

**INFORME SOBRE LA SITUACION DE LA ZONA  
VULNERABLE A LA CONTAMINACIÓN POR  
NITRATOS DE ORIGEN AGRÍCOLA-SUBMITAD  
NORTE DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA 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 JULIO 2008**

**Abril 2009**



**GOVERN BALEAR**

Direcció General de Recursos Hídrics



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



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, JULIO 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 julio de 2008.

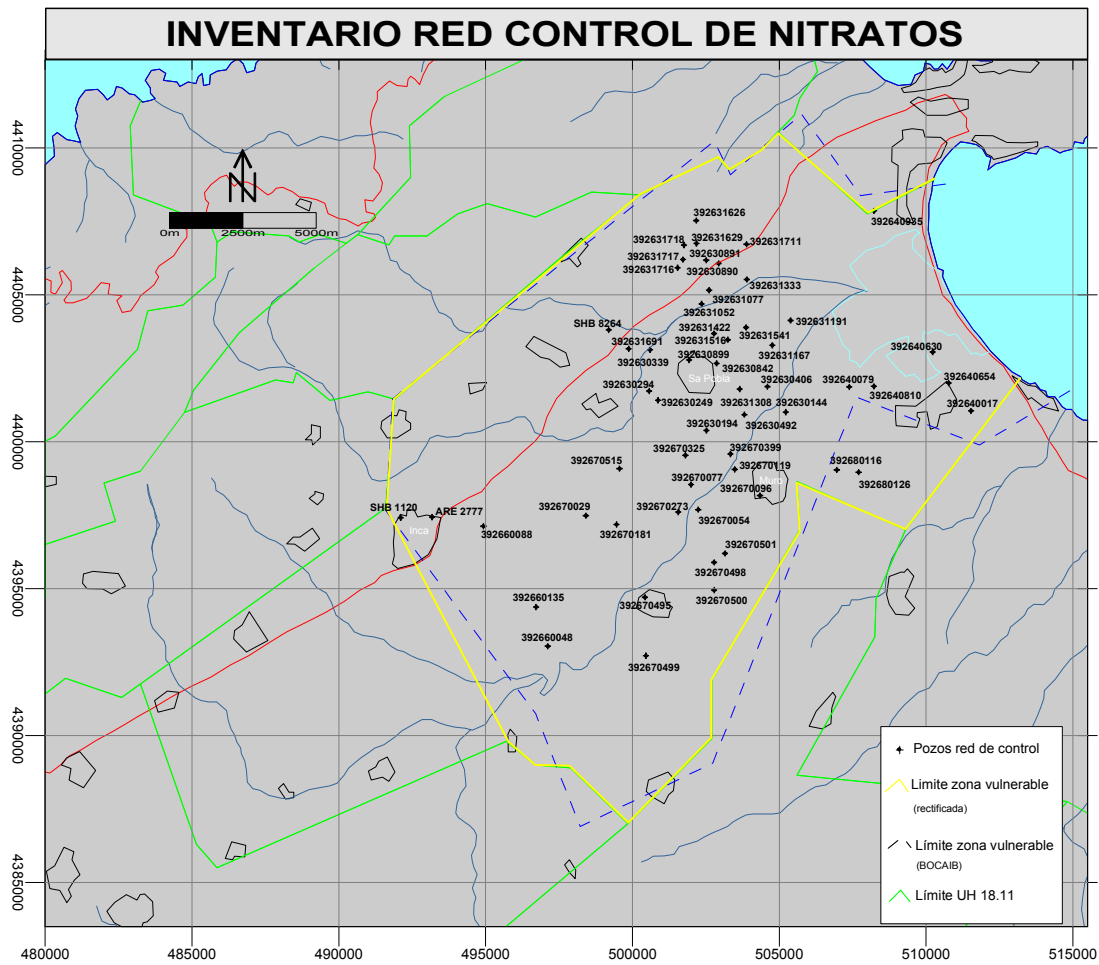


Figura 1.- Distribución de la red de control de nitratos. Campaña Julio 2008

### **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 julio de 2008 de 57 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 julio 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 440 mg/L, así como pozos con concentraciones de hasta 620 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 mayo y julio del año 2008 se puede observar que la distribución de la contaminación es muy parecida en estas dos últimas campañas, no ocurriendo así con el valor de las concentraciones del ión nitrato que parece haber aumentado en el mes de julio.

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, menores de 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 192-140 mg/L, que evidencia que existe conexión hidráulica entre este acuífero y el pliocuaternario del Llano de Sa Pobla. En esta zona la tendencia de la contaminación, en los últimas campañas realizadas, (enero, marzo, mayo

y julio de 2008) parece haber ido ascendido, ya que se han determinado valores de 100 mg/L, 140 mg/L, 180 mg/L y 192 mg/L, respectivamente.

En relación al contenido en ión nitrato de los 57 pozos muestreados, en la campaña del mes de julio del 2008, el 42 % de los pozos presentan contenidos inferiores a 50 mg/L, (límite de potabilidad) frente al 46% de la campaña de mayo. Ver figura 2.

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

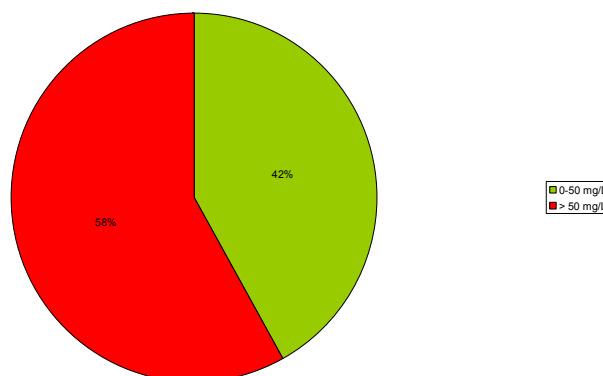


Figura 2.- Porcentaje de pozos de la red de control con valores en ión nitrato superiores e inferiores al límite de potabilidad (50 mg/L), para el mes de julio de 2008.

La distribución de los contenidos en ión nitrato para el mes de julio se puede ver en la figura 3. Si comparamos con la distribución obtenida en el mes de mayo se observa que el porcentaje de pozos con concentraciones superiores a 300 mg/L ha ascendido, pasando de un 9 % en el mes de mayo a un 14% en el mes de julio, lo que refleja un empeoramiento de la calidad del acuífero en este último mes. Esto mismo se puede observar en el porcentaje de pozos con concentraciones inferiores a 50 mg/L.

Distribución de los contenidos en ión nitrato. Julio 2008

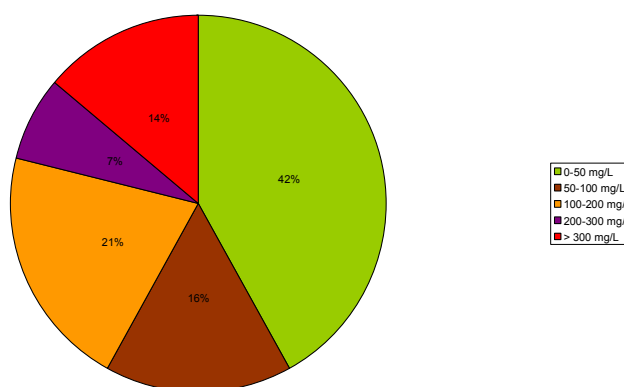


Figura 3.- Distribución de los contenidos en ión nitrato, según diferentes intervalos definidos, para el mes de julio del 2008



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 y julio 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 48 % de los pozos, mientras que el 52 % 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.

Si se comparan las campañas del mes de julio, en los años 2007 y 2008, en el último año las concentraciones en ión nitrato ascienden en un 65% de los pozos muestreados.

### **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 Llubi-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 julio ligeramente inferiores a las de 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 - 87 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 este cono ha desaparecido, debido a que durante el mes de julio 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 620 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 julio de 2008 es similar a la de campañas anteriores. No obstante el valor de la concentración del ión nitrato parece haber aumentado en el mes de julio, ya que el porcentaje de pozos con contenido en ión nitrato mayor de 50 mg/L ha aumentado ligeramente (58% de los pozos).
- Si comparamos las isopiezas de los meses de mayo y julio de 2008, se observa un descenso en las cotas de agua debido a la disminución de las precipitaciones.
- En relación a la campaña anterior, se detecta un ligero aumento de la concentración en ión nitrato para el 48 % de los pozos analizados, mientras que el 52 % han disminuido la concentración o se ha mantenido constante.
- Al igual que en los meses anteriores se siguen observando dos focos principales de contaminación, uno situado entre los núcleos urbanos de Sa Pobla y Muro, y el otro en el sector oriental de la localidad de Sa Pobla.
- Las mayores concentraciones de ión nitrato se localizan en pozos que explotan el acuífero pliocuaternario, con concentraciones de ión nitrato de hasta 620 mg/L, y en menor medida el acuífero Mioceno, encontrando valores de ión nitrato de hasta 180 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 192 mg/L, que evidencian la conexión hidráulica entre este acuífero y el del acuífero septentrional del Llano de Sa Pobla.

## V.- FIGURAS Y ANÁLISIS QUÍMICOS

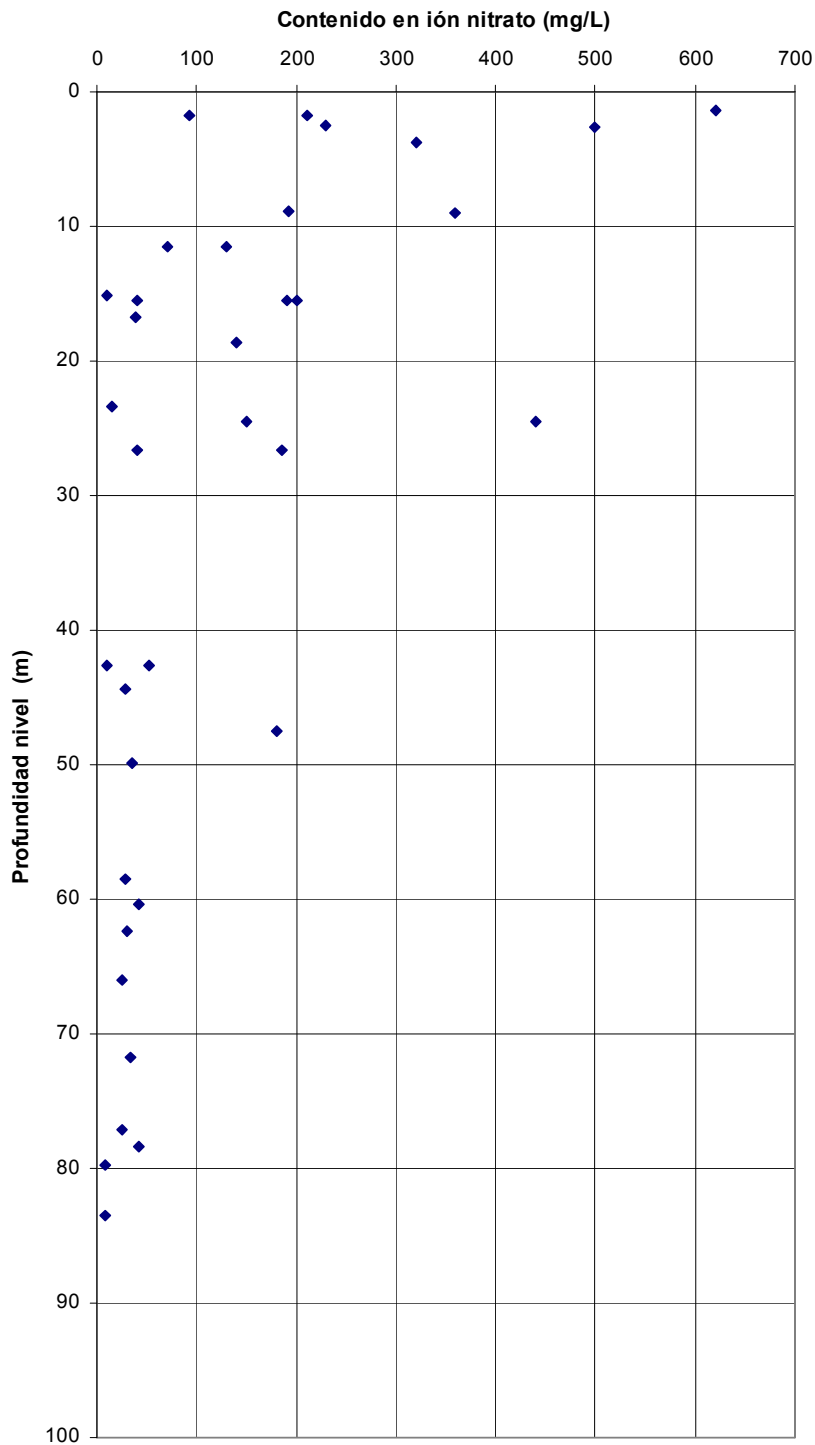


Figura 4.- Relación entre el contenido en ión nitrato (mg/L) y la profundidad del nivel freático (m) para el mes de julio. Los mayores contenidos se detectan en aquellos pozos donde el nivel freático está más superficial y, por lo tanto, existe menor espesor de zona no saturada.

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

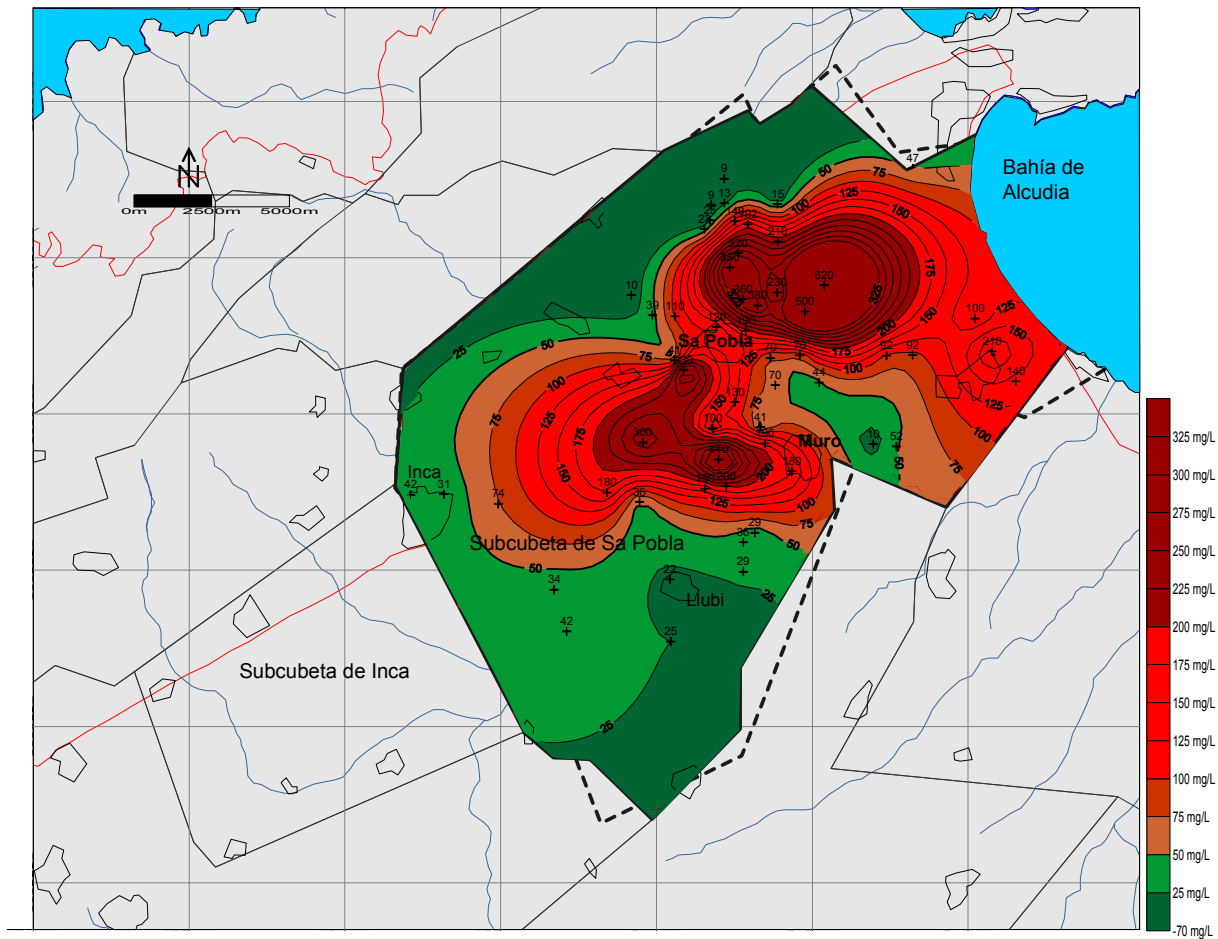


Figura 5.- Mapa de isocontenidos en ión nitrato (mg/L) en la zona vulnerable. Julio 20008

MAPA DE ISOPIEZAS (JULIO 2008)

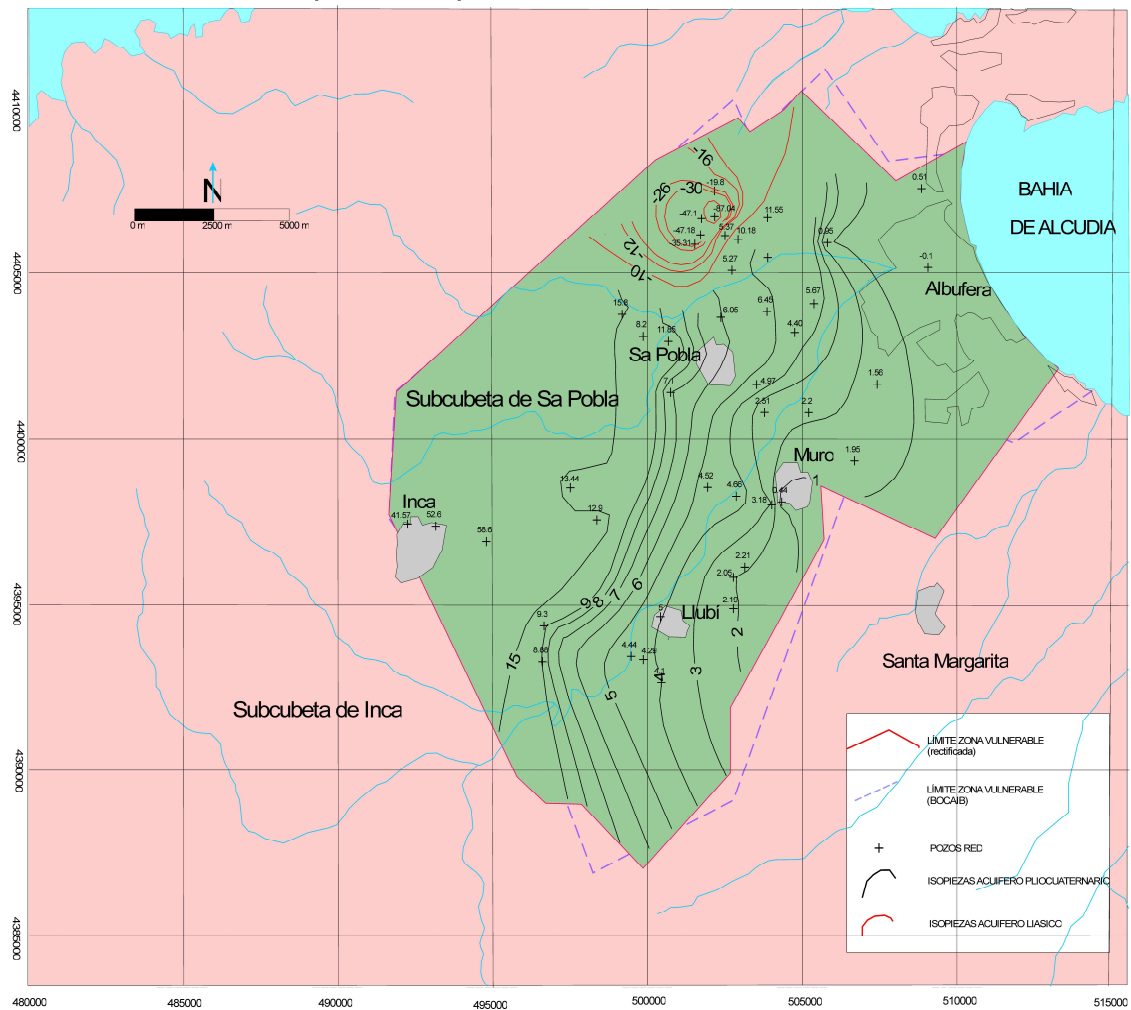


Figura 6.- Mapa de isopiezias (m.s.n.m.) del acuífero pliocuaternario y liásico de la Zona Vulnerable. Julio 2008

## Contenido en ión nitrato

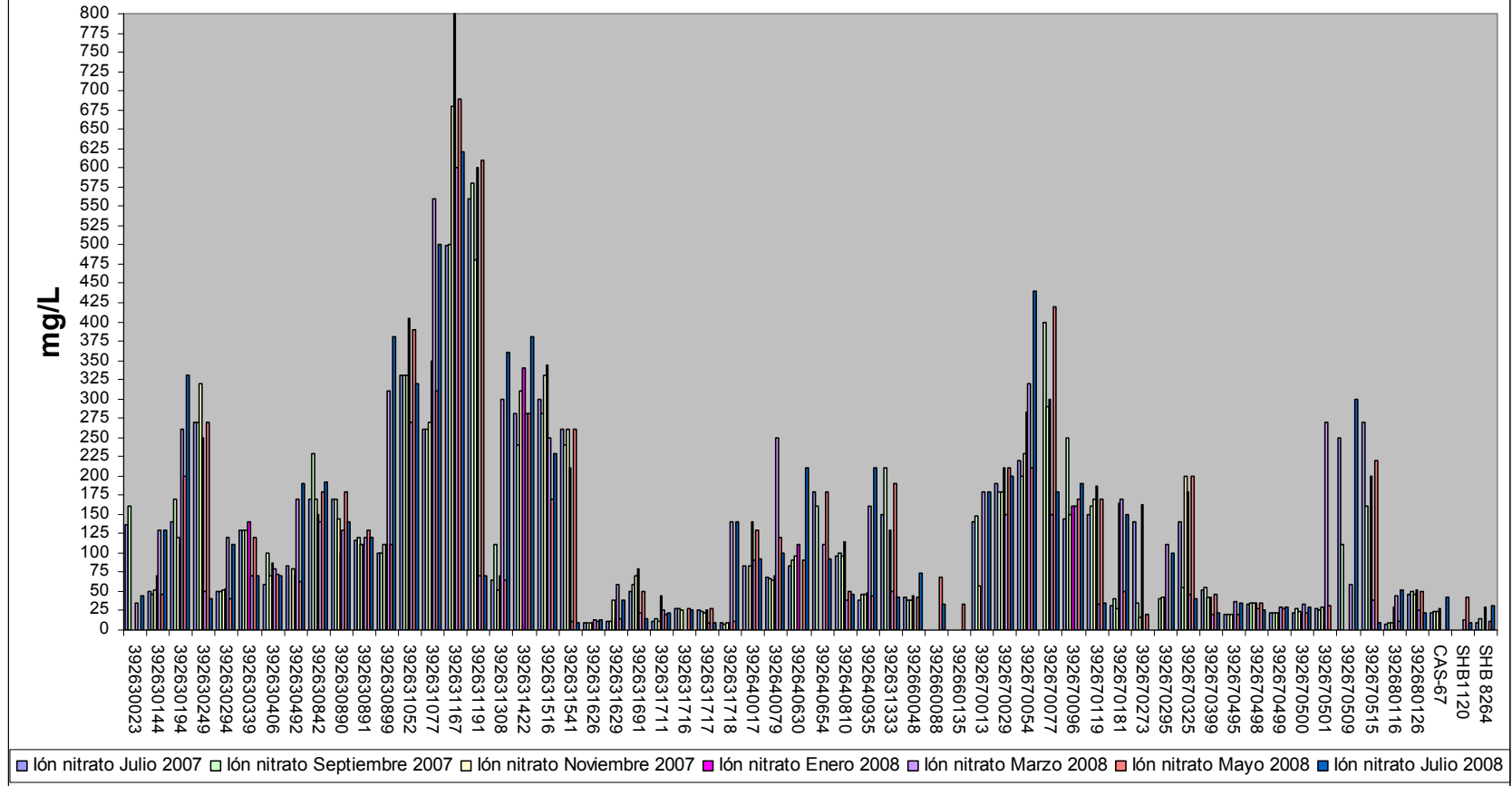


Figura 7.- Contenido en ión nitrato en los meses de Marzo, Julio, Septiembre y Noviembre de 2007 y Enero, Marzo, Mayo y Julio de 2008.

### Análisis químicos Julio 2008

Hoja	O	C	Punto	x	y	Fecha toma	Condut	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
392630023				503430	4406163									
392630144				505221	4401007	21/07/2008	927	142	88	30	57	178	80	44
392630194				502520	4400383	21/07/2008	1039	126	78	24	98	168	123	130
392630249				500871	4401409	22/07/2008	1524	210	98	44	192	151	186	330
392630294				500569	4401727	22/07/2008	775	98	47	22	70	180	63	41
392630334				500599	4403129	22/07/2008	892	80	46	29	89	210	82	110
392630406				504598	4401875	21/07/2008	860	110	50	23	92	201	72	70
392630492				503814	4400922	22/07/2008	806	104	49	20	67	99	67	70
392630842				502867	4402666	21/07/2008	1289	177	106	34	120	167	162	190
392630890				502936	4406068	23/07/2008	3105	808	402	70	160	175	197	192
392630891				502513	4406179	23/07/2008	2645	670	317	65	150	192	161	140
392630899				501927	4402783	22/07/2008	1145	176	105	32	92	198	99	120
392631052				502356	4404690	21/07/2008	1442	140	76	50	200	145	242	380
392631080				502612	4405158	21/07/2008	1601	214	142	47	152	176	205	320
392631167				504764	4403283	22/07/2008	3015	420	249	59	340	190	420	500
392631191				505384	4404127	22/07/2008	3615	450	292	88	270	156	440	620
392631309				503654	4401792	21/07/2008	949	145	80	25	77	184	75	70
392631333				503894	4405523	22/07/2008	1594	240	164	44	126	196	212	210
392631452				502777	4403681	21/07/2008	1718	241	125	48	192	176	199	360
392631516				503248	4403472	22/07/2008	1715	221	131	51	208	182	246	380
392631541				503871	4403889	25/07/2008	1822	372	193	47	186	175	217	230
392631626				502173	4407528	23/07/2008	825	87	49	49	48	360	20	9
392631629				0502180	04406750	23/07/2008	805	87	46	40	72	320	29	13
392631691				499871	4403165	21/07/2008	729	60	38	24	67	244	48	39
392631711				503886	4406722	23/07/2008	2435	680	306	72	110	263	83	15
392631716				501538	4405922	23/07/2008	797	80	44	33	81	306	32	23
392631717				0501720	04406200	23/07/2008	830	86	47	39	78	310	41	25
392631718				0501754	04406695	23/07/2008	796	84	44	40	72	324	29	9

392640017	511530	4401049	21/07/2008	3625	932	494	81	124	232	199	140
392640079	507382	4401866	21/07/2008	2505	604	361	59	86	246	155	92
392640630	510226	4403053	21/07/2008	4555	1320	777	104	130	306	350	100
392640654	510769	4401999	21/07/2008	2915	770	440	61	116	182	181	210
392640810	508222	4401886	21/07/2008	1813	360	238	55	85	243	136	92
392640935	508229	4407857	21/07/2008	3165	900	168	45	368	212	45	47
392660048	497118	4393041	24/03/2008	830	126	73	23	86	248	34	42
392660088	494925	4397125	24/07/2008	1310	171	95	44	146	324	145	74
392660135	496717	4394375	24/07/2008	948	124	77	28	101	278	83	34
392670013	502802	4398391									
392670029	498416	4397482	22/07/2008	1060	128	55	34	99	205	38	180
392670054	502242	4397688	23/07/2008	1379	182	106	23	176	174	168	200
392670077	501995	4398544	24/07/2008	1953	336	142	33	292	130	292	440
392670096	504345	4398170	23/07/2008	1239	172	104	41	90	255	71	180
392670119	503484	4399059	21/07/2008	1249	165	95	33	124	199	132	190
392670181	499457	4397184	24/07/2008	1217	192	133	20	112	227	147	36
392670273	501559	4397606	23/07/2008	1280	175	113	24	156	195	171	150
392670295	499556	4393423									
392670325	501804	4399536	23/07/2008	1120	143	82	25	146	228	145	100
392670399	503337	4399582	21/07/2008	751	91	46	20	72	193	57	41
392670495	500428	4394707	23/07/2008	783	84	49	29	82	273	52	22
392670498	502784	4395893	24/07/2008	874	106	67	25	98	247	90	36
392670499	500459	4392717	24/07/2008	1163	108	74	51	124	235	280	25
392970500	502784	4394950	24/07/2008	1321	142	92	59	136	284	284	29
392670501	503154	4396198	24/07/2008	868	115	74	30	81	241	82	29
392670509	504310	4398191									
392670515	499560	4399084	24/07/2008	1231	128	52	32	190	181	116	300
392680116	506960	4399041	25/07/2008	1440	356	239	42	59	350	35	10
392680126	507701	4398963	25/07/2008	1428	215	139	54	116	320	167	52
SHB 8264	499192	4403807	22/07/2008	641	58	36	25	55	245	25	10
CAS 67	499741	4395996	23/07/2008	654	94	50	26	58	204	28	23
SHB 1120	492109	4397413	24/07/2008	996	122	71	19	134	320	73	42
ARE 2777	493175	4397436	24/07/2008	902	126	75	21	98	239	74	31