



44° CURS FCIHS

PRÀCTIQUES MRS AL PARC DEL RACIONERO, LA SEU D'URGELL (LLEIDA) RESSONÀNCIA MAGNÈTICA NUCLEAR

Direcció:

Valentí TURU i MICHELS

Av. Príncep Benlloch 66-72

Edifici Interceus, despatx 308

Telèfon i fax: 321815 - 820323

E-mail: igeofundacio@andorra.ad

<http://www.igeotest.ad>

Prospecció MRS al Parc Del Racionero, La Seu D' Urgell (Lleida)

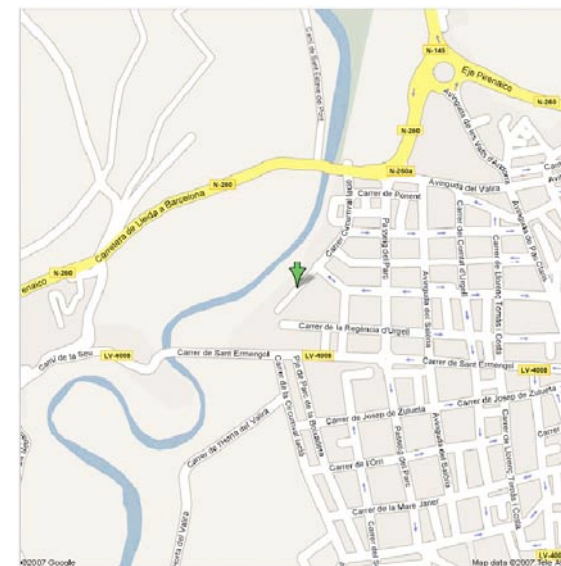
INTRODUCCIÓ

El present document exposa els resultats corresponents a la prospecció MRS realitzada a prop del Claustre del Racionero (Parc del Valira), en situat sobre una terrassa fluvial del riu Valira en el terme municipal de La Seu D'Urgell, a la comarca del Alt Urgell (Lleida). L'objecte de l'estudi va ser provar el funcionament de la màquina NUMIS Lite™ per un aqüífer poc profund i en un context amb abundant soroll electromagnètic (zona urbana), per això s'ha realitzat un sondatge MRS i les mesures prèvies de 5 tipus de configuracions de antenes, per a tractar d'aconseguir la millor configuració d'antena que permeti reduir al mínim el soroll electromagnètic.

SITUACIÓ I ANTECEDENTS

El terreny estudiat es localitza a prop del Claustre del Racionero (Parc del Valira), en la zona oest de la ciutat entre el carrer de circumval·lació, pròxim a la ribera del riu Valira. La parcel·la està entre els cotes de 695 i 697 metres Els antecedents d'estudi d'aquest lloc han permès establir el model geològic del subsòl

Podem observar la localització de l'antena utilitzada per al sondatge en blanc en el plànol de sota. Així com la situació dels treballs de prospecció amb ressonància magnètica (MRS) en el quadre.



Punt	Lat	Long	Configuració
MRS 5	42°21'31,15"	1°27,9'17"	15X15 m

CONFIGURACIÓ I MESURES PRÈVIES

S'ha efectuat un sondatge a ressonància magnètica amb un equipament Numis Lite™ (veure <http://www.igeotest.ad/MRS/PDF/A.01.MRS-Introduccio.pdf>) i una configuració d'antena dissenyada per eliminar una important part del soroll electromagnètic (configuració amb Camember). Les mesures prèvies que han estat tingudes en compte son, mesura del camp magnètic terrestre, mesura de la susceptibilitat magnètica, així com mesura del soroll electromagnètic (veure <http://www.igeotest.ad/MRS/PDF/A.03.MRS-Tests%20previs.pdf>):

Longitud	Latitud	Camp magnètic		Susceptibilitat	
X	Y	Valor mig	Variació	Magnètica	
1°27'9,17"	42°21'31,15"	45368,8 nT	± 234,44	0,214 * 10 ⁻³ SI	
Camp magnètic:	45226,20 nT	44948 nT	44880 nT	44944 nT	45562 nT
	45536,9 nT	45476,4nT	45408,7 nT	45435,9 nT	45499,1nT
	45532,3 nT	45490,5 nT	45506,9 nT	45449,5 nT	45452,6 nT
	45551,3 nT				
Soroll electromagnètic (EMN)					Pendent del
Quadrat 6 X 6 (NE-SW)	Quadrat 6 X 6 (NE-SW)	Doble Zero (NS)	Doble Zero (EW)	Doble Zero (NW-SE)	Vessant
1,8-2,5 μ V	1,48-2,1 μ V	0,053-0,084 μ V	0,052-0,086 μ V	0,77-0,104 μ V	0°

En funció de la longitud i latitud del sondatge MRS el camp magnètic pot variar, en aquest cas el camp magnètic regional és de 45589 nT que implica una freqüència de Larmor regional de 1942,1 Hz, mentre que la freqüència mesurada es de 1938 Hz que dista uns quatre Hz de la regional. La variació del camp magnètic mesurat és superior a 40 nT i per tant la qualitat del senyal es port considerar qualitatiu. La inclinació del camp magnètic regional terrestre és de 57,69° . La susceptibilitat magnètica presenta un valor molt baix i no comportarà cap incidència en la interpretació 0,214 *10⁻³ SI. El soroll EM obtingut és força important per una configuració clàssica de 60 X 60 m (11250 nV) i per tant s'ha efectuat una figura de interferència de tipus doble zero per eliminar part del soroll EM.

PROSPECCIÓ REALITZADA

El 22 de gener de 2008 es va realitzar la instal·lació d'una antena en vuit de 15x15 per poder optimitzar les dimensions de la parcel·la. Ha calgut efectuar diverses proves de soroll per assolir un resultat acceptable amb diverses configuracions de antenes diferents per comprovar quina quantitat de soroll electromagnètic EM s'obtenia en cadascuna d'elles (veure en d'anterior quadre).

Donat que hi ha la presència de línies elèctriques i soroll electromagnètic industrial-urbà , s'ha utilitzat un dispositiu asimètric, Rx/Tx independents, amb una emissió en l'antena i una recepció en el Camember. S'ha efectuat un assaig a una freqüència de Larmor de 1938 Hz, uns 4 Hz per sobre de la regional. No s'ha utilitzat el filtre Notch de 50 Hz per l'influència de línies elèctriques i s'ha optat per efectuar un tractament posterior del senyal detectada. (<http://www.igeotest.ad/MRS/PDF/B.04.MRS-Soroll%20EM.pdf>).



*Equip Numis Lite™,
antena i camember*

Magnetic Resonance Sounding

Al sonatge a ressonància magnètica efectuat s'han utilitzat vuit moments (q), amb 72 o 126 (segons en cada cas) mesures per cada moment a doble impulsió (<http://www.igeotest.ad/MRS/PDF/A.04.MRS-Execucio%20d'un%20MRS.pdf>). El procés de *stacking* utilitzat ha estat un filtre de tall a 1000 nV (*stack under noise level*) i un filtre de tall (*high cut filter*) per defecte. La duració de l'impulsa ha estat l'habitual de 40 ms i un temps de registre de 240 ms. Els resultats obtinguts es poden veure al present quadre de resultats (directament del fitxer .inp del programa PRODIVINER 3.0.4 d'Iris Instruments, <http://www.igeotest.ad/Enllacos/index.asp>). Hom pot observar que sense el filtrat del senyal presenta solament una magnitud detectada que estigui en el rang dels $4 \text{ Hz} < \Delta f < -4 \text{ Hz}$. També els valors d'amplitud obtinguda presenten una baixa relació S/N, per la qual cosa cal considerar aquest valor com qualitatiu.

MRS 5		Stack under noise level			High cut filter				Larmor 1938 Hz		
N	Moment	Ampl e	Noise		Noise ratios		2 Pulse T*2	1 Pulse T*1	Udc Dc/Dc	freq Hz	phase
	q		Unstack	Stack	S/N	EN/IN					
1	92	5,44	259,5	6,9	0,79	1,38	1000	5	5	1931,43	291
2	159	26,73	546,1	30,8	0,87	6,16	1000	24	7	1949,3	73
3	368	39,26	738	39,4	1,00	7,88	1000	41	12	1949,31	193
4	598	25,71	615,3	27,7	0,93	5,54	1000	51	18	1950,62	285
5	1025	30,82	718,3	24,5	1,26	4,9	1000	22	29	1950,41	265
6	1655	12,34	402	24,6	0,50	4,92	1000	19	45	1948,01	347
7	2626	31,2	366,1	21	1,49	4,2	1000	18	70	1948,88	314
8	3844	4,78	420,5	9,4	0,51	1,88	1000	26	109	1941,72	149
	A ms	nV	nV	nV	(>2)	(≈1)	ms	ms	V	Δf < 4 Hz	°

q = Moment d'impulsió (Ampers milisegons), que està en funció del temps d'emissió (habitualment 40 ms). A més moment més profunditat de penetració.

Veure <http://www.igeotest.ad/MRS/PDF/B.03.MRS-Registre%20Numis.pdf>

e = Amplitud de la senyal mesurada (nano Volts) un cop estacada i filtrada la senyal

S/N = Relació entre la senyal (S = e) i el soroll estacat (N). Per una valoració quantitativa S/N < 2, en cas contrari és qualitativa

EN/IN = Relació entre el soroll instrumental (Instrumental Noise, IN = 10 nV) i el soroll estacat (External Noise, EN).

La qualitat del sonatge (temps d'adquisició de les dades i qualitat d'aquestes) és òptima si les mesures que no presenten senyal d'aigua presenten una relació EN/IN ≈ 1

T*2 = Temps de relaxació en el primer impuls (simple pulse), mesura en milisegons

T*1 = Temps de relaxació en el segon impuls (double pulse), mesura en milisegons

Udc = Voltatge d'emissió en l'antena (V)

freq = Freqüència (Hz) de la senyal detectada. Per una valoració quantitativa la desviació respecte a la freqüència de Larmor (suposant que sigui correcta) ha de ser $\Delta f = \pm 2 \text{ Hz}$

Per una valoració qualitativa la desviació respecte a la freqüència de Larmor ha de ser $\Delta f = \pm 4 \text{ Hz}$. En cas que aquesta diferència sigui superior la senyal detectada no es d'aigua.

phase = Desfase del corrent elèctric en la recepció de la senyal en l'antena respecte a l'emissió. Aquest valor es mesura en graus sexagesimals.

Ajuda a valorar la influència del soroll electromagnètic en la senyal (EM). En el cas que hi hagi molta variació entre les mesures significa que està influenciada pel soroll (EM noise).

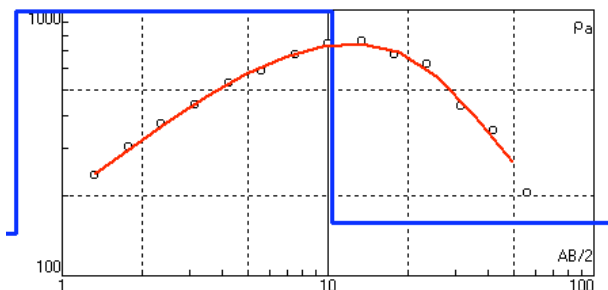
INVERSIÓ DEL SENYAL

Per poder efectuar la inversió de la senyal MRS cal disposar del model resistiu del subsòl.

Model resistiu del subsòl

La prospecció geolèctrica es va efectuar el 19 de febrer de 2008 amb el propòsit d'obtenir els dades suficients per a formular un model resistiu del subsòl per aquest sondatge de MRS i així poder obtenir la matriu del model per a introduir les dades en el programa *Samovar*. (<http://www.igeotest.ad/MRS/PDF/B.05.MRS-Inversio.pdf>). Per aquest objectiu s'ha efectuat una prospecció amb la realització d'un sondatge elèctric vertical a la parcel·la d'estudi que ha revelat un model del subsòl planoparal·lel. Els resultats d'aquest estudi es mostren seguidament:

El present sondatge elèctric vertical presentava una obertura de AB/2 igual a 56 metres. Es va realitzar en el parc Racionero de la Seu.



N-AB/2 SEV 1-56m	M-1,6%	K-1,6%	Min	Max
Ro1	144,7	1,074	134,8	155,4
Ro2	1074	1,015	1058	1090
Ro3	157,3	1,025	153,5	161,2
h1	0,6729	1,086	0,6197	0,7306
h2	9,709	1,025	9,474	9,949
Z1	0,6729	1,086	0,6197	0,7306
Z2	10,38	1,023	10,15	10,62



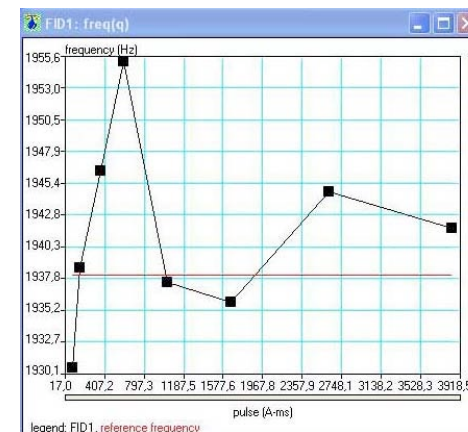
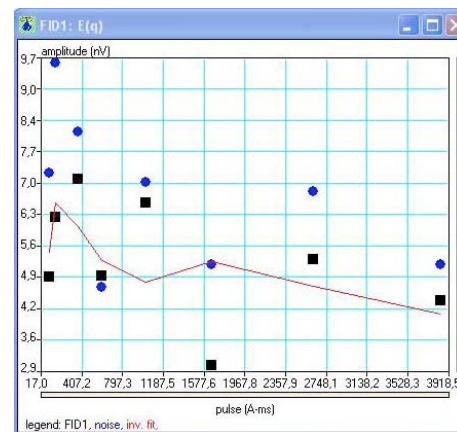
Realització del SEV

La corba ha estat interpretada com un model de tres capes, on la $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$. La primera resistivitat, amb un valor de 145 ohms*m, té un gruix prim de l'ordre de mig metre, està interpretada com a nivell de sòl. La segona resistivitat presenta una tendència a l'alça amb un valor d'uns 1075 ohms*metre i un gruix d'uns deu metres que correspondria a sorres i graves, del riu Valira. La darrera resistivitat mostra una tendència a la baixa que estaria relacionada amb el substrat terciari. Les equivalències mostren indeterminacions poc importants.

Capa	Resistivitat	Profunditat	Materials
1	145	1,1	nivell de sòl
2	1075	10,34	sorres i graves (riu Valira)
3	160	50	substrat terciari
Ut.	Ohms*m	m	Interpretació

Model hidrogeofísic del subsòl

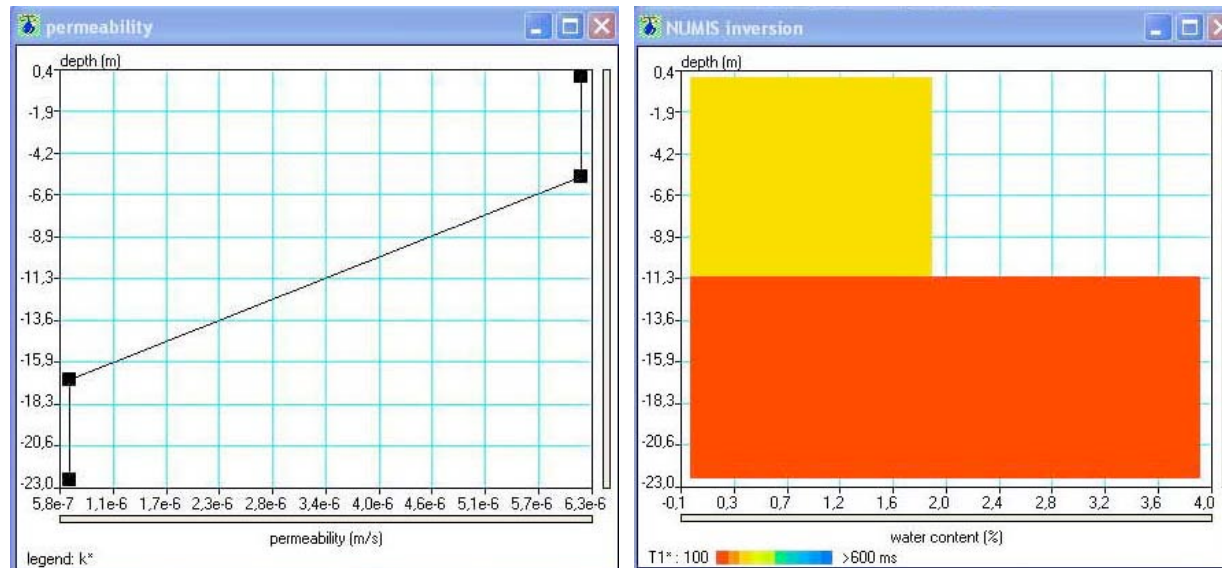
Un cop determinat el model resistiu del subsòl s'ha generat la matriu de dades amb el programa PHAR LAP'S 7.0 i amb el resultat s'ha fet córrer el programa SAMOVAR 6.2 de Legchenko per a la interpretació hidrogeofísica. En aquest darrer programa s'efectua un processament de la senyal per defecte que pot ser més o menys aprofundida, així com també existeix la possibilitat de modificar els paràmetres d'inversió. Com resultat de combinar tots aquests paràmetres s'han obtingut dos possibles interpretacions de l'assaig, Els resultats es mostren a continuació per a cadascun dels casos:



A les dades obtingudes del sondatge a ressonància magnètica nuclear MRS s'ha efectuat un processament del senyal aplicat un promig harmònic de la mateixa a fi i efecte d'atenuar l'amplitud (*Running average filter* a 15 ms). També d'aplicat un filtre *Notch narrow* de 50 Hz amb 3 harmònics per la influència de les línies elèctriques, no s'ha utilitzat la opció de centrat per una freqüència de Larmor variable (<http://www.igeotest.ad/MRS/PDF/B.04.MRS-Soroll%20EM.pdf>), no obstant s'ha utilitzat la correcció de Legchenko & Valla (2003; <http://www.igeotest.ad/MRS/PDF/0.00.MRS-Bibliografia.pdf>) per compensar l'efecte que té el filtrat del senyal amb el filtre Notch si la freqüència de Larmor es propera a un dels harmònics de les línies elèctriques. Els paràmetres d'inversió s'han modificat per un subsòl amb pocs nivells aquífers (*Regularization and number of layers* <http://www.igeotest.ad/MRS/PDF/B.05.MRS-Inversio.pdf>). i s'ha conservat el coeficient de permeabilitat per defecte en modus automàtic. Amb el tractament del senyal s'observa que la meitat dels moments d'impulsió esta fora del rang dels 4 Hz < Δf < -4 Hz. Tots els valors d'amplitud obtinguts presenten una baixa relació S/N, per la qual cosa cal considerar aquesta interpretació com qualitativa.

MRS 5	Parc Racionero			La Seu d'Urgell			Larmor	1938,00	Hz
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	
Freqüència	1930,6	1939	1946,5	1955,2	1938	1936	1944,8	1941,85	Hz
	7,37	-0,68	-8,46	-17,19	0,5	2,11	-6,79	-3,85	Δf < 4 Hz
Senyal	4,96	6,25	7,08	4,98	6,56	2,99	5,34	4,45	nV
Soroll	7,21	9,6	8,1	4,74	7,01	5,23	6,81	5,23	nV
S/N	0,69	0,65	0,87	1,05	0,94	0,57	0,78	0,85	> 2
EN/IN	0,72	0,96	0,81	0,47	0,7	0,52	0,68	0,52	≈ 1
Nom arxiu:	RunningNotchW3NbFitT0T0Layers2AllPoints.JPG								

A continuació es mostra la interpretació obtinguda de permeabilitat i contingut en aigua tenint en compte tots els moments d'impulsió mesurats pel sondatge. En funció de la freqüència de Larmor triada (1938 Hz), la configuració de antena realitzada en vuit (15x15 m) i la resistivitat del subsòl obtinguda (sondatge elèctric vertical efectuat); la matriu ha estat dimensionada per una profunditat de 23 m (<http://www.igeotest.ad/MRS/PDF/A.02.MRS-Metode.pdf>). Donat que la llera del riu es troba a uns 8 metres per sota del Parc de Valira els resultats obtinguts es podrien interpretar com que existeix un nivell aqüífer principal per sota dels 11 metres de profunditat; no obstant el model geològic ens indica que a partir d'aquesta profunditat es troba el substrat terciari, format per llims i argiles, que fan suposar que el contingut d'aigua detectat és la humitat pròpia del material geològic. El contingut d'aigua d'aquest nivell és de 4% i la permeabilitat de 0,05 m/dia.. Així mateix s'observa un primer nivell superficial per sobre dels 11 m amb un contingut en aigua baix (de 2%) i una permeabilitat baixa (de 0,54 m/dia), interpretat com una humitat associada als materials de la terrassa fluvial del riu Valira.



RESUM I CONCLUSIONS

El terreny estudiat es localitza a prop del Claustre del Racionero (Parc del Valira), en la zona oest de la ciutat entre la carretera de Lleida a Barcelona i el carrer de circumval·lació, pròxim a la ribera del riu Valira. La parcel·la està entre els cotes de 695 i 697 metres. L'objecte de l'estudi va ser provar el funcionament de la màquina NUMIS Lite™ per un aqüífer poc profund i en un context amb abundant soroll electromagnètic (zona urbana), per això s'ha realitzat un sonatge MRS i les mesures prèvies de 5 tipus de configuracions de antenes, per a tractar d'aconseguir la millor configuració d'antena que permeti reduir al mínim el soroll electromagnètic.

Els antecedents d'estudi d'aquest han permès establir el model geològic del subsòl que es compon de tres unitats geoelèctriques: la primera que correspon a un nivell de sòl té un gruix prim de l'ordre de mig metre, la segona presenta un gruix d'uns deu metres que correspondria a sorres i graves del riu Valira. La darrera mostra una tendència a la baixa en resistivitat que estaria relacionada amb el substrat terciari..

En aquest sentit els resultats obtinguts a la prospecció MRS efectuada es podrien interpretar com que existeix un nivell aqüífer principal per sota dels 11 metres de profunditat; no obstant el model geoelèctric ens indica que a partir d'aquesta profunditat es troba el substrat terciari, format per llims i argiles, que fan suposar que el contingut d'aigua detectat es la humitat pròpia del material geològic. Així mateix s'observa un primer nivell superficial per sobre dels 11 m, interpretat com una humitat associada als materials de la terrassa fluvial del riu Valira.

Andorra la Vella, 13 de març de 2010



Valenti TURU i MICHELS
Llicenciat en Ciències Geològiques
Postgrau en Contaminació de Sòls i Aigües Subterrànies
(H93/310)