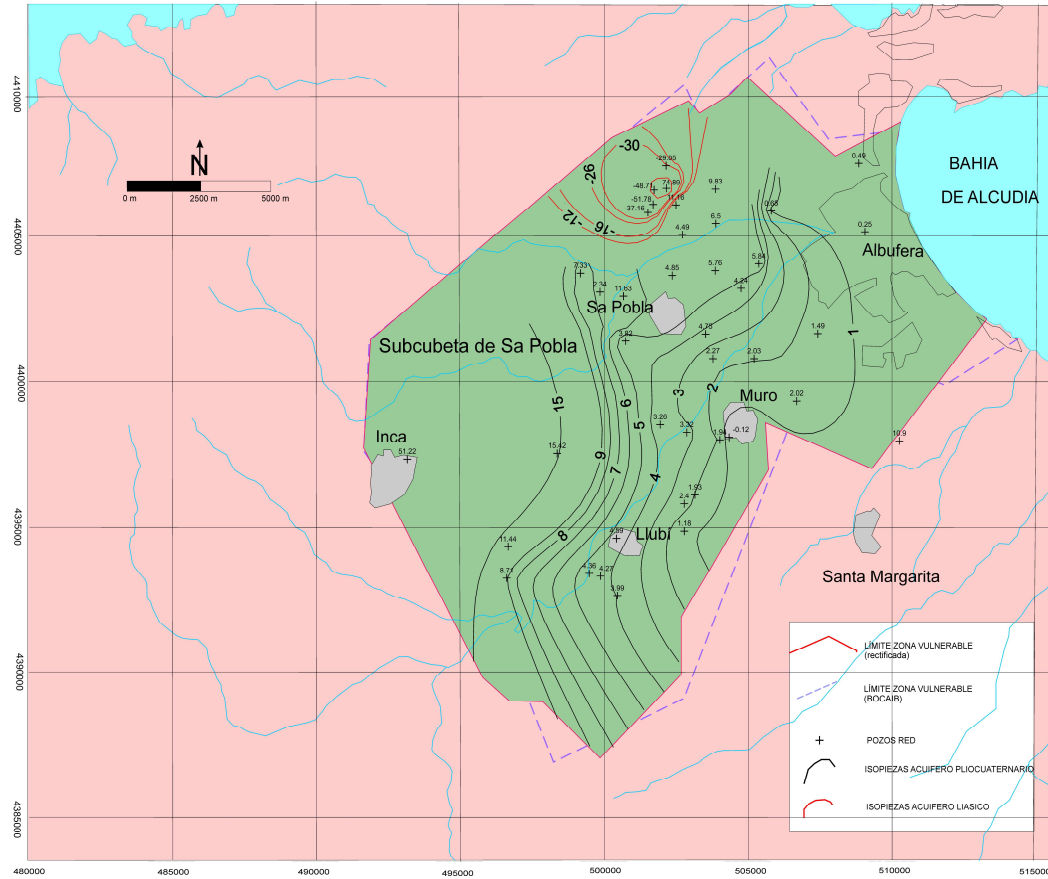


Figura 6.- Mapa de isopiezas (m.s.n.m.) del acuífero pliocuaternario y liásico de la Zona Vulnerable. Septiembre 2008

## Contenido en ión nitrato

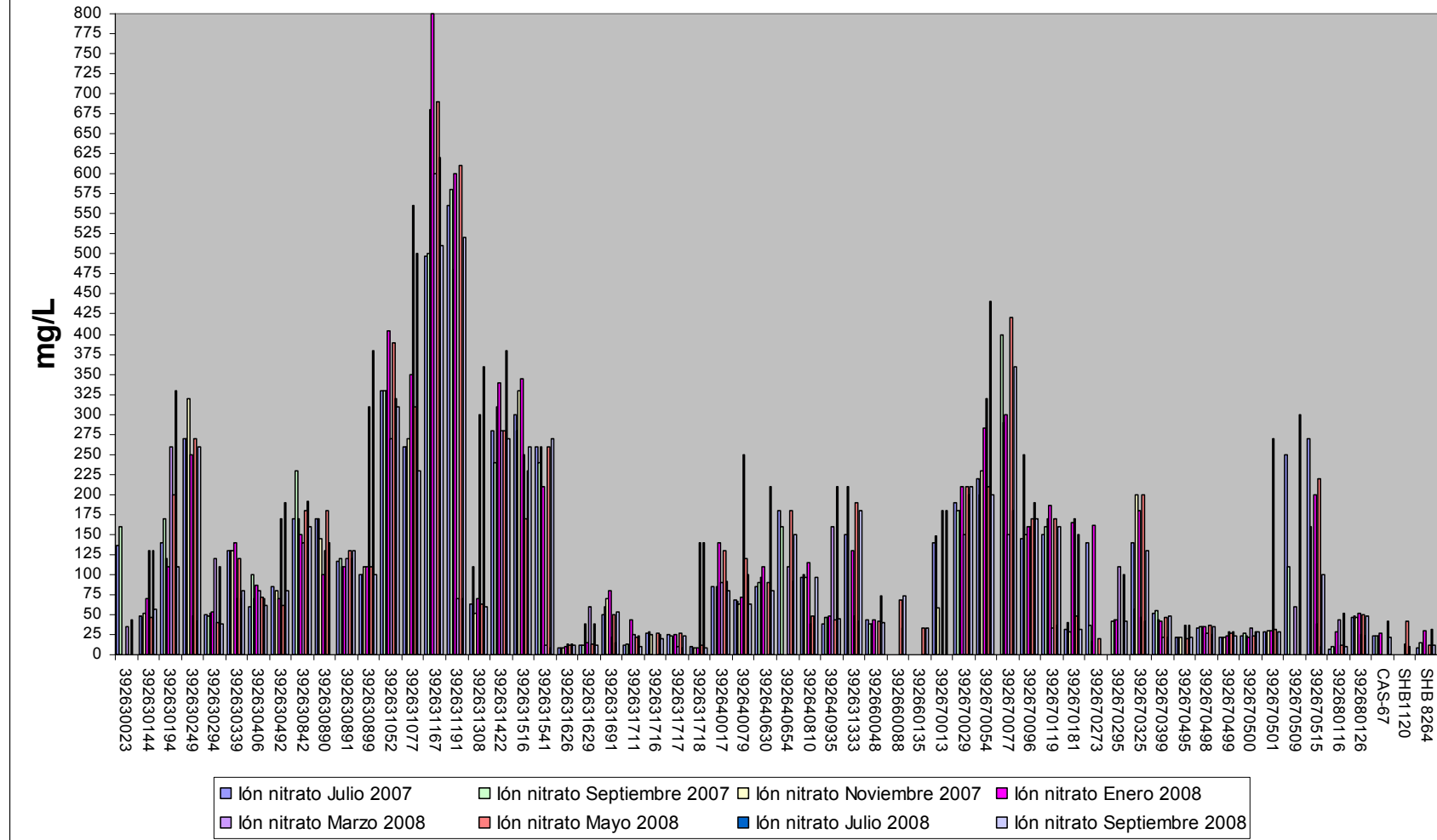


Figura 7.- Contenido en ión nitrato en los meses de Marzo, Julio, Septiembre y Noviembre de 2007 y Enero, Marzo, Mayo, Julio y septiembre de 2008.

### Análisis químicos Septiembre 2008

HojaOCTPunto	x	y	Fecha toma	Condut	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
392630023	503430	4406163									
392630144	505221	4401007	24/09/2008	968	141	82	32	94	215	100	56
392630194	502520	4400383	12/09/2008	1027	149	89	25	126	208	115	110
392630249	500871	4401409	22/09/2008	1549	216	102	47	174	143	195	260
392630294	500569	4401727	22/09/2008	864	110	49	25	96	206	72	39
392630334	500599	4403129	22/09/2008	830	76	41	28	94	212	73	80
392630406	504598	4401875	22/09/2008	824	112	49	23	91	150	77	62
392630492	503814	4400922	24/09/2008	954	129	52	27	115	199	94	80
392630842	502867	4402666	22/09/2008	1285	181	104	36	128	162	150	160
392630890	502936	4406068									
392630891	502513	4406179	26/09/2008	2595	600	275	68	182	197	161	130
392630899	501927	4402783	22/09/2008	1163	180	96	36	109	189	110	100
392631052	502356	4404690	23/09/2008	1429	139	74	50	192	141	242	310
392631080	502612	4405158	23/09/2008	1575	237	120	49	164	149	187	230
392631167	504764	4403283	22/09/2008	3145	396	254	61	296	183	360	510
392631191	505384	4404127	22/09/2008	3545	468	280	84	350	151	520	520
392631309	503654	4401792	23/09/2008	936	137	69	26	96	184	80	60
392631333	503894	4405523	23/09/2008	1627	246	132	48	180	240	215	180
392631452	502777	4403681	23/09/2008	1225	236	125	50	180	176	189	270
392631516	503248	4403472	24/09/2008	1619	229	120	48	180	186	215	260
392631541	503871	4403889	24/09/2008	1802	270	137	47	186	167	211	270
392631626	502173	4407528	26/09/2008	871	89	45	55	62	350	34	12
392631629	502180	4406750	26/09/2008	866	85	43	48	77	360	38	12
392631691	499871	4403165	23/09/2008	776	74	40	27	85	223	60	54
392631711	503886	4406722	26/09/2008	3215	704	328	78	130	242	106	10
392631716	501538	4405922	26/09/2008	802	83	40	46	68	304	43	20
392631717	501720	4406200	26/09/2008	824	85	43	46	66	299	44	24
392631718	501754	4406695	26/09/2008	749	79	41	45	56	290	40	8

392640017	511530	4401049	10/09/2008	3113	720	430	70	123	261	178	80
392640079	507382	4401866	12/09/2008	2763	530	326	58	95	212	162	64
392640630	510226	4403053	22/09/2008	4225	1120	728	98	107	148	450	80
392640654	510769	4401999	22/09/2008	3185	730	445	68	115	194	201	150
392640810	508222	4401886	22/09/2008	1797	390	233	53	116	240	151	96
392640935	508229	4407857	22/09/2008	3065	810	164	45	314	57	45	45
392660048	497118	4393041	12/09/2008	791	140	80	27	61	144	74	40
392660088	494925	4397125	29/09/2008	1341	161	88	45	152	340	154	74
392660135	496717	4394375	29/09/2008	1017	123	77	32	102	285	95	34
392670013	502802	4398391									
392670029	498416	4397482	24/09/2008	1148	141	53	43	134	171	94	210
392670054	502242	4397688	12/09/2008	1294	201	99	26	166	129	160	200
392670077	501995	4398544	24/09/2008	2235	270	152	34	248	124	280	360
392670096	504345	4398170	24/09/2008	1247	181	99	46	79	209	83	170
392670119	503484	4399059	24/09/2008	1271	171	92	33	150	204	144	160
392670181	499457	4397184	22/09/2008	1176	177	114	23	111	220	135	32
392670273	501559	4397606									
392670295	499556	4393423	23/09/2008	866	103	52	28	86	208	75	41
392670325	501804	4399536	12/09/2008	1169	159	90	30	140	205	139	130
392670399	503337	4399582	24/09/2008	797	102	46	21	97	187	73	48
392670495	500428	4394707	24/09/2008	769	84	46	37	72	266	61	21
392670498	502784	4395893	23/09/2008	890	102	51	32	91	228	90	35
392670499	500459	4392717	23/09/2008	1178	107	68	57	124	211	310	23
392970500	502784	4394950	23/09/2008	1281	127	84	62	140	230	352	29
392670501	503154	4396198	23/09/2008	856	116	68	35	68	215	80	29
392670509	504310	4398191									
392670515	499560	4399084	23/09/2008	991	118	69	37	97	212	100	100
392680116	506960	4399041	26/09/2008	1456	340	225	44	59	330	45	10
392680126	507701	4398963	26/09/2008	1444	225	129	57	119	300	174	49
SHB 8264	499192	4403807	26/09/2008	598	57	33	23	60	209	41	12
CAS 67	499741	4395996	24/09/2008	635	84	44	28	57	210	32	22
SHB 1120	492109	4397413									
ARE 2777	493175	4397436	29/09/2008	886	126	76	25	83	203	85	31