



GOVERN D'ANDORRA
MINISTERI DE TURISME I MEDI AMBIENT

ESTUDI RELATIU A:

“LES AIGÜES SUBTERRÀNIES DEL PRINCIPAT D’ANDORRA”

Document: DOC 6. CARACTERITZACIÓ FÍSICA DE LES MASSES D’AIGUA

Andorra la Vella, 30 d'agost de 2007

EXPED. DMA. 0423/05



1.	ANTECEDENTS	11
2.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 1: CONCA D'ERTS	18
2.1	Límits	18
2.2	Aqüífers.....	18
2.3	Rius principals.....	18
2.4	Geometria	18
2.5	Zona de recàrrega	19
2.6	Zona de descàrrega.....	19
2.7	Relacions riu-aqüífer.....	19
2.8	Recursos i reserves	19
2.9	Explotació	20
2.10	Característiques químiques	20
2.11	Xarxa de control.....	20
2.12	Bibliografia	20
3.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 2: CONCA DE SISPONY	21
3.1	Límits	21
3.2	Aqüífers.....	21
3.3	Rius principals.....	21
3.4	Geometria	21
3.5	Zona de recàrrega	22
3.6	Zona de descàrrega.....	22
3.7	Relacions riu-aqüífer.....	22
3.8	Recursos i reserves	22
3.9	Explotació	22
3.10	Característiques químiques i hidrogeològiques	23
3.11	Xarxa de control.....	23
3.12	Bibliografia	23
4.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 3: CONCA DE LA MASSANA	24
4.1	Límits	24
4.2	Aqüífers.....	24
4.3	Rius principals.....	24
4.4	Geometria	24
4.5	Zona de recàrrega	24
4.6	Zona de descàrrega.....	24
4.7	Relacions riu-aqüífer.....	25
4.8	Recursos i reserves	25
4.9	Explotació	25
4.10	Característiques químiques i hidrogeològiques	25
4.11	Xarxa de control.....	25
4.12	Bibliografia	25
5.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 4: RIU MUNTANER	26
5.1	Límits	26
5.2	Aqüífers.....	26
5.3	Rius principals.....	26
5.4	Geometria	26
5.5	Zona de recàrrega	27
5.6	Zona de descàrrega.....	27
5.7	Relacions riu-aqüífer.....	27
5.8	Recursos i reserves	27
5.9	Explotació	28
5.10	Característiques químiques i hidrogeològiques	28
5.11	Xarxa de control.....	28
5.12	Bibliografia	28
6.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 5: ENCLAR	29
6.1	Límits	29
6.2	Aqüífers.....	29
6.3	Rius principals.....	29



6.4	Geometria	30
6.5	Zona de recàrrega	30
6.6	Zona de descàrrega	30
6.7	Relacions riu-aquífer	30
6.8	Recursos i reserves	31
6.9	Explotació	31
6.10	Característiques químiques i hidrogeològiques	31
6.11	Xarxa de control	31
6.12	Bibliografia	31
7.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 6: COLL GALLINA	32
7.1	Límits	32
7.2	Aquífers	32
7.3	Rius principals	32
7.4	Geometria	32
7.5	Zona de recàrrega	33
7.6	Zona de descàrrega	33
7.7	Relacions riu-aquífer	33
7.8	Recursos i reserves	33
7.9	Explotació	34
7.10	Característiques químiques i hidrogeològiques	34
7.11	Xarxa de control	34
7.12	Bibliografia	34
8.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 7: CONCA D'ARINSAL	35
8.1	Límits	35
8.2	Aquífers	35
8.3	Rius principals	35
8.4	Geometria	35
8.5	Zona de recàrrega	36
8.6	Zona de descàrrega	36
8.7	Relacions riu-aquífer	36
8.8	Recursos i reserves	36
8.9	Explotació	36
8.10	Característiques químiques	37
8.11	Xarxa de control	37
8.12	Bibliografia	37
9.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 8 : SETÚRIA	38
9.1	Límits	38
9.2	Aquífers	38
9.3	Rius principals	38
9.4	Geometria	38
9.5	Zona de recàrrega	39
9.6	Zona de descàrrega	39
9.7	Relacions riu-aquífer	39
9.8	Recursos i reserves	39
9.9	Explotació	39
9.10	Característiques químiques	40
9.11	Xarxa de control	40
9.12	Bibliografia	40
10.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 9: SANT JULIÀ	41
10.1	Límits	41
10.2	Aquífers	41
10.3	Rius principals	41
10.4	Geometria	41
10.5	Zona de recàrrega	41
10.6	Zona de descàrrega	42
10.7	Relacions riu-aquífer	42
10.8	Recursos i reserves	42
10.9	Explotació	42
10.10	Característiques químiques i hidrogeològiques	42



10.11	Xarxa de control	42
10.12	Bibliografia	43
11.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 10: PRAT PRIMER	44
11.1	Límits	44
11.2	Aqüífers.....	44
11.3	Rius principals.....	44
11.4	Geometria	44
11.5	Zona de recàrrega	45
11.6	Zona de descàrrega.....	45
11.7	Relacions riu-aqüífer.....	45
11.8	Recursos i reserves	45
11.9	Explotació	45
11.10	Característiques químiques.....	46
11.11	Xarxa de control	46
11.12	Bibliografia.....	46
12.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 11: MADRIU.....	47
12.1	Límits	47
12.2	Aqüífers.....	47
12.3	Rius principals.....	47
12.4	Geometria	47
12.5	Zona de recàrrega	48
12.6	Zona de descàrrega.....	48
12.7	Relacions riu-aqüífer.....	48
12.8	Recursos i reserves	48
12.9	Explotació	48
12.10	Característiques químiques i hidrogeològiques.....	49
12.11	Xarxa de control	49
12.12	Bibliografia.....	49
13.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 12: ENGOLASTERS-PESSONS	50
13.1	Límits	50
13.2	Aqüífers.....	50
13.3	Rius principals.....	50
13.4	Geometria	50
13.5	Zona de recàrrega	50
13.6	Zona de descàrrega.....	51
13.7	Relacions riu-aqüífer.....	51
13.8	Recursos i reserves	51
13.9	Explotació	51
13.10	Característiques químiques i hidrogeològiques.....	51
13.11	Xarxa de control	52
13.12	Bibliografia.....	52
14.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 13: PADERN.....	53
14.1	Límits	53
14.2	Aqüífers.....	53
14.3	Rius principals.....	53
14.4	Geometria	53
14.5	Zona de recàrrega	53
14.6	Zona de descàrrega.....	54
14.7	Relacions riu-aqüífer.....	54
14.8	Recursos i reserves	54
14.9	Explotació	54
14.10	Característiques químiques.....	54
14.11	Xarxa de control	54
14.12	Bibliografia.....	54
15.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 14: ELS ORRIS.....	55
15.1	Límits	55
15.2	Aqüífers.....	55
15.3	Rius principals.....	55
15.4	Geometria	55



15.5	Zona de recàrrega	56
15.6	Zona de descàrrega	56
15.7	Relacions riu-aquífer	56
15.8	Recursos i reserves	56
15.9	Explotació	56
15.10	Característiques químiques i hidrogeològiques	56
15.11	Xarxa de control	57
15.12	Bibliografia	57
16.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 15: ALDOSA	58
16.1	Límits	58
16.2	Aquífers	58
16.3	Rius principals	58
16.4	Geometria	58
16.5	Zona de recàrrega	58
16.6	Zona de descàrrega	58
16.7	Relacions riu-aquífer	59
16.8	Recursos i reserves	59
16.9	Explotació	59
16.10	Característiques químiques	59
16.11	Xarxa de control	59
16.12	Bibliografia	59
17.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 16: ENCAMP	60
17.1	Límits	60
17.2	Aquífers	60
17.3	Rius principals	60
17.4	Geometria	60
17.5	Zona de recàrrega	61
17.6	Zona de descàrrega	61
17.7	Relacions riu-aquífer	61
17.8	Recursos i reserves	61
17.9	Explotació	61
17.10	Característiques químiques	61
17.11	Xarxa de control	61
17.12	Bibliografia	61
18.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 17: VALIRA ORIENT	62
18.1	Límits	62
18.2	Aquífers	62
18.3	Rius principals	62
18.4	Geometria	62
18.5	Zona de recàrrega	63
18.6	Zona de descàrrega	63
18.7	Recursos i reserves	63
18.8	Explotació	63
18.9	Característiques químiques i hidrogeològiques	63
18.10	Xarxa de control	64
18.11	Bibliografia	64
19.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 18: CONCA ARIÈGE	65
19.1	Límits	65
19.2	Aquífers	65
19.3	Rius principals	65
19.4	Geometria	65
19.5	Zona de recàrrega	66
19.6	Zona de descàrrega	66
19.7	Relacions riu-aquífer	66
19.8	Recursos i reserves	66
19.9	Explotació	66
19.10	Característiques químiques i hidrogeològiques	66
19.11	Xarxa de control	67
19.12	Bibliografia	67



20.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 19: JUCLAR	68
20.1	Límits	68
20.2	Aqüífers.....	68
20.3	Rius principals.....	68
20.4	Geometria	68
20.5	Zona de recàrrega	69
20.6	Zona de descàrrega.....	69
20.7	Relacions riu-aqüífer.....	69
20.8	Recursos i reserves	69
20.9	Explotació	69
20.10	Característiques químiques.....	70
20.11	Xarxa de control	70
20.12	Bibliografia.....	70
21.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 20: MONTAUP	71
21.1	Límits	71
21.2	Aqüífers.....	71
21.3	Rius principals.....	71
21.4	Geometria	71
21.5	Zona de recàrrega	72
21.6	Zona de descàrrega.....	72
21.7	Relacions riu-aqüífer.....	72
21.8	Recursos i reserves	73
21.9	Explotació	73
21.10	Característiques químiques.....	73
21.11	Xarxa de control	73
21.12	Bibliografia.....	73
22.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 21: SALINES.....	74
22.1	Límits	74
22.2	Aqüífers.....	74
22.3	Rius principals.....	74
22.4	Geometria	75
22.5	Zona de recàrrega	75
22.6	Zona de descàrrega.....	75
22.7	Relacions riu-aqüífer.....	75
22.8	Recursos i reserves	75
22.9	Explotació	76
22.10	Característiques químiques.....	76
22.11	Xarxa de control	76
22.12	Bibliografia.....	76
23.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 22: VALIRA NORD.....	77
23.1	Límits	77
23.2	Aqüífers.....	77
23.3	Rius principals.....	77
23.4	Geometria	77
23.5	Zona de recàrrega	78
23.6	Zona de descàrrega.....	78
23.7	Relacions riu-aqüífer.....	79
23.8	Recursos i reserves	79
23.9	Explotació	79
23.10	Característiques químiques i hidrogeològiques.....	79
23.11	Xarxa de control	79
23.12	Bibliografia.....	79
24.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 23: ORDINO	81
24.1	Límits	81
24.2	Aqüífers.....	81
24.3	Rius principals.....	81
24.4	Geometria	81
24.5	Zona de recàrrega	81
24.6	Zona de descàrrega.....	82



24.7	Relacions riu-aquífer	82
24.8	Recursos i reserves	82
24.9	Explotació	82
24.10	Característiques químiques i hidrogeològiques	82
24.11	Xarxa de control	83
24.12	Bibliografia	83
25.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL LUVIALS 24: LA BARTRA	84
25.1	Límits	84
25.2	Aquífers	84
25.3	Rius principals	84
25.4	Geometria	84
25.5	Zona de recàrrega	84
25.6	Zona de descàrrega	85
25.7	Relacions riu-aquífer	85
25.8	Recursos i reserves	85
25.9	Explotació	85
25.10	Característiques químiques i hidrogeològiques	86
25.11	Xarxa de control	86
25.12	Bibliografia	86
26.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL LUVIALS 25: CUBETA D'ANDORRA LA VELLA-ESCALDES	87
26.1	Límits	87
26.2	Aquífers	87
26.3	Rius principals	87
26.4	Geometria	87
26.5	Zona de recàrrega	88
26.6	Zona de descàrrega	88
26.7	Relacions riu-aquífer	88
26.8	Recursos i reserves	89
26.9	Explotació	89
26.10	Característiques químiques i hidrogeològiques	89
26.11	Xarxa de control	90
26.12	Bibliografia	90
27.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA DIPÒSITS DE VESSANT 26: EL FORN	91
27.1	Límits	91
27.2	Aquífers	91
27.3	Rius principals	91
27.4	Geometria	91
27.5	Zona de recàrrega	91
27.6	Zona de descàrrega	91
27.7	Relacions riu-aquífer	92
27.8	Recursos i reserves	92
27.9	Explotació	92
27.10	Característiques químiques	92
27.11	Xarxa de control	92
27.12	Bibliografia	92
28.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 27: AQUÍFER TERMAL	93
28.1	Límits	93
28.2	Aquífers	93
28.3	Rius principals	93
28.4	Geometria	93
28.5	Zona de recàrrega	93
28.6	Zona de descàrrega	93
28.7	Relacions riu-aquífer	94
28.8	Recursos i reserves	94
28.9	Explotació	94
28.10	Característiques químiques	94
28.11	Xarxa de control	94
28.12	Bibliografia	95
29.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 28: PARDINES	96



29.1	Límits	96
29.2	Aqüífers.....	96
29.3	Rius principals.....	96
29.4	Geometria	96
29.5	Zona de recàrrega	96
29.6	Zona de descàrrega.....	96
29.7	Relacions riu-aqüífer.....	97
29.8	Recursos i reserves	97
29.9	Explotació	97
29.10	Característiques químiques i hidrogeològiques.....	97
29.11	Xarxa de control	97
29.12	Bibliografia.....	97
30.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 29: MONTMALÚS.....	98
30.1	Límits	98
30.2	Aqüífers.....	98
30.3	Rius principals.....	98
30.4	Geometria	98
30.5	Zona de recàrrega	98
30.6	Zona de descàrrega.....	98
30.7	Relacions riu-aqüífer.....	99
30.8	Recursos i reserves	99
30.9	Explotació	99
30.10	Característiques químiques.....	99
30.11	Xarxa de control	99
30.12	Bibliografia.....	99
31.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL LUVIALS 30: CUBETA PUI OLIVESA-RIU RUNER.....	100
31.1	Límits	100
31.2	Aqüífers.....	100
31.3	Rius principals.....	100
31.4	Geometria	100
31.5	Zona de recàrrega	100
31.6	Zona de descàrrega.....	100
31.7	Relacions riu-aqüífer.....	100
31.8	Recursos i reserves	101
31.9	Explotació	101
31.10	Característiques químiques.....	101
31.11	Xarxa de control	101
31.12	Bibliografia.....	101
32.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL LUVIALS 31: CUBETA VALL D'INCLES.....	102
32.1	Límits	102
32.2	Aqüífers.....	102
32.3	Rius principals.....	102
32.4	Geometria	102
32.5	Zona de recàrrega	102
32.6	Zona de descàrrega.....	102
32.7	Relacions riu-aqüífer.....	102
32.8	Recursos i reserves	102
32.9	Explotació	103
32.10	Característiques químiques.....	103
32.11	Xarxa de control	103
32.12	Bibliografia.....	103
33.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL LUVIALS 32: ESTALL SERRER.....	104
33.1	Límits	104
33.2	Aqüífers.....	104
33.3	Rius principals.....	104
33.4	Geometria	104
33.5	Zona de recàrrega	104
33.6	Zona de descàrrega.....	104
33.7	Relacions riu-aqüífer.....	104



33.8	Recursos i reserves	104
33.9	Explotació	105
33.10	Característiques químiques	105
33.11	Xarxa de control	105
33.12	Bibliografia	105
34.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL.LUVIALS 33: LLORTS-ARANS	106
34.1	Límits	106
34.2	Aqüífers.....	106
34.3	Rius principals.....	106
34.4	Geometria	106
34.5	Zona de recàrrega	106
34.6	Zona de descàrrega.....	106
34.7	Relacions riu-aqüífer.....	106
34.8	Recursos i reserves	106
34.9	Explotació	107
34.10	Característiques químiques.....	107
34.11	Xarxa de control	107
34.12	Bibliografia.....	107
35.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL.LUVIALS 34: COMA DE RANSOL	108
35.1	Límits	108
35.2	Aqüífers.....	108
35.3	Rius principals.....	108
35.4	Geometria	108
35.5	Zona de recàrrega	108
35.6	Zona de descàrrega	108
35.7	Relacions riu-aqüífer.....	108
35.8	Recursos i reserves	108
35.9	Explotació	109
35.10	Característiques químiques.....	109
35.11	Xarxa de control	109
35.12	Bibliografia.....	109
36.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL.LUVIALS 35: CUBETA D'ENCAMP	110
36.1	Límits	110
36.2	Aqüífers.....	110
36.3	Rius principals.....	110
36.4	Geometria	110
36.5	Zona de recàrrega	110
36.6	Zona de descàrrega.....	110
36.7	Relacions riu-aqüífer.....	110
36.8	Recursos i reserves	110
36.9	Explotació	111
36.10	Xarxa de control	111
36.11	Bibliografia.....	111
37.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA DEL QUATERNARIS 36: CUBETA DE MONTAUP	112
37.1	Límits	112
37.2	Aqüífers.....	112
37.3	Rius principals.....	112
37.4	Geometria	112
37.5	Zona de recàrrega	112
37.6	Zona de descàrrega.....	112
37.7	Relacions riu-aqüífer.....	112
37.8	Recursos i reserves	112
37.9	Explotació	113
37.10	Característiques químiques.....	113
37.11	Xarxa de control	113
37.12	Bibliografia.....	113
38.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL.LUVIALS 37: SORNÀS-PONT ORDINO	114
38.1	Límits	114
38.2	Aqüífers.....	114



38.3	Rius principals.....	114
38.4	Geometria	114
38.5	Zona de recàrrega	114
38.6	Zona de descàrrega	114
38.7	Relacions riu-aqüífer	114
38.8	Recursos i reserves	114
38.9	Explotació	115
38.10	Característiques químiques.....	115
38.11	Xarxa de control	115
38.12	Bibliografia.....	115
39.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL LUVIALS 38: PLA DE L'INGLA	116
39.1	Límits	116
39.2	Aqüífers.....	116
39.3	Rius principals.....	116
39.4	Geometria	116
39.5	Zona de recàrrega	116
39.6	Zona de descàrrega.....	116
39.7	Relacions riu-aqüífer	116
39.8	Recursos i reserves	116
39.9	Explotació	117
39.10	Característiques químiques.....	117
39.11	Xarxa de control	117
39.12	Bibliografia.....	117
40.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL LUVIALS 39: LA CORTINADA-SORNÀS.....	118
40.1	Límits	118
40.2	Aqüífers.....	118
40.3	Rius principals.....	118
40.4	Geometria	118
40.5	Zona de recàrrega	118
40.6	Zona de descàrrega.....	118
40.7	Relacions riu-aqüífer	118
40.8	Recursos i reserves	118
40.9	Explotació	119
40.10	Característiques químiques.....	119
40.11	Xarxa de control	119
40.12	Bibliografia.....	119
41.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL LUVIALS 40: RÀMIO	120
41.1	Límits	120
41.2	Aqüífers.....	120
41.3	Rius principals.....	120
41.4	Geometria	120
41.5	Zona de recàrrega	120
41.6	Zona de descàrrega.....	120
41.7	Relacions riu-aqüífer	120
41.8	Recursos i reserves	120
41.9	Explotació	121
41.10	Característiques químiques.....	121
41.11	Xarxa de control	121
41.12	Bibliografia.....	121
42.	UNITAT HIDROGEOLÒGICA 41: ÓS DE CIVÍS	122
42.1	Límits	122
42.2	Aqüífers.....	122
42.3	Rius principals.....	122
42.4	Geometria	122
42.5	Zona de recàrrega	122
42.6	Zona de descàrrega.....	122
42.7	Relacions riu-aqüífer	122
42.8	Recursos i reserves	123
42.9	Explotació	123



42.10	Característiques químiques.....	123
42.11	Xarxa de control	123
42.12	Bibliografia.....	123
43.	ANNEX DE DOCUMENTACIÓ: PROSPECCIÓ GEOFÍSICA MITJANÇANT TOMOGRAFIA ELÈCTRICA I FONDÀRIA DE LA CUBETA D'ANDORRA LA VELLA.....	124
	INTRODUCCIÓ.....	125
	OBJECTIU I MÈTODE DE TREBALL.....	126
	RESULTATS OBTINGUTS.....	127
	PERFIL 1	128
	PERFIL 2	130
	PERFIL 3	132
	PERFIL 4	134
	PERFIL 5	136
	CONCLUSIONS i RECOMANACIONS.....	138
	ELABORACIÓ DEL MAPA DE GRUIXOS DE LA CUBETA D'ANDORRA.....	139

1. ANTECEDENTS

Geològicament, el Principat d'Andorra es troba inclosa en la Zona Axial pirinenca, representada per l'aflorament de materials paleozoics precarbonífers que han sofert els efectes de l'orogènia herciniana, que tingué lloc durant el Carbonífer, per posteriorment ésser deformats per l'orogènia alpina, que tingué lloc durant el Terciari.

L'estructura que es conserva en l'actualitat ve donada per la presència de domos antiformes entre estructures sinformes. Mentre els domos venen representats pels ortogneis i/o els metasediments del Cambroordovicià (massís de la Pallaresa, anticlinori de la Massana, etc), les estructures sinformes venen donades pels materials sedimentaris del Silurià i Devonian, poc metamorfitzats, que donen lloc a diferents sinclínors, com el sinclínori de Tor-Casamanya, de Llavorsí, etc. A l'hora de constituir les grans unitats hidrogeològiques s'ha tingut en compte els grans grups litològics presents en el Principat:

- Materials sedimentaris paleozoics siliciclàstics
- Materials sedimentaris paleozoics carbonàtics
- Gneisos i granodiorites

Malgrat la poca evidència d'una carstificació actual sobre el substrat calcari, la presència de diferents coves, encara que de poca espectacularitat, permeten diferenciar d'entre el substrat paleozoic el carbonàtic del siliciclàstic.

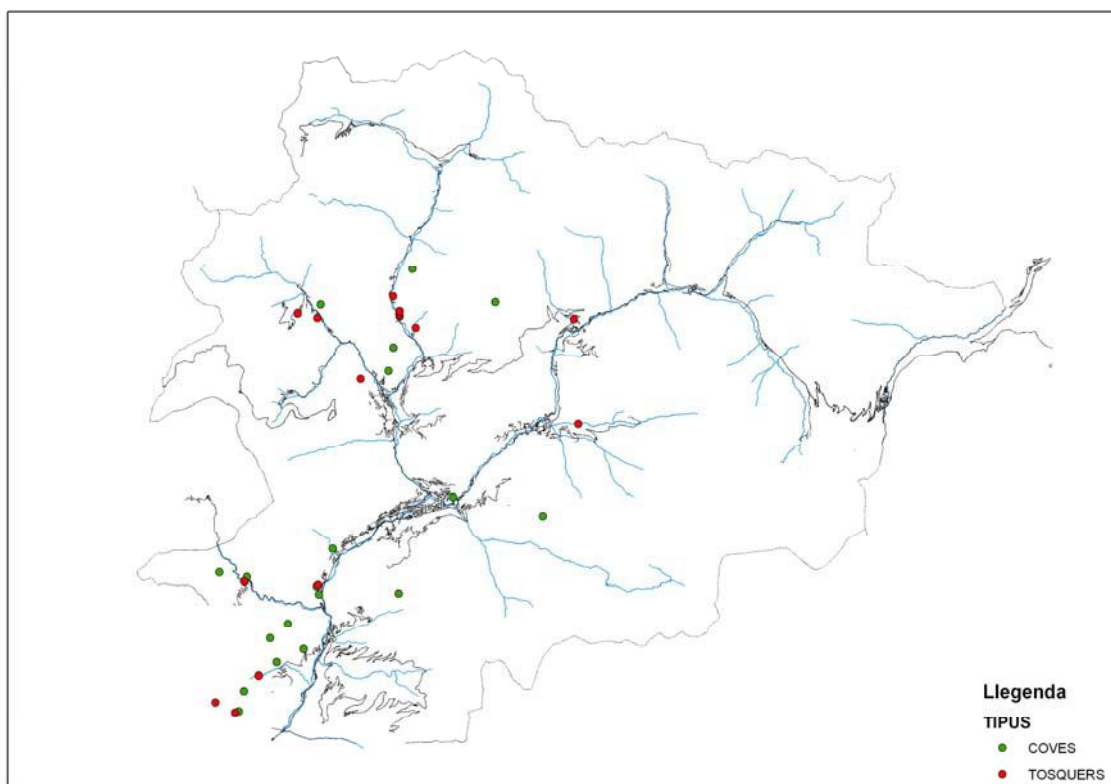


Figura 1. Distribució de les coves i tosquers

Recobrint el substrat rocós, s'acumulen els dipòsits quaternaris, de diferents orígens (col.luvionar, glacial, grans esllavissaments, flúviorrencial), característiques sedimentològiques i gruixos variables. D'entre la gran varietat de dipòsits, destaquen com a hidrogeològicament d'interès, els següents:

- Dipòsits flúviorrencials
- Dipòsits de grans moviments de massa
- Dipòsits glaciofluvials i glaciolacustres
- Dipòsits poligènics

De les diferents cubetes o terrasses fluvials quaternàries, només s'han escollit les més rellevants, amb capacitat d'emmagatzematge per sobre de 2 Hm³/any, quedant excloses petites cubetes com la de Canillo, Soldeu-Aldosa, Aixovall, Rialb, Xixerella, Borda del Jaile, Aldosa-St. Joan de Caselles, El Serrat-Salines, entre moltes altres. Els límits de les cubetes són aproximats, obtinguts en base a l'estudi *Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis* (Ministeri de Medi Ambient, 2004).

S'han identificat 15 unitats hidrogeològiques d'aqüífers porosos quaternaris, i 25 unitats hidrogeològiques d'aqüífers en roca.

En la següent figura es mostra la distribució de les diferents unitats identificades.

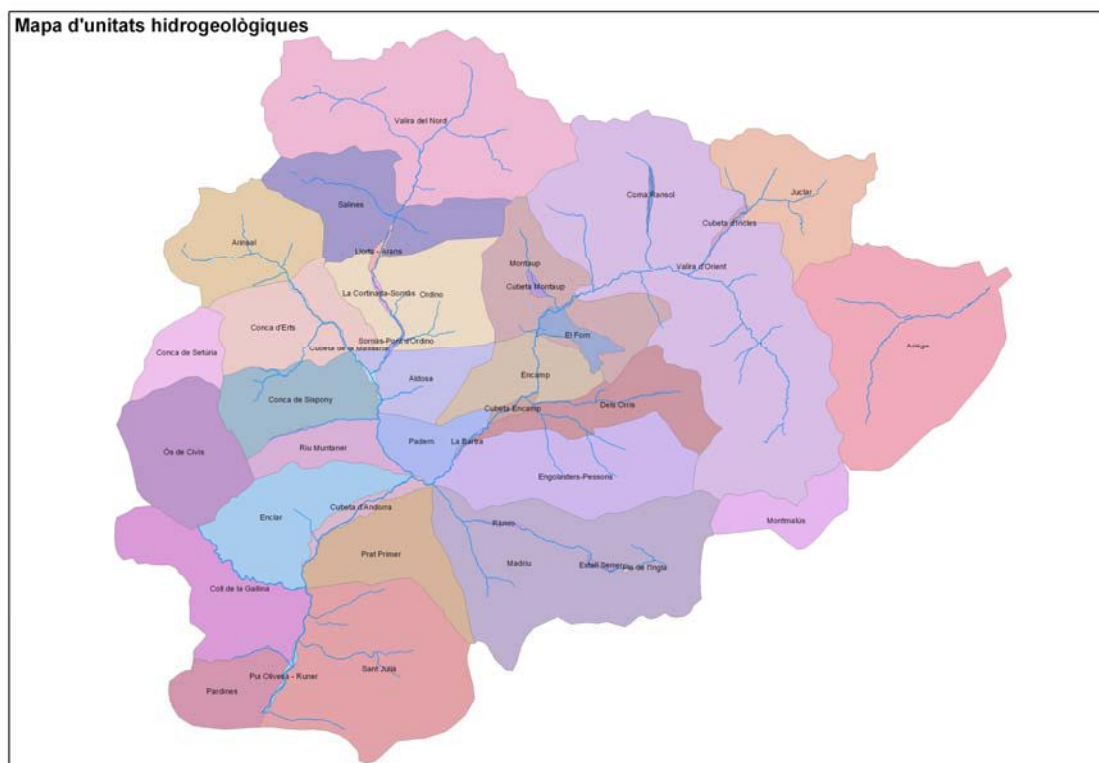


Figura 2. Unitats hidrogeològiques

A continuació es presenten les unitats identificades, amb la seva extensió i principals característiques, en base als resultats presentats en el document *DOC 1 Model climatològic i balanç hídric*, i *DOC 5 Demandes d'aigua i pressió antròpica sobre les masses d'aigua*. De les diferents unitats d'aigua identificades se n'ha calculat el recurs hídric que genera, en base als resultats obtinguts en l'anàlisi del balanç hídric. En les unitats hidrogeològiques que no es disposa d'informació (degut a que cau en territori no andorrà) s'ha estimat empíricament; En el cas de la unitat d'Ós de Civís s'ha procedit a estimar els paràmetres, en base a les unitats veïnes, mentre que en el cas de la unitat de l'Ariège s'ha traslladat la informació que es té del sector andorrà, a tota la unitat. En la següent **taula 1** es resumeix la capacitat d'emmagatzematge de les diferents unitats quaternàries, en base a les dades presentades en l'estudi "Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis", del Ministeri Medi ambient (2004). Així mateix, en la **Taula 1**, es resumeix la distribució dels recursos en totes les unitats identificades.

Id	Nom cubeta	Volum Hm3	Recurs hídric subterrani Hm3	U.H. Limitrofes
24	La bartra	6,9	2,3	Padern i Cortals d'Encamp
25	Escaldes-La margineda	227,1	74,9	Enclar, Prat Primer, Padern
26	El Forn	-	-	Montaup
31	Pui Olivesa-Runer	7,5	2,5	Pardines, St. Julià
3	La Massana	15,6	5,1	Aldosa i Sispony
32	cubeta vall incles	55	18,2	Valira Orient i Juclar
33	Estall serrer	22,7	7,49	Madriu
34	Llorts-Arans	21,9	7,2	Salines
35	Coma Ransol	20,6	6,8	Valira Orient
36	Cubeta Encamp	16,3	5,4	Encamp i Orris
37	Cubeta Montaup	15	4,9	Montaup
38	Sornàs-Pont Ordino	14,4	4,7	Ordino
39	Pla de L'Inglà	12,8	4,2	Madriu
40	La Cortinada-Sornàs	12,5	4,2	Ordino
41	Ràmio	7,3	2,4	Madriu

Taula 2. Resum de les unitats hidrogeològiques quaternàries

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Infiltració (mm)	Pluja útil o Excedents (mm)	Pluja útil o Excedents (Hm3/any)	Pluja útil disponible (Hm3/any)	Consums actuals (Hm3/any)	% Consums actuals	Litologia dominant	Superfície (m2)
Aldosa	545,14	917,68	363,36	372,61	3,04	2,74	0,10	3,70	Sèries gresopel.lítiques	8.168.268,99
Arinsal	408,86	1059,05	488,49	650,19	10,76	9,69	<1,15	6,91	Sèries gresopel.lítiques	16.551.735,91
Ariège	404,81	1243,38	755,87	838,57	33,79 (7,04)	30,41 (6,34)	0,47	26 (7,41)	Sèries gresopel.lítiques	40.299.856,31
Coll de la Gallina	493,05	762,27	272,95	277,70	4,81 (0,83)	4,33 (0,75)	<0,84	26 (60,07)	Pissarres i Margocalcàries	17.321.677,99
Coma Ransol	442,07	1161,45	685,81	719,38	0,22	0,20	0,00	0,00	Dipòsits glacio-fluvials	304.708,77
La Cortinada-Sornàs*	608,16	829,62	202,17	221,49	4,20	4,20	0,00	0,01	Dipòsits glacio-fluvials	240.503,74
Cubeta d'Andorra*	584,70	687,92	97,62	143,52	74,90	74,90	1,30	1,74	Dipòsits glacio-fluvials	2.268.308,61
Cubeta d'Incles	459,30	1164,44	690,28	705,14	0,28	0,25	0,00	0,00	Dipòsits glacio-fluvials	399.509,09
Cubeta de la Massana*	604,60	816,80	175,65	215,24	5,10	5,10	>0,25	4,92	Dipòsits fluviolacustres	655.120,31
Cubeta Montaup	500,90	992,44	482,43	491,54	0,17	0,16	0,00	0,00	Dipòsits glacio-fluvials	352.613,54
Cubeta Encamp*	623,18	720,01	107,28	141,65	5,40	5,40	0,10	1,86	Dipòsits glacio-fluvials	768.145,17
El Forn	514,64	948,49	400,44	433,85	1,14	1,03	<15,06	>100	Dipòsits de vessant	2.632.292,27
Encamp	548,29	886,25	335,43	343,92	3,38	3,04	0,07	2,32	Sèries gresopel.lítiques	9.831.249,31
Enclar	502,74	793,88	290,69	300,84	4,95	4,45	<0,86	10,56	Granodiorites amb biotita	16.449.982,02
Engolasters-Pessons	476,61	890,24	391,07	414,34	9,53	8,58	<19,54	>100	Granodiorites amb biotita	23.004.380,31
Conca d'Erts	502,49	922,67	401,63	420,17	6,24	5,62	0,01	0,18	Calcàries i pissarres	14.856.989,85
Estall Serrer	491,70	772,06	277,74	280,36	0,07	0,06	0,00	0,00	Dipòsits glacio-fluvials	256.289,80
Juclar	379,26	1359,73	875,49	980,47	17,11	15,40	<50,3	>100	Gneis ocellar	17.448.266,58
La Bartra*	634,96	777,54	134,39	163,84	2,30	2,30	0,02	0,88	Dipòsits glacio-fluvials	227.795,14
Llorts - Arans*	599,07	841,00	235,01	241,94	7,20	7,20	0,03	0,44	Dipòsits glacio-fluvials	434.935,60
Madriu	434,64	879,14	412,69	444,54	17,84	16,05	<16,96	100,00	Granodiorites amb biotita	40.121.360,91
Montaup	446,18	1061,80	546,86	615,61	10,42	9,38	<0,12	1,30	Calcàries i pissarres	16.928.199,77
Os de Civís	450,75	880,69	-	429,94	7,38	6,65	-	-		17.174.609,03
Montmalús	383,88	979,14	543,62	595,26	4,52	4,07	0,00	0,00	Granodiorites amb biotita	7.594.231,10
Ordino	521,60	949,34	402,86	427,74	7,25	6,53	<0,4	4,10	Calcàries i pissarres	16.960.118,41
Orris	471,95	938,12	439,68	471,98	6,01	5,41	<14,56	>100	Calcàries i pissarres	12.728.986,13
Padern	578,31	874,59	276,62	299,86	1,81	1,63	0,04	2,53	Pissarres i Margocalcàries	6.036.633,27
Pardines	514,74	693,94	193,24	195,53	1,72	1,55	0,00	0,30	Calcàries i Pissarres	8.805.068,39
Pla de l'Ingla	462,67	785,99	316,53	323,32	0,03	0,03	0,00	0,00	Dipòsits glacio-fluvials	96.831,14
Prat Primer	492,14	852,40	335,07	368,68	5,15 (2,4)	4,63 (2,16)	1,21	26 (56,02)	Pissarres i Margocalcàries	13.956.181,56
Pui Olivesa - Runer*	533,38	573,44	52,31	95,12	2,50	2,50	0,05	2,03	Dipòsits glacio-fluvials	400.975,76
Ràmio	572,71	789,64	217,45	219,18	0,05	0,05	0,00	0,00	Dipòsits glacio-fluvials	231.213,47
Riu Muntaner	501,60	881,11	366,72	381,21	2,57	2,31	<1,58	34,20	Pissarres i Margocalcàries	6.746.186,93
Salines	452,58	1032,61	493,33	580,04	10,67 (2,59)	9,61 (2,33)	<0,24	26 (5,8)	Pissarres i calcàries negres	18.401.587,22
Sant Julià	475,30	795,29	296,24	331,97	11,06	9,96	>0,116	1,16	Calcàries i pissarres	33.321.867,90
Conca de Setúria	416,92	999,11	514,06	582,19	3,88	3,49	0,11	2,40	Calcàries i pissarres	6.664.367,29
Conca de Sispony	500,29	897,37	382,57	397,20	5,09	4,58	<2,83	34,09	Sèries gresopel.lítiques	12.805.383,43
Sornàs-Pont d'Ordino*	618,12	822,53	197,75	205,33	4,70	4,70	0,00	0,05	Dipòsits glacio-fluvials	259.304,35
Valira del Nord	422,81	1116,79	573,94	693,98	31,84	28,66	<2,29	7,61	Sèries gresopel.lítiques	45.880.845,01
Valira d'Orient	402,73	1155,00	671,36	752,28	58,30	52,47	>66,28	63,97	Sèries gresopel.lítiques	77.495.580,80
RESUM (Hm3/any)	ETR	P			Pluja útil	Pluja útil disponible				Superfície (Km2)
	231,49	513,46	-		281,97	253,77				515,08

En parèntesi s'indica el resultat de la subconca analitzada. Font: Doc 5 Demandes d'aigua

En asterisc s'indica les unitats en les quals la pluja útil s'estima en base a la seva capacitat d'emmagatzematge.

Taula 2. Resum de les unitats hidrogeològiques

Estudi de les aigües subterrànies del Principat d'Andorra

ETR calculada segons Thornthwaite. Font: DOC1 Model climatològic i balanç hídric

Infiltració calculada segons els resultats del nombre de corba. Font: DOC1 Model climatològic

Pluja útil calculada en base a la precipitació i ETR mitja. Font:DOC1 Model climatològic

Pluja útil disponible calculada en base al cabal ecològic. Font: DOC1 Model climatològic

Consums actuals: Font: Doc 5 Demandes d'aigua

Ref. P1096

Pàg. 15 de 142

En l'anterior taula es pot observar la influència de la situació geogràfica de les unitats hidrogeològiques a l'hora d'analitzar els resultats obtinguts. Així, evidentment les situades més al Nord est, en la zona més plujosa del país, tenen els excedents més alts. S'observa també una certa influència de la litologia dominant a l'hora d'obtenir aquests excedents, però aquest factor no sembla tant determinant com la quantitat de precipitació i la temperatura en els càlculs.

En les següents figures es mostra la repartició de la pluja útil (excedents) i de la infiltració en cada unitat hidrogeològica (figura 3 i 4).

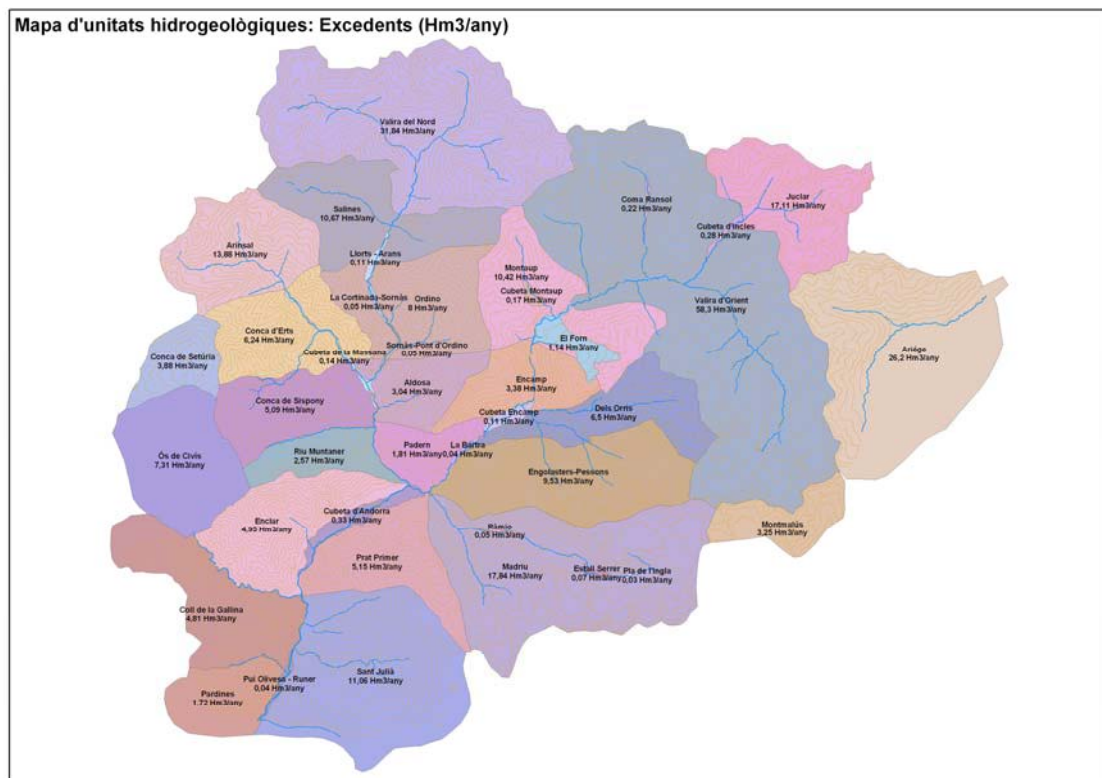


Figura 3. Excedents (Hm3/any) o pluja útil sobre les unitats hidrogeològiques

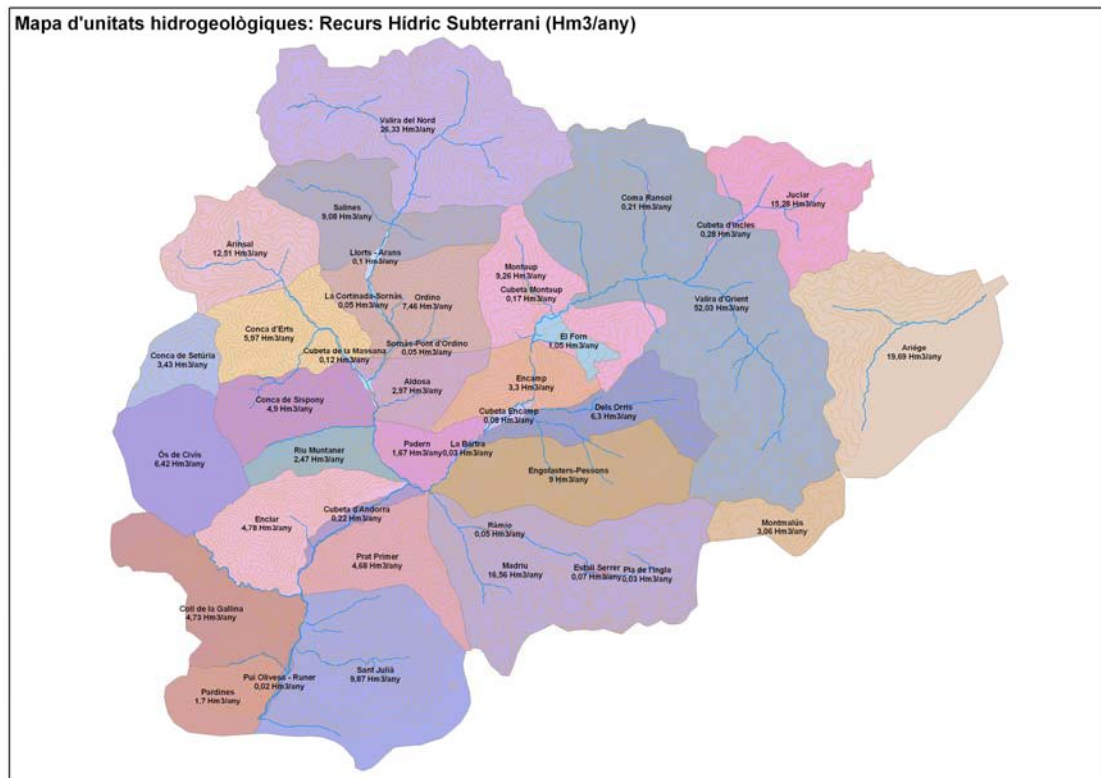


Figura 4. Recurs hídric subterrani o infiltració (Hm3/any) de les unitats hidrogeològiques

En els següents capítols es descriuen cada una de les unitats identificades, analitzant-se les seves principals característiques, en base als resultats obtinguts en les diferents anàlisis dutes a terme, i recollides en els següents documents:

- DOC 1. Model climatològic i balanç hídric
- DOC 2. Caracterització hidroquímica de les masses d'aigua
- DOC 3. Model hidrogeològic
- DOC 5. Demandes d'aigua i pressió antròpica sobre les masses d'aigua



2. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 1: CONCA D'ERTS

Aquesta unitat s'emplaça a l'oest del Principat, en la part baixa de la conca del riu d'Arinsal, quedant limitada entre el Coll de la Botella, Pic de Port Negre, Comallempla, El Mas, Collet dels Colls, i Pal, i està formada per calcàries i pissarres del Devonian. Principalment aflora la formació Manyanet, amb alternances de pissarres, margocalcàries i calcàries mudstone, i la formació Castanesa, constituïda per calcàries massisses i estratificades de mudstone-packstone amb interbancs mil·limètrics de margues. Per sota d'aquesta formació s'interpreta la formació Rueda, amb alternança de pissarres, calcàries margoses i calcàries mudstone-wakstone, amb major predomini de carbonats cap al sostre de la sèrie, i ocasionalment pakstone. A la base de la formació, més pissarrosa, és abundant la quantitat de sulfurs de ferro, com pirrotines i pirites. Està dipositada concordantment sobre el Silurià.

2.1 Límits

El límit nord i sud vénen donats pel contacte litològic amb les pissarres negres del Silurià. Al sud els materials de la unitat estan en contacte amb els materials cambroordovicians i ordovicians superiors a través de l'encavalcament de Pal.

Cap a l'Est i l'Oest el límit s'ha fet coincidir amb la divisòria d'aigües superficials. Les mateixes pissarres del Silurià intervenen com a base impermeable.

2.2 Aqüífers

Es tracta d'aqüífers càrstics fissurats formats per les calcàries devonianes. La poca presència de les calcàries massives de la formació Castanesa dona peu a que no s'estigui davant d'aqüífers càrstics ben desenvolupats.

2.3 Rius principals

Riu de Pal i riu d'Arinsal.

2.4 Geometria

La unitat es troba en el sí del sinclineri de Tor-Casamanya, que presenta una direcció E-O i està constituït per materials silurians (al nord i sud de l'estructura) i devoninans (al centre). Malgrat l'aparent disposició sinclinal i sinformal, la seva estructura interna és el resultat d'interferències de plectes de vergència oposada, on finalment s'hi desenvoluparien els diferents encavalcaments que tallen l'estructura, entre els quals hi ha l'encavalcament de Pal com a límit sud (figura 5).

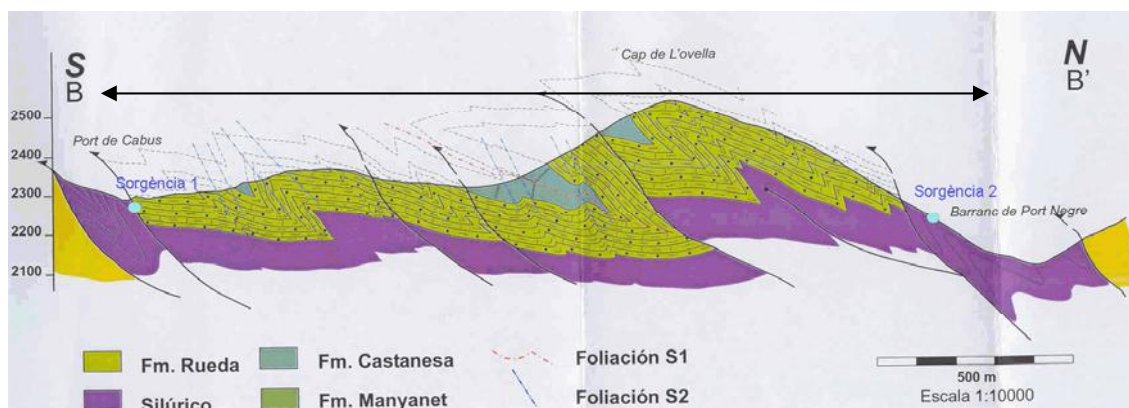


Figura 5. Perfil Port de Cabús. modificat Informe intern CRECIT-IGME

2.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les calcàries Devòniques.

2.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen en el contacte amb els materials de baixa permeabilitat (pissarres negres del Silurià), com la font de la Comarca, i a favor de fractures que afavoreixen el drenatge entre les mateixes calcàries, com la font de l'Alt.

2.7 Relacions riu-aqüífer

Existeixen diferents torrents que s'alimenten en capçalera de les sorgències que procedeixen dels aqüífers fissurats calcaris. Aquests torrents, cas de les diferents canals de Pal, i d'Arinsal, descarreguen a la vegada cap als rius de Pal, i d'Arinsal respectivament. Conjuntament amb la recàrrega directa a través de les fonts, el riu de Pal també presenta una recàrrega difusa procedent de l'aqüífer calcari, com s'observa a l'alçada de la Xixerella.

En alguns trams, el riu de Pal intersecta les pissarres del Silurià que constitueixen el límit Sud de la unitat. En alguns d'aquests trams el riu passa d'efluent a influent.

2.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Conca d'Erts	502,49	922,67	420,17	401,63	18,54	14,86

Taula 3. Distribució de les precipitacions



2.9 Explotació

No es té constància de cap captació d'aigua destinada a consum humà. S'interpreta que l'explotació agrària pot arribar a consumir el 70% del recurs hídric de l'estiu.

2.10 Característiques químiques

No es disposa de dades

2.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control piezomètric ni hidroquímic en tota la unitat.

2.12 Bibliografia

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Estudio estratigràfic i estructural del sinclinorio Tor Casamanya, Pirineo Axial. Andorra. Informe intern CRECIT-IGME.

3. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 2: CONCA DE SISPONY

Aquesta unitat s'emplaça a l'oest del Principat, al vessant occidental de la Massana entre la vall del riu Montaner, collada de Montaner, Alt del Covil, Coll de la Botella, Pal, i la Massana, i està formada per sèries gresopelitiques rítmiques amb intercalacions de calcàries, pissarres negres, gresos i quarsites del Cambroordovicià, que estan en contacte discordant sota les pissarres carbonoses del Silurià.

3.1 Límits

El límit nord i sud vénen donats pel contacte litològic amb les pissarres negres del Silurià i coincideix amb el front de dos encavalcaments. Al Sud, l'encavalcament de l'Estaron, que situa la unitat en contacte amb el sinclinal de Llavorsí, i al Nord, l'encavalcament de Pal que situa els materials del sinclinal de Tor per sobre els de l'anticlinal de la Massana.

Així mateix el límit Sud coincideix amb el curs fluvial del riu Montaner.

El límit Oest s'ha fet coincidir amb la divisòria d'aigües superficials i el límit Est coincideix amb el curs fluvial Valira del Nord, considerat com a efluent.

3.2 Aqüífers

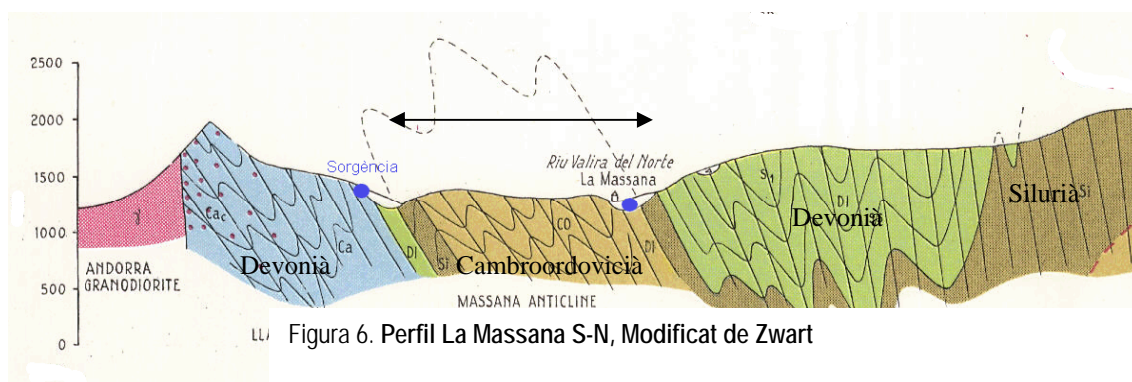
En relació als aqüífers es tracta d'aqüífers fissurats.

3.3 Rius principals

Riu Montaner i riu Valira del Nord.

3.4 Geometria

La unitat es troba en el sí de l'anticlinal de la Massana, que presenta una direcció E-O i està constituït per materials cambroordovicians (al centre) i silurians (al nord i sud de l'estructura). Es tracta d'una unitat amb una disposició aparent antiformal-anticlinal, considerada com l'acabament oriental d'un anticlinal de majors dimensions, limitat al sud i nord per dos encavalcaments (figura 6).



3.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les gresopelites.

3.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen en el contacte amb els materials de baixa permeabilitat (pissarres negres del Silurià) i a favor de fractures que afavoreixen el drenatge entre les mateixes gresopelites. La baixa permeabilitat associada a la litologia i l'escassa fracturació no afavoreixen la infiltració, no obstant, en superfície, on la meteorització és important, apreixen fonts de poc cabal associats a aqüífers amb poca capacitat de regulació.

Les fonts més significatives són la font de Bollissoles a la vall del Muntaner i font del Bisbe, Fontanal de l'Ascladella, Fontanal de les roques i fontanal de Besurt en la conca de Pal.

Es disposa de cabals de la font de Bollissoles, entre 189 m³/dia (Desembre 2000) i 8824 m³/dia (Febrer 2001) i de la Font del Bosc amb una mesura puntual de cabal d'Agost de 2005 de 0,91 m³/dia.

3.7 Relacions riu-aqüífer

Els rius s'alimenten en capçalera de les fonts procedents de l'aqüífer fissurat, així com d'un flux difús subterrani que directament el recarrega.

Quan el riu circula entre dipòsits quaternaris, molt permeables, en condicions de poc cabal, o quan el nivell d'aigua és baix, s'observen trams en els quals el riu discorre parcialment en un flux hipodèrmic.

En alguns trams, el riu de Pal intersecta les pissarres del Silurià que constitueixen el límit Sud de la unitat. En alguns d'aquests trams el riu passa d'efluent a influent.

3.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Conca de Sispony	500,29	897,37	397,20	382,57	14,63	12,81

Taula 4. Distribució de les precipitacions

3.9 Explotació

Són varies les fonts captades per consum humà de les instal·lacions del camp de neu de Pal i poble de Sispony i la Massana. S'estima un consum inferior al 2,83 Hm³/any, que suposa el 34% del recurs hídric disponible. A l'estiu s'interpreta que es capta el 100% de la pluja útil disponible.



3.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de diferents resultats químics, en concret de 5 anàlisis d'auditoria de l'any 2003 relatius al:

- dipòsit dels Fenerols, dipòsit de l'Escladella, dipòsit de Terres de Campana, dipòsit del Pla de Borràs i dipòsit de Fontanals de les Roques.

El substrat rocós, gresopelític presenta una permeabilitat d'1,7m/dia i una transmissibilitat de 7m²/dia, segons els assajos realitzats en diferents sondejos.

S'interpreta un coeficient d'esgotament de 0.0076 dia⁻¹

3.11 Xarxa de control

El M.H. Comú d'Andorra la Vella, com a gestor de la captació del riu Montaner, disposa d'estació d'aforament dels cabals captats.

3.12 Bibliografia

Hartevelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

ITGE (1998). Estudio de la viabilidad de las captaciones de agua natural Teixidó, S. L. y delimitación de su perímetro de protección

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Ministeri de Medi Ambient (2005). Estudi hidrogeològic i delimitació dels perímetres de protecció de la captació del riu Muntaner



4. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 3: CONCA DE LA MASSANA

Aquesta unitat s'emplaça en la part central de la cubeta de la Massana, des del Serrat del Forn, fins al congost de St. Antoni, i està constituït per dipòsits quaternaris poligenètics (principalment glaciolacustres i deltàics), interconnectats hidràulicament.

4.1 Límits

Limita en les quatre direccions i en profunditat amb el contacte litològic menys permeable, concretament amb les gresopelites del Cambroordovicià, que ve a ser al Nord al Serrat del Forn, al Sud, la gorja de St. Antoni, a l'Oest el contacte bosc-cultius, i a l'Est els camps de l'Aldosa.

Limita amb les unitats hidrogeològiques de l'Aldosa, Sispony, Ordino i les Salines.

4.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

4.3 Rius principals

Riu Valira del Nord, riu d'Arinsal

4.4 Geometria

Es tracta dels materials de reompliment d'una cubeta glacial, de potència variable segons la ubicació, entre 2 metres i 40 metres al Sud d'Escàs, sud i Oest de l'Aldosa o en el Barranc de les Claperes. Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) la geometria de la cubeta és d'uns 15,6 Hm³.

4.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc principalment a través d'un flux hipodèrmic procedent dels dipòsits de vessant i dels barrancs de la zona (barranc de les Claperes), de les unitats de Sispony i l'Aldosa. El funcionament hidrogeològic està molt associat amb la topografia del paleorelleu del substrat rocós, que actua com a base límit poc permeable, i que és vergent cap al riu d'Arinsal i riu Valira del Nord.

4.6 Zona de descàrrega

En el marge de la cubeta són vàries les fonts que actuen com a punts de descàrrega.

L'heterogeneïtat dels dipòsits quaternaris així com la irregularitat del sòcol paleozoic afavoreixen la presència de fonts. Així mateix també existeix una descàrrega cap als rius d'Arinsal i Valira del Nord.

Les més destacables són: Les fontetes, Font del Pui, Font de la Roureda, Can Teixidó.

4.7 Relacions riu-aqüífer

Diferents fonts alimenten en capçalera el curs dels principals torrents, com el de les Claperes, i mentre en la part alta el riu és efluent, en la part baixa és influent, recarregant l'aqüífer porós.

En el cas del riu d'Arinsal i Valira del Nord, són en general de caràcter efluent, encara que puntualment pot ser influent, sobretot en trams de plana al.luvial.

4.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Cubeta de la Massana	604,60	816,80	215,24	175,65	39,59	0,66

Taula 5. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient, 2004 el volum d'aigua emmagatzemat és d'uns 5,1Hm³, considerant una porositat de 0,33.

4.9 Explotació

Són varies les fonts captades per consum humà per abastir part del poble de la Massana, que suposa el consum de 0,25 Hm³/any o el 4,9% del recurs hídric disponible.

4.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa d'una anàlisi d'auditoria del 2004 de la font del Molí i de 3 anàlisis químics de la font Can Teixidó, Drens aparcament i font de les Canadilles del 1998 i font del Molí del 2004.

La conductivitat hidràulica dels col.luvions i till és de 24 m/dia, i dels dipòsits al.luvials del riu Arinsal de 25 m/dia.

4.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control piezomètric ni hidroquímic en tota la unitat.

4.12 Bibliografia

ITGE (1998). Estudio de la viabilidad de las captaciones de agua natural Teixidó, S. L. y delimitación de su perímetro de protección.

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra



5. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 4: RIU MUNTANER

Aquesta unitat s'emplaça al nord del massís d'Enclar, i està constituïda per pissarres grises compactes amb intercalacions primes de calcàries margoses i/o calcàries mudstone a wakestone i gresos del Devonian. Està intensament fracturada amb direccions E-O, i N-S, i cabussaments subverticals.

Contenen abundants làmines de mica incolora. Donada la proximitat amb el batòlit d'Andorra-Mt. Lluís, els materials han sofert un metamorfisme de contacte que es tradueix amb la presència d'una zonació litològica a favor de l'increment de temperatura: a prop del contacte amb la granodiorita es troben cornubianites pigallades amb cordierita i cap als extrems, pissarres i fil.lites pigallades. Les roques carbonatades, presents en la unitat formen marbres amb cristalls de calcita i calcosilcats amb granat, vesubianita, diòpsid i epidota.

Presenta mineralització de tungstè en filons i en skarns. Els filons mineralitzats s'emplacen en les proximitats del contacte intrusiu. Presenten una orientació SW-NE i cabussament cap al SE. Existeixen filons de quars, calcita i zoisita, amb clorites, albita, tremolita, epidota i sheelita com a minerals secundaris, i filons de quars, sheelita i arsenopirita entre sulfurs (pirrotina i arsenopirita entre d'altres), amb quars i calcita com a minoritaris. En relació als skarns, presenten la progradació formada per granats, vesubiana, clinopiroxens, que són substituïts per epidota-tremolita-calcita a la qual va associada la mineralització de tungstè. Localment pot presentar pirrotina en quantitats significatives i en menor quantitat, calcopirita i sheelita.

5.1 Límits

El límit nord coincideix amb un contacte litològic menys permeable, que alhora és el curs fluvial del riu Muntaner. Al sud coincideix amb la divisòria d'aigües superficials, a l'est amb el curs fluvial del riu Valira del Nord i a l'oest amb la divisòria hidrogràfica.

5.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fracturat.

5.3 Rius principals

Riu Muntaner i riu Valira del Nord.

5.4 Geometria

Aquesta unitat s'emplaça en ple sinclinal de Llavorsí (**figura 7**). Es tracta d'una estructura sinformal formada per materials del Devonian (al nucli) i del Silurià en el marge septentrional, de direcció E-O, caracteritzada per la superposició de plects. Limita al nord amb l'anticlinal de la Massana, a través de l'encavalcament d'Estaron, i al sud pel batòlit d'Andorra-Mt. Lluís. El gruix màxim reconegut és d'uns 350 m.

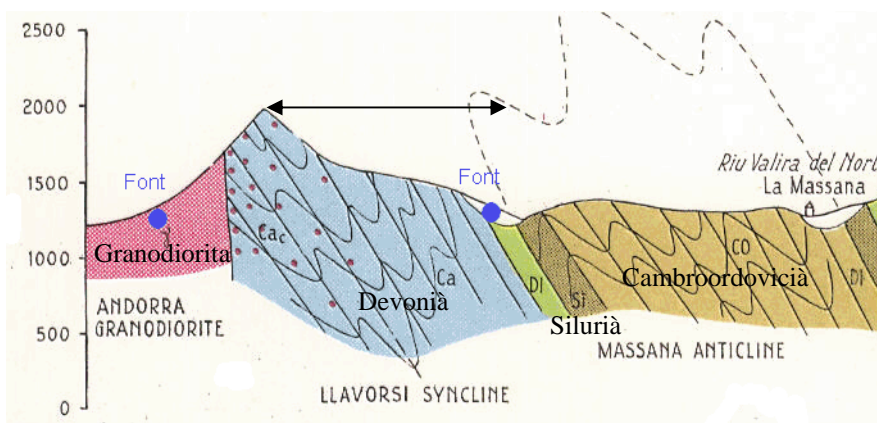


Figura 7. Perfil La Massana S-N, Modificat de Zwart

5.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc principalment pels aportos procedents de les precipitacions i fosa de la neu, que directament s'infiltra en el substrat meteoritzat en superfície que descarrega cap a un sistema de fractures més profundes. Les fissures superficials suavitzen el règim d'alimentació-descàrrega cap a les fractures més conductores.

El temps de trànsit entre l'episodi de pluges i l'augment de cabal és de pocs dies.

5.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a través de les fonts com la Birena, en les quals les fractures molt conductores, alimentades per la xarxa de fissures més superficials, intercepten amb la topografia.

No es descarta una descàrrega difusa a favor del riu Montaner.

Els valors de cabals mesurats són de la font de la Birena amb valors entre 2511 m³/dia (Març 2002) i 7428 m³/dia (Maig 2001).

5.7 Relacions riu-aqüífer

El riu Montaner es recarrega en capçalera de les petites i grans sorgències i torrents que d'aquestes en deriven, cas del torrent de la Birena, i no es descarta que també es recarregui d'un flux subterrani procedent de la unitat estudiada.

5.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Riu Muntaner	501,60	881,11	381,21	366,72	14,49	6,75

Taula 6. Distribució de les precipitacions

5.9 Explotació

Una de les fonts més cabaloses de la unitat, la font de la Birena és captada pel consum humà, junt amb el riu Muntaner. L'aigua captada s'estima que és inferior als 1,58 Hm³/any, que suposa un 34% del recurs hídric disponible. A l'estiu s'estima que es capta el 100% del recurs disponible.

5.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de les anàlisis químiques de les fonts de St Antoni (2005), font de la Birena (1990, 1991, 1992, 1992, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001), font de Bollissoles, de l'any 2004, i riu Montaner de l'any 2004, i les anàlisis d'auditoria de la font de la Birena dels anys 2004, 2005, i riu Muntaner dels anys 2004, 2005 i 2006. També es disposa de seguiment de clorurs de la font de la Birena (2004).

En base als assajos fets en els sondejos realitzats per les obres del túnel del Pont Pla, s'estimà que les corneanes presenten una permeabilitat d'entre 0,000052 i 0,047 m/dia.

S'interpreta un coeficient d'esgotament d'entre 0.0349 i 0.005 dia⁻¹

5.11 Xarxa de control

El M.H. Comú d'Andorra la Vella, com a gestor de la captació de la font de la Birena i puntualment del riu Montaner, disposa d'estació d'aforament dels cabals captats.

5.12 Bibliografia

Hartevelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

Espinola, M. i Soler, A (1996). La presència de sheelita en els sediments del riu d'Aós: caracterització de les mineralitzacions font

Igeotest (2001). Perímetres de protecció de la captació de la font de la Birena

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Igeotest (2005). Estudi hidrogeològic i delimitació dels perímetres de protecció de la captació del riu Montaner

Euroconsult. informe intern relatiu a la realització del túnel del Pont Pla



6. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 5: ENCLAR

Aquesta unitat engloba el massís d'Enclar que està constituït per granodiorites amb biotita i pissarres grises compactes amb intercalacions primes de calcàries margoses i/o calcàries mudstone a wakestone i gresos del Devonian, així com pissarres i calcàries negres del Silurià. Les roques del paleozoic mostren una aurèola de metamorfisme de contacte associat a la intrusió de la granodiorita que es tradueix amb la presència d'una zonació litològica a favor de l'increment de temperatura: a prop del contacte amb la granodiorita es troben cornubianites pigallades amb cordierita i cap als extrems, pissarres i fil.lites pigallades. Les roques carbonatades, presents en la unitat formen marbres amb cristalls de calcita i calcosilcats amb granat, vesubianita, diòpsid i epidota.

Les roques ígnies presenten una intensa fracturació amb unes direccions dominants d'orientació NW-SE, algunes de les quals apareixen mineralitzades. Es tracta de diàclasis reomplertes en alguns casos amb clorites, feldspats potàssic i sheelita, i en altres amb quars, moscovita i sheelita. També apareixen mineralitzacions en els filons. Presenten una orientació SW-NE i cabussament cap al SE. Existeixen filons de quars, calcita i zoisita, amb clorites, albita, tremolita, epidota i sheelita com a minerals secundaris, i filons de quars, sheelita i arsenopirita entre sulfurs (pirrotina i arsenopirita entre d'altres), amb quars i calcita com a minoritaris. Quan als skarns, presenten la progradació formada per granats, vesubiana, clinopiroxens, que són substituïts per epidota-tremolita-calcita a la qual va associada la mineralització de tungstè. Localment pot presentar pirrotina en quantitats significatives i en menor quantitat, calcopirita i sheelita.

El paleozoic encaixant presenta mineralització de tungstè en filons i en skarns. Els filons mineralitzats s'emplacen en les proximitats del contacte intrusiu. Presenten una orientació SW-NE i cabussament cap al SE. Existeixen filons de quars, calcita i zoisita, amb clorites, albita, tremolita, epidota i sheelita com a minerals secundaris, i filons de quars, sheelita i arsenopirita entre sulfurs (pirrotina i arsenopirita entre d'altres), amb quars i calcita com a minoritaris. Quan als skarns, presenten la progradació formada per granats, vesubiana, clinopiroxens, que són substituïts per epidota-tremolita-calcita a la qual va associada la mineralització de tungstè. Localment pot presentar pirrotina en quantitats significatives i en menor quantitat, calcopirita i sheelita.

Sobre les pissarres negres i grafitoses del Silurià, presenten nivells de lidites, gresos i carbonats. Associats a aquest darrers nivells es troben diàclasis reomplertes de pirites.

6.1 Límits

El límit nord coincideix i oest coincideix amb la divisòria hidrogràfica i la resta de límits s'ha fet coincidir amb els cursos fluvials del riu d'Ós de Civís i Gran Valira.

6.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fracturat en granodiorites i paleozoic metamorfitzat, i aqüífers càrstics sobre les calcàries del Devonian.

6.3 Rius principals

Riu d'Enclar, riu d'Ós de Civís i riu Gran Valira

6.4 Geometria

Aquesta unitat engloba el batòlit de Santa Coloma i les roques encaixants que mostren una aurèola de metamorfisme de contacte (figura 8).

Els materials paleozoics encaixants, formen part del sinclinal de Llavorsí. Es tracta d'una estructura sinformal formada per materials del Devonian i del Silurià, de direcció E-O, caracteritzada per la superposició de plecs, amb una complexa estructura interna en la qual entre els materials devonians apareixen feixes allargades de materials silurians.

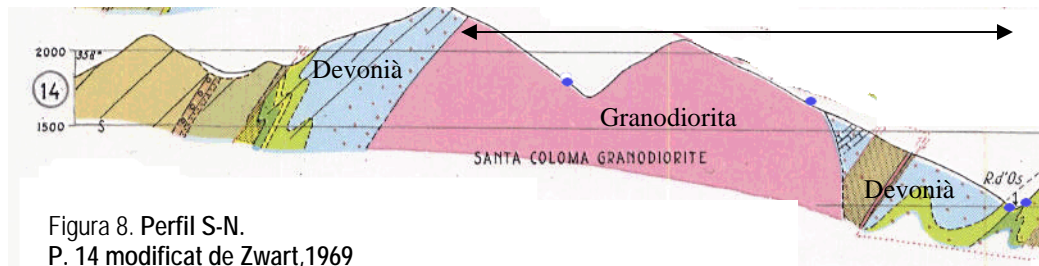


Figura 8. Perfil S-N.
P. 14 modificat de Zwart, 1969

6.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc principalment pels aportos procedents de les precipitacions i fosa de la neu, que directament s'infiltra en el substrat meteoritzat en superfície que descarrega cap a un sistema de fractures més profundes. Les fissures superficials suavitzen el règim d'alimentació-descàrrega cap a les fractures més conductores.

6.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a través de les fonts com la font de Ferrús, en les quals les fractures intercepten amb la topografia. Sobre els materials calcaris, aquestes fractures apareixen carstificades, com el cas de la font de Joans. Així mateix també existeix una descàrrega difusa cap als principals rius, com el d'Enclar i el d'Os de Civís, i cap als dipòsits quaternaris porosos de reompliment de la cubeta d'Andorra la Vella. La recàrrega de l'aquífer porós de reompliment de la cubeta d'Andorra la Vella puntualment té lloc a través del curs superficial del riu d'Enclar, només durant moments de nivells piezomètrics màxims. En període d'estiatge el riu roman eixut, pel que tant presenta un comportament influent com efluent.

Es disposa d'una mesura de cabal de la font del Rec del Solà de Maig de 2006 de 3,05 m³/dia.

6.7 Relacions riu-aquífer

Les fonts presents en capçalera donen peu a petits torrents que acaben generant rius secundaris més importants, com el d'Enclar o el d'Os de Civís. Aquests rius, a la vegada, reben els aportos d'un flux subterrani, difús, o associat a fractures cartificades, com la mateixa font de Joans. Procedent del massís d'Enclar existeix un flux subterrani que drena cap al riu Gran Valira.

6.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Enclar	502,74	793,88	300,84	290,69	10,15	16,45

Taula 7. Distribució de les precipitacions

6.9 Explotació

Són varies les fonts i rius captats pel consum humà. S'estima que es capta per sota dels 0,86 Hm³/any, fet que suposa un 11% del recurs hídric disponible. A l'estiu s'interpreta que es capta el 100% del recurs disponible.

6.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Són varies les anàlisis d'auditoria: font Aixàs (2006), font de Bixessarri (2004), riu d'Enclar (2004, 2005) i font de Joans (2004, 2006); anàlisi química de la font del rec del Solà i font de Joans (2006), i seguiment de clorurs durant el 2004 del riu d'Enclar i font del rec del Solà.

S'interpreta un coeficient d'esgotament de 0.0028 dia⁻¹

6.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control químic ni piezomètric en la unitat.

6.12 Bibliografia

Hartevelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

Espinola, M. i Soler, A (1996). La presència de sheelita en els sediments del riu d'Aós: caracterització de les mineralitzacions font

Igeotest (2001). Perímetres de protecció de la captació de la font de la Birena

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

7. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 6: COLL GALLINA

Aquesta unitat s'emplaça al sudoest del país, i avarca des del marge dret del riu d'Ós de Civís, fins el marge esquerre del riu de Fontaneda (**figura 9**). Està constituït per pissarres grises compactes amb intercalacions primes de calcàries margoses i/o calcàries mudstone a wakestone i gresos del Devonian, i per pissarres i calcàries negres del Silurià. En la part inferior de la unitat aflora la granodiorita amb biotita, com una apòfisis del batòlit Andorra-Mt. Lluís.



Figura 9. Sobre Coll de la Gallina. Quarsita fracturada



Davant la proximitat amb el batòlit d'Andorra-Mt. Lluís, els materials paleozoics han sofert un metamorfisme de contacte que dona lloc a la presència d'una zonació litològica a favor de l'increment de temperatura: a prop del contacte amb la granodiorita es troben cornubianites pigallades amb cordierita i cap als extrems, pissarres i fil.lites pigallades. Les roques carbonatades (**figura 10**), presents en la unitat apareixen mineralitzats en skarns, amb carbonats com la calcita i malaquita, i silicats com el granat, la hedenbergita, tremolita i quars, sulfurs i sulfats com marcasita, pirita, pirrotina, melanterita i sideròtil i òxids i hidròxids com hematites goethita i lepidocrocita.

Figura 10. Roc del Castell. Carbonats

7.1 Límits

EL límit nord s'ha fet coincidir amb el curs fluvial d'Ós de Civís, i el sud amb el curs fluvial de Fontaneda. El límit oest coincideix amb la divisòria hidrogràfica i l'est amb el curs fluvial del riu Gran Valira.

7.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fracturat i carstificat sobre els materials del paleozoic.

7.3 Rius principals

Riu d'Ós de Civís i Fontaneda.

7.4 Geometria

Aquesta unitat s'emplaça en el sinclinal de Llavorsí, en la branca sud, interrompuda per l'apòfisi de granodiorita de Fontaneda (**figura 11**). El sinclinal de Llavorsí es tracta d'una estructura sinformal formada per materials del Devonian i del Silurià, de direcció E-O, caracteritzada per la superposició de plecs, amb una complexa estructura interna en la qual entre els materials devonians apareixen feixes allargades de materials silurians (tal i com succeeix en el sector estudiat).

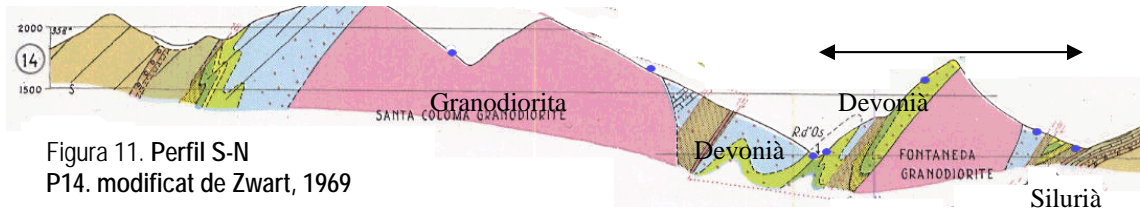


Figura 11. Perfil S-N
P14. modificat de Zwart, 1969

7.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc principalment pels aportos procedents de les precipitacions i fosa de la neu, que directament s'infiltra en el substrat meteoritzat en superfície que descarrega cap a un sistema de fractures més profundes.

7.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a través de les fonts com la que dona lloc al torrent Negre o també al torrent Pedrós o les diferents fonts de sobre Canòlich, a favor de fractures així com en zones de contacte amb materials poc permeables, com les pissarres del Silurià, com la font de Fontaneda i font del Còms.

Es disposa de mesures de cabals de la Font dels Còms, entre 6,8 (Juny de 2006) i 12,97 m³/dia (Agost 2004), de la font de Fontaneda entre 10 (Desembre 2004) i 50 m³/dia (Setembre 2004), i mesures puntuals d'Abril de 2006 de la Font Mossers-Pardines 1,4 m³/dia, de la Font sota la Bassa 2,3 m³/dia i de la Font de la Comella de les fonts 47 m³/dia.

7.7 Relacions riu-aqüífer

Els diferents rius es recarreguen dels aportos procedents de fonts i torrents. En la capçalera del riu de Fontaneda, concretament la de Comella Oscura o roques negres, el torrent neix en una zona d'aiguamolls, indicant que les aigües presenten un drenatge hipodèrmic, amb trams que discorre superficialment.

En base a l'observació de camp, el riu d'Òs de Civís rep els aportos subterranis procedents dels vessants que el confinen, és per tant en conjunt, efluent.

En el contacte pissarres-calcàries, sobre Fontaneda també s'ha observat que el torrent té un comportament influent.

7.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Coll de la Gallina	493,05	762,27	277,70	272,95	4,74	17,32

Taula 8. Distribució de les precipitacions



7.9 Explotació

Existeixen diverses captacions pel consum humà. Es tracta de diferents fonts i un pou artesià. Es capta un cabal inferior als 0,84 Hm³/any (60% del recurs hídric disponible, si es té en compte la subconca la qual s'emplacen les captacions). A l'estiu s'interpreta que es capta el 100% del recurs disponible.

7.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria de les fonts i rius següents: torrent llimois (2004, 2005, 2006), torrent llimois-font carabiners (2006), font de l'Era de mitges (2004, 2006), riu de Fontaneda (2004) i pou i riu de Fontaneda (2006).

També es disposa de les anàlisis químiques de la font dels Còms (2006), font del Pedrós (2006) i seguiment de clorurs durant el 2004 de la font dels Còms, font de mossers-pardines, font de Fontaneda, riu de Mossers, riu de Fontaneda, riu Negre, torrent Pedrós.

En base a l'assaig fet en un sondeig, s'estima una permeabilitat inferior a 0,02 m/dia i una transmissibilitat de 3m²/dia.

S'interpreta un coeficient d'esgotament de 0.0072 dia⁻¹

7.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat. Existeix una captació en forma de pou.

7.12 Bibliografia

Hartevelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

PAN (199?). Inventari de les mines i mineralitzacions d'Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Hídric (2006). Aforaments en la conca de Mossers-Fontaneda

8. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 7: CONCA D'ARINSAL

Aquesta unitat s'emplaça al nordoest del Principat, quedant limitada per Comallempa, Pic de Sanfons, Pic de Comapedrosa, Pic de Medacorba, Pic de Pla de l'Estany, i Vall de l'Angonella, vall del Valira del Nord. Es tracta d'una unitat formada per l'alternança de gresos i lutites del Cambroordovicià (**figura 12**), que cap al sostre de la sèrie combina amb gresos grisos que s'interpreta que corresponen a la formació Cava, i al sostre d'aquests gresos s'identifiquen unes pissarres negres, més compactes que les pissarres silurianes, de la formació d'Ansovell, així com un tram de calcàries possiblement de la formació Estana. També s'identifica nivells de roques ígnies volcàniques, en nivells mètrics, intercalades entre la sèrie cambroordoviciana.



Figura 12. Aspecte de la formació Ansovell vista des de la Pleta de Coma Pedrosa

8.1 Límits

Al Sud i est presenta un contacte mecànic amb el Silurià, mentre que al nord, oest i est coincideix amb la divisòria d'aigües superficials. S'interpreta que el Cambroordovicià lutític pot actuar com a nivell de base, menys permeable.

8.2 Aqüífers

Es tracta d'aqüífers fissurats format per la sèrie gresopelítica i carbonatada.

8.3 Rius principals

Riu de l'Angonella i riu Valira del Nord.

8.4 Geometria

Aquesta unitat s'enclava en el massís de la Pallaresa. Aquest dom presenta una estructura molt complexa, caracteritzada per abundants plecs, alhora que es veu afectada per desenganxaments i encavalcaments de direcció E-O.

Els materials de caràcter més lutític que afloren en el nucli de l'anticlinori podrien actuar de base menys permeable.

8.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les gresopelites.

8.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen a favor de fractures, com en el cas de les fonts de l'Obac de Lloris, així com per contacte amb materials de més baixa permeabilitat. Aquestes fonts, i petits torrents, alimenten a abundants estanys de circ com l'estany negre, estany de les truites, estanys forcats, estanys de l'Angonella, o molles del Pla de l'Estany. Es tracta d'estanys que tenen una important recàrrega amb la fosa de la neu, a través d'un flux superficial directe o hipodèrmic. No es disposa de mesures de cabals en fonts.

Els dipòsits de vessant (col.luvions, tarteres), de gelera rocallosa, relenteixen la descàrrega cap a fonts, torrents i estanys.

8.7 Relacions riu-aquífer

Són varis els torrents que s'alimenten en capçalera de les sorgències i estanys, com el torrent de l'Estany negre, riu del Pla de l'Estany. Aquests torrents, descarreguen a la vegada cap a rius més importants com el riu d'Arinsal. Conjuntament amb la recàrrega directa a través de les fonts i estanys, també existeix una recàrrega difusa procedent dels aquífers.

8.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Arinsal	408,86	1059,05	650,19	488,49	161,7	16,55

Taula 9. Distribució de les precipitacions

8.9 Explotació

Són varies les fonts captades per l'administració comunal de la Massana i, pistes d'esquí, així com també pel mateix refugi de Comapedrosa. El consum d'aigua és inferior als 1,15 Hm³/any (7% pluja útil disponible). A l'estiu i hivern s'interpreta que es capta per sobre del 50% del recurs disponible.



8.10 Característiques químiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria de la font de l'Igloo (2004), font Obèlix (2004) i font Comallempla (2004), fonts del Pla de l'Estany (2003), font del Moixó (2003), fonts de les Fonts (2003), font d'Arinsal (2001).

8.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control piezomètric ni hidroquímic en tota la unitat.

8.12 Bibliografia

Igeotest (2002). Perimetres de protecció de les captacions de les fonts de l'obac de Llorts

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Estudio estratigráfico y estructural del cambro-ordovícico y ordovícico superior de la zona del Comapedrosa y Pla de l'Estany, Pirineo Axial. Andorra. Informe intern CRECIT-IGME

9. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 8 : SETÚRIA

Aquesta unitat s'emplaça en l'extrem oest del Principat, en la capçalera del riu d'Ós de Civís, entre Pic alt del Covil, el Coll de la Botella, Pic dels Llacs, el port de Cabús i el Pic de Port Negre, i està formada per sèries gresopelítiques rítmiques amb intercalacions de calcàries, pissarres negres, gresos i quarsites del Cambroordovicià, i per calcàries i pissarres del Devonianà. En la part superior d'aquestes calcàries aflora la formació Castanesa, constituïda per calcàries massisses i estratificades de mudstone-packstone amb interbancs mil·limètrics de margues. Per sota d'aquesta formació s'interpreta la formació Rueda, amb alternança de pissarres, calcàries margoses i calcàries mudstone-wakstone, amb major predomini de carbonats cap al sostre de la sèrie, i ocasionalment pakstone. A la base de la formació, més pissarrosa, és abundant la quantitat de sulfurs de ferro, com pirrotines i pirites. Està dipositada concordantment sobre el Silurià.

9.1 Límits

El límit nord ve donat pel contacte litològic amb les pissarres negres del Silurià. Cap a l'Est i l'Oest i Sud el límit s'ha fet coincidir amb la divisòria d'aigües superficials.

9.2 Aqüífers

Es tracta d'aqüífers càrstics fissurats i aqüífers fissurats. La poca presència de les calcàries massives de la formació Castanesa dóna peu a que no s'estigui davant d'aqüífers càrstics ben desenvolupats.

9.3 Rius principals

Riu d'Ós de Civís.

9.4 Geometria

La unitat es troba en el flanc nord de l'anticlinori de la Massana, i en el sí del sinclinori de Tor-Casamanya, que presenta una direcció E-O i està constituït per materials silurians (al nord i sud de l'estructura) i devonians (al centre). Malgrat l'aparent disposició sinclinal i sinformal, la seva estructura interna és el resultat d'interferències de plecs de vergència oposada, on finalment s'hi desenvoluparien els diferents encavalcaments que tallen l'estructura, entre els quals hi ha l'encavalcament de Pal com a límit sud (**figura 13**).

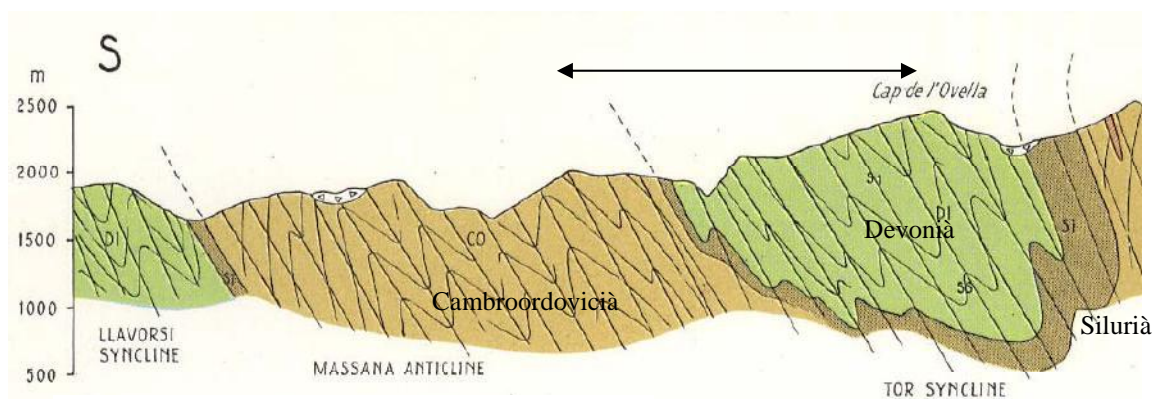


Figura 13. Perfil Port de Cabús. Modificat de Zwart

9.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les calcàries Devòniques i sobre les gresopelites del Cambroordovicià.

9.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen en el contacte amb els materials de baixa permeabilitat (pissarres negres del Silurià), com les fonts del port de Cabús, o font Roja, i a favor de fractures que afavoreixen el drenatge entre les mateixes calcàries i gresopelites, com la font dels Llacs o les fonts del sector de l'Espeluga. Sobre les calcàries els cabals de les fonts no són molt importants en aquest sector, fet que es pot associar amb la presència d'aqüífers profunds.

9.7 Relacions riu-aqüífer

Existeixen diferents torrents que s'alimenten en capçalera de les sorgències que procedeixen dels aqüífers fissurats calcaris, i associat amb la presència de materials poc permeables, com les pissarres silurianes. Aquests torrents, com el cas del torrent de l'Andorrana, descarreguen a la vegada cap al riu d'Òs de Civís.

9.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Conca de Setúria	416,92	999,11	582,19	514,06	68,12	6,66

Taula 10. Distribució de les precipitacions

9.9 Explotació

Es capta les aigües superficials del riu de l'Andorrana per ús de les pistes d'esquí, que suposa uns 0,11 Hm³/any, o sigui el 2,4% de la pluja útil disponible.

Estudi de les aigües subterrànies del Principat d'Andorra



9.10 Característiques químiques

Es disposa de l'anàlisi química de la font del Port de Cabús (2006) i l'anàlisi d'auditoria del torrent del Coll de la botella (2005).

9.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

9.12 Bibliografia

Hartvelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

10. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 9: SANT JULIÀ

Aquesta unitat s'emplaça al sud del país, i avarca Certers, Llumeneres, la Peguera (figura 14), Solà d'Arcavell. Està constituït materials del Cambroordovicià i Ordovicià superior. Es tracta de sèries gresopelites amb intercalacions de calcàries, pissarres negres, gresos i quarsites en contacte amb nivells de conglomerats i microconglomerats mètrics (conglomerats de la Rabassa) i nivells de gresos i microconglomerats de la formació Cava.



10.1 Límits

Figura 14. Vistes de la unitat de la Peguera

El límit nord s'ha fet coincidir amb el contacte litològic de les pissarres del Silurià. Al sud coincideix amb la divisòria d'aigües superficials, a l'oest amb el curs fluvial del riu Gran Valira i a l'est amb el límit administratiu.

10.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fissurat i carstificat sobre els materials del paleozoic.

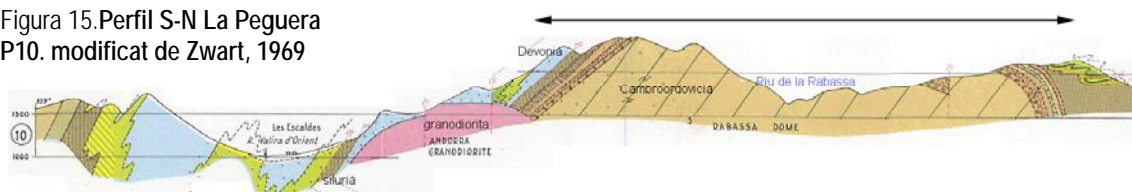
10.3 Rius principals

Riu Gran Valira, riu de la Peguera.

10.4 Geometria

Aquesta unitat s'emplaça en el dom de la Rabassa, anticlinal antiformal allargat de direcció OSO-ENE, en contacte al nord amb els materials devonians del sinclinal de Llavorsí, a través de l'encavalcament de Llavorsí, i a l'est tallat per les falles de Claror (figura 15).

Figura 15. Perfil S-N La Peguera
P10. modificat de Zwart, 1969



10.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc principalment pels aports procedents de les precipitacions i fosa de la neu, que directament s'infiltra en el substrat meteoritzat en superfície, molt afavorit per la topografia suau en zona de capçalera (Claror-Peguera).

10.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a través de les fonts en contacte amb materials menys permeables, o a favor de fractures preferents, recoberts per dipòsits quaternaris que frenen la descàrrega, com la font de Montllobar.

Els cursos d'aigua superficial i fonts són importants, en cabal i nombre, com la font de Montllobar i els diferents rius procedents de les parts més altes de la unitat.

10.7 Relacions riu-aqüífer

Els diferents rius s'alimenten dels torrents, que alhora s'alimenten de les surgències.

10.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Sant Julià	475,30	795,29	331,97	296,24	35,73	33,32

Taula 11. Distribució de les precipitacions

10.9 Explotació

Existeixen varies captacions gestionades per l'administració cumunal de St Julià de Lòria; es tracta tant de fonts, com de rius i algun pou. Es capta per sobre dels 0,1 Hm³/any (1,2% del recurs hídric disponible), tot i que a l'estiu s'interpreta que es capta el 100% del recurs.

10.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de les anàlisis químiques del pou de Lluaneres i font de Montllobar (2006).

Així mateix també es disposa de les anàlisis d'auditoria de les fonts i torrents següents:

font de Certers (2004, 2005, 2006), riu de l'Escobet (2004, 2006), font de Montllobar (2004), font Montllobar-torrent Caborreu (2006), torrent de la Peguera (2006), font de Montllobar, Font de Caborreu (2004), pou de Conangle (2004), fonts de Claror (2004, 2006).

En base a l'assaig fet en un sondeig s'estima una permeabilitat inferior a 2 m/dia i una transmissibilitat de 75 m²/dia.

10.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.



10.12 Bibliografia

Hartevelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

11. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 10: PRAT PRIMER

Aquesta unitat s'emplaça a l'oest del batòlit d'Andorra-Mt. i al nord de la Peguera, englobant l'Obaga d'Andorra la Vella i conca de Prat Primer, i està constituïda per pissarres grises compactes amb intercalacions primes de calcàries margoses i/o calcàries mudstone a wakestone i gresos del Devoniana. Està intensament fracturada amb direccions E-O, i N-S, i cabussaments subverticals.

Contenen abundants làmines de mica incolora. Donada la proximitat amb el batòlit d'Andorra-Mt. Lluís, els materials han sofert un metamorfisme de contacte que es tradueix amb la presència d'una zonació litològica a favor de l'increment de temperatura: a prop del contacte amb la granodiorita es troben cornubianites pigallades amb cordierita i cap als extrems, pissarres i fil.lites pigallades.

11.1 Límits

Limita al sud amb les pissarres del Silurià, al nord amb el curs fluvial del Madriu, a l'est amb el contacte litològic de la granodiorita i divisòria hidrogràfica i a l'oest amb el curs fluvial del riu Gran Valira.

11.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fissurat.

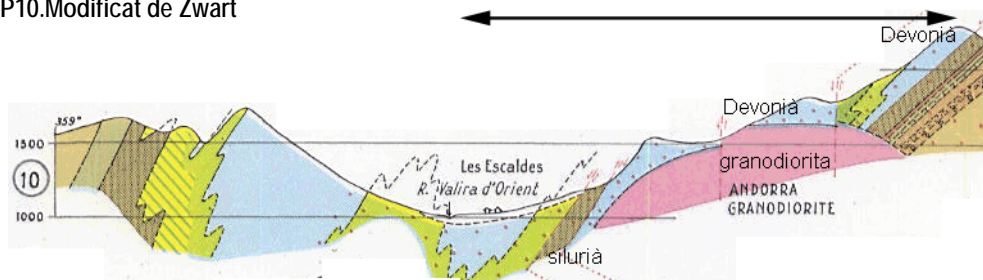
11.3 Rius principals

Riu de la Comella i riu Gran Valira.

11.4 Geometria

Aquesta unitat s'emplaça en ple sinclinal de Llavorsí (**figura 16**). Es tracta d'una estructura sinformal formada per materials del Devoniana (al nucli) i del Silurià en el marge septentrional, de direcció E-O, caracteritzada per la superposició de plecs, amb una complexa estructura interna en la qual entre els materials devonians apareixen feixes allargades de materials silurians. La granodiorita talla pel nord i est a aquesta estructura.

Figura 16. Perfil N-S Les Escaldes
P10.Modificat de Zwart



11.5 Zona de recàrrega

Els aports hídrics procedents de les pluges i fosa de neu s'infiltra i recarreguen directament els aqüífers fracturats que afloren. La recàrrega té lloc principalment en la capçalera, massís de Prat Primer i Avier.

11.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc en el contacte amb materials poc permeables, com les pissarres del Silurià. Sobre aquests materials el flux discorre superficialment, excepte quan afloren dipòsits quaternaris, permeables, on s'observa que el flux superficial s'infiltra, discorrent hipodèrmicament, com passa a la canal de Maians, o en alguns trams de la canal de la font del Cuc o en el mateix riu de la Comella, superficialitzant-se quan la cobertora presenta poca potència.

Es disposa de cabals per la Font de Ribal d'entre 1130 m³/dia (Setembre 2002) i 1230 m³/dia (Juny 2003) i per la Font Ruta una mesura puntual de 112,24 m³/dia per l'Abril de 2003

11.7 Relacions riu-aqüífer

El riu de la Comella és en conjunt recarregat pels diferents torrents i surgències de capçalera, no obstant s'ha observat en alguns trams del curs mig, com el riu també recarrega l'aqüífer porós quaternari i la mateixa roca fracturada, infiltrant-se completament. En moments de màxim cabal el riu alimenta a diferents fonts com la font del Queco i font de la Costa, per tant és clarament influent. En el tram inferior, el riu de la Comella, com el del Forn, passen a ser permanentment influents, coincidint amb l'aflorament de materials detrítics quaternaris. El riu Gran Valira rebria els aports procedents d'aquestes conques, com de la resta de vessants, en base a l'observació de camp. Aquesta interconnexió fa als aqüífers porosos molt vulnerables a la contaminació.

11.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Prat Primer	492,14	852,40	368,68	335,07	33,60	13,96

Taula 12. Distribució de les precipitacions

11.9 Explotació

El riu de la Comella és captat, així com la font més cabalosa, la font del Ribal, per part de l'administració comunal d'Andorra la Vella. Es capta un total d'1,21 Hm³/any que suposa el 56% del recurs disponible de la subconca en la qual s'emplacen les captacions. A l'estiu s'interpreta que es capta el 100% del recurs hídric disponible, i a la tardor, per sobre del 66%.



11.10 Característiques químiques

Es té els resultats de les anàlisis químics dels torrents del Cuc (2005, 2006), drens CTR (2005, 2006), riu del Forn (2005, 2006), Font de la Costa (2003), font del Queco (2003), torrent de la Comella (1995, 1996, 1997, 1998, 2003) i pou de la Plana (2006), i anàlisis d'auditoria del riu de la Comella (1990, 1991, 1992, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005), així com les anàlisis d'auditoria de la font del Ribal (1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006).

11.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat, tot i que des del Comú d'Andorra la Vella es fa seguiment qualitatiu i quantitatiu de les aigües captades.

11.12 Bibliografia

Hartevelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Hídric (2005). Inventari i caracterització de les aigües del sector del Forn de l'Obaga d'Adnorra la Vella.

12. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 11: MADRIU

Aquesta unitat engloba la conca del Madriu que està constituïda per granodiorites amb biotita.

Les roques ígnies presenten una intensa fracturació amb unes direccions dominants d'orientació NW-SE, algunes de les quals apareixen mineralitzades. Es tracta de diàclasis reomplertes en alguns casos amb clorites, feldspats potàssic i sheelita, i en altres amb quars, moscovita i sheelita. També apareixen mineralitzacions en els filons. Presenten una orientació SW-NE i cabussament cap al SE. Existeixen filons de quars, calcita i zoisita, amb clorites, albita, tremolita, epidota i sheelita com a minerals secundaris, i filons de quars, sheelita i arsenopirita entre sulfurs (pirrotina i arsenopirita entre d'altres), amb quars i calcita com a minoritaris. Quan als skarns, presenten la progradació formada per granats, vesubiana, clinopiroxens, que són substituïts per epidota-tremolita-calcita a la qual va associada la mineralització de tungstè. Localment pot presentar pirrotina en quantitats significatives i en menor quantitat, calcopirita i sheelita.

12.1 Límits

El límit sud coincideix amb un contacte litològic amb els materials del sinclinal de Llavorsí, i al nord amb la divisòria hidrogràfica.

12.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fracturat en granodiorites.

12.3 Rius principals

Riu Madriu.

12.4 Geometria

Aquesta unitat està englobada en el batòlit d'Andorra-Mt. Lluís (figura 17).

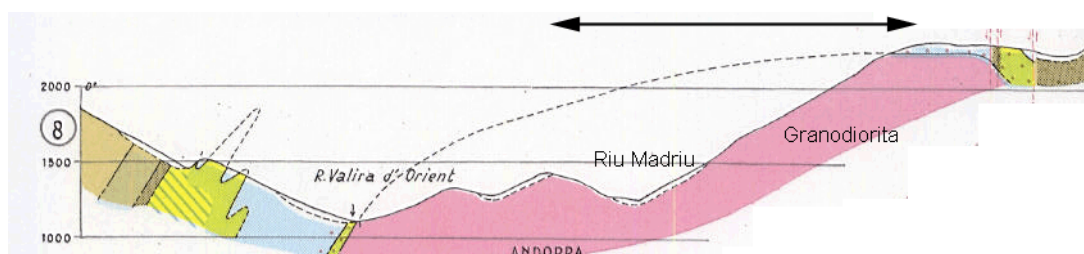


Figura 17. Perfil S-N. P. 8 Madriu. Modificat de Zwart, 1969

12.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc principalment pels aportos procedents de les precipitacions i fosa de la neu, que directament s'infiltra en el substrat meteoritzat en superfície que descarrega cap a un sistema de fractures més profundes. Les fissures superficials suavitzen el règim d'alimentació-descàrrega cap a les fractures més conductores.

12.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a través de fonts que flueixen a favor de fractures.

En alguns casos existeix cobertora superficial detrítica que suavitza la descàrrega.

Són abundants els estanys, basses i aiguamolls, molts dels quals s'emporten en el contacte amb discontinuïtats estructurals. Els estanys emplaçats en cotes superiors, la seva recàrrega és sovint difusa, directament dels aportos subterranis. Aquests estanys drenen les seves aigües cap als cursos d'aigua principals, com el riu Madriu.

Existeix una descàrrega extraconca, cap a la cubeta d'Andorra la Vella-Escalades. Associats a una falla regional NE-SO i a una altra falla de direcció NO-SE s'identifiquen diferents fonts termals en la cubeta d'Escalades. L'origen del termalisme es deu a la infiltració de les pluges i fosa acumulades en els cims de la vall del Madriu, a través d'un sistema de fractures que afecta a la granodiorita, i a l'ascens a través de les falles regionals.

12.7 Relacions riu-aqüífer

Amb la fosa de la neu, i infiltració, el riu Madriu experimenta un augment de cabal associat als aportos laterals, indicant el clar comportament efluent.

12.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Madriu	434,64	879,14	444,54	412,69	31,85	40,12

Taula 13. Distribució de les precipitacions

12.9 Explotació

Es capta el mateix riu Madriu en la part baixa i mitja, tant per ús industrial (hidroelèctrica de FEDA) com per captació d'aigua potable per la població d'Escalades-Engordany. El consum és inferior als 16,96 Hm³/any. Durant la primavera, estiu i tardor s'estima que es capta per sobre del 66% dels recursos hídrics disponibles.



12.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria del riu Madriu (1981, 1984, 2003), i de la captació del riu Madriu-Ràmio (2002, 2003), així com l'anàlisi químic de la font Pixadera.

S'estima una permeabilitat de 0,47 m/dia pels materials granodiorítics. S'interpreta un coeficient d'esgotament de 0.02 dia⁻¹

12.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

12.12 Bibliografia

Hartvelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

Igeotest (1999). Perimetres de protecció dels pous de l'estadi comunal d'Andorra.

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació prèvia dels recursos hídrics subterranis del Principat d'Andorra. Fase II

13. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 12: ENGOLASTERS-PESSONS

Aquesta unitat engloba les capçaleres de la Coma dels Llops, Ensagents, Les Agols que estan constituïdes per granodiorites amb biotita.

Les roques ígnies presenten una intensa fracturació amb unes direccions dominants d'orientació NW-SE, algunes de les quals apareixen mineralitzades. Es tracta de diàclasis reomplertes en alguns casos amb clorites, feldspats potàssic i sheelita, i en altres amb quars, moscovita i sheelita. També apareixen mineralitzacions en els filons. Presenten una orientació SW-NE i cabussament cap al SE. Existeixen filons de quars, calcita i zoisita, amb clorites, albita, tremolita, epidota i sheelita com a minerals secundaris, i filons de quars, sheelita i arsenopirita entre sulfurs (pirrotina i arsenopirita entre d'altres), amb quars i calcita com a minoritaris.

13.1 Límits

El límit nord i sud coincideix amb la divisòria hidrogràfica.

13.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fracturat en granodiorites.

13.3 Rius principals

Riu de Feritxet, i La Molina i Montuèll

13.4 Geometria

Aquesta unitat està englobada en el batòlit d'Andorra-Mt. Lluís (figura 18).

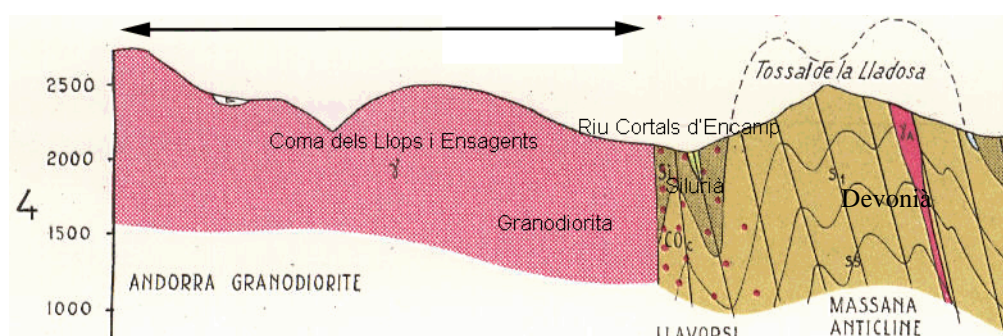


Figura 18. Perfil S-N. P. 4 Cortals d'Encamp. modificat de Zwart, 1969

13.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc principalment pels aportos procedents de les precipitacions i fosa de la neu, que directament s'infiltra en el substrat meteoritzat en superfície que descarrega cap a un sistema de fractures més profundes. Les fissures superficials suavitzen el règim d'alimentació-descàrrega cap a les fractures més conductores.

13.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a través de fonts que flueixen a favor de fractures.

En alguns casos existeix cobertora superficial detrítica que suavitza la descàrrega.

Són abundants les basses i aiguamolls; la seva recàrrega és sovint difusa, directament dels aportats subterranis. Aquestes basses drenen les seves aigües cap als cursos d'aigua principals.

Existeix una descàrrega extraconca, cap a la cubeta d'andorra la Vella-Escaldes. Associats a una falla regional NE-SO i a una altra falla de direcció NO-SE s'identifiquen diferents fonts termals en la cubeta d'Escaldes. L'origen del termalisme es deu a la infiltració de les pluges i fosa acumulades en els cims de la zona, a través d'un sistema de fractures que afecta a la granodiorita, i a l'ascens a través de les falles regionals.

Es disposa de una única mesura de cabal per la Font de les Ordigues de 27 m³/dia.

13.7 Relacions riu-aquífer

Amb la fosa de la neu i infiltració, els rius experimenten un augment de cabal associat als aportats laterals, indicant el clar comportament efluent.

13.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Engolasters-Pessons	476,61	890,24	414,34	391,07	23,26	23,00

Taula 14. Distribució de les precipitacions

13.9 Explotació

Es capta diferents fonts, rius i algun pou. Els consums són inferiors als 19,5 Hm³/any, que suposa el 100% del recurs hídric disponible.

13.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria del pou de la Closa (2002, 2003), riu de la Molina (2001, 2002, 2003) i riu de Montuèll (2002, 2003, 2005) i anàlisi química de la font de les Ordigues (2006).

En base als diferents assaigs realitzats en diferents sondejos s'estima que la formació superficial del sector d'Engolasters presenta una permeabilitat d'entre 17 i 39 m/dia i unes transmissibilitats d'entre 520 i 1402 m²/dia.



13.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

13.12 Bibliografia

Hartvelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Igeotest (2003). Perímetres de protecció del pou de la Closa

14. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 13: PADERN

Aquesta unitat inclou el massís de Padern, i està constituïda per pissarres grises compactes amb intercalacions primes de calcàries margoses i/o calcàries mudstone a wakestone i gresos del Devonian.

Contenen abundants làmines de mica incolora. La part inferior del vessant sud, davant la proximitat amb el batòlit d'Andorra-Mt. Lluís, els materials han sofert un metamorfisme de contacte que es tradueix amb la presència d'una zonació litològica a favor de l'increment de temperatura: a prop del contacte amb la granodiorita es troben cornubianites pigallades amb cordierita i cap als extrems, pissarres i fil.lites pigallades. Les roques carbonatades, presents en la unitat formen marbres amb cristalls de calcita i calcosilicats amb granat, vesubianita, diòpsid i epidota.

14.1 Límits

El límit nord coincideix amb l'encavalcament de Pal, el límit oest és el curs fluvial del riu Valira del Nord, i l'est amb el curs fluvial del riu Valira d'Orient, i limita sud amb el curs fluvial del Madriu.

14.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fissurat.

14.3 Rius principals

Riu de Padern, riu de les Costes

14.4 Geometria

Aquesta unitat s'emplaça en ple sinclinal de Llavorsí. Es tracta d'una estructura sinformal formada per materials del Devonian (al nucli) i del Silurià en el marge septentrional, de direcció E-O, caracteritzada per la superposició de plecs. Limita al nord amb l'anticlinal de la Massana, a través de l'encavalcament d'Estaron, i al sud pel batòlit d'Andorra-Mt. Lluís. El gruix màxim reconegut és d'uns 350 m.

14.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc principalment pels aportos procedents de les precipitacions i fosa de la neu, que directament s'infiltra en el substrat molt fracturat en superfície. La recàrrega té lloc de desde les cotes topogràfiques superiors (1800 m) fins a les inferiors, on es produeix la descàrrega (1500 m).

14.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc per intersecció de les fractures saturades amb la topografia, entre els 1500 m i els 1100 m, variant estacionalment: amb la fosa la descàrrega té lloc per sobre dels 1500 m, mentre que en l'estiatge baixa fins als 1100-1200 m.

14.7 Relacions riu-aqüífer

El riu de Padern, com el de Can Diumenge o el de les Costes es recarreguen pel flux infiltrat en el massís, es tracta doncs de rius guanyadors, tot i que la formació superficial acumulada en les canals dels torrents, porosa, actua d'esponja, donant lloc a trams on l'escolament passa de superficial a hipodèrmic i viceversa, segons el gruix dels dipòsits. El tram final del riu de Can Diumenge baixa eixut.

14.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Padern	578,31	874,59	299,86	276,62	23,25	6,04

Taula 15. Distribució de les precipitacions

14.9 Explotació

Es té coneixement de la captació del torrent de Can diumenge. Es capta uns 0,04 Hm³/any, o sigui el 2,5% de la pluja útil disponible. A l'estiu s'interpreta que es capta el 100% del recurs disponible.

14.10 Característiques químiques

Es disposa de les anàlisis químiques del torrent de Can Diumenge (2006), torrent de les Costes (2005).

14.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

14.12 Bibliografia

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Turu V. (1997). Evaluación de la recarga de un acuífero fisurado: utilización de los modelos de flujo en medio fisurado para el macizo de Padern-Solà d'Engordany.

15. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 14: ELS ORRIS

Aquesta unitat es situa als Cortals d'Encamp i està constituïda per pissarres grises compactes amb intercalacions primes de calcàries margoses i/o calcàries mudstone a wakestone i gresos del Devonian, així com pissarres i calcàries negres del Silurià. Les roques del paleozoic mostren una aurèola de metamorfisme de contacte associat a la intrusió de la granodiorita que es tradueix amb la presència d'una zonació litològica a favor de l'increment de temperatura: Les roques carbonatades, presents en la unitat formen marbres amb cristalls de calcita i calcosilcats amb granat, vesubianita, diòpsid i epidota. S'han trobat mineralitzacions filonians, encaixades en les calcàries, amb presència de coure i plom.

15.1 Límits

El límit sud coincideix amb un contacte litològic amb la granodiorita, mentre el límit oest s'ha fet coincidir amb el curs fluvial del riu Valira d'Orient, i el límit nord amb el contacte litològic de les pissarres del Silurià, que coincideix amb el front de l'encavalcament de l'Estaron. El límit est coincideix amb la divisòria d'aigües.

15.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fracturat càrstics sobre les calcàries del Devonian.

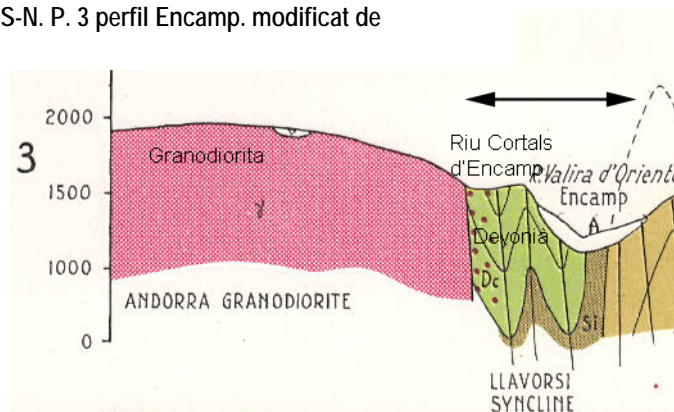
15.3 Rius principals

Riu Cortals d'Encamp, riu de Feritxet, riu de Montuèll i riu de la Molina

15.4 Geometria

Aquesta unitat s'emplaça en ple sinclinal de Llavorsí (**figura 19**). Es tracta d'una estructura sinformal formada per materials del Devonian (al nucli) i del Silurià en el marge septentrional, de direcció E-O, caracteritzada per la superposició de plecs. Limita al nord amb l'anticlinal de la Massana, a través de l'encavalcament d'Estaron, i al sud pel batòlit d'Andorra-Mt. Llúis. El gruix màxim reconegut és d'uns 350 m.

Figura 19. Perfil S-N. P. 3 perfil Encamp. modificat de Zwart, 1969



15.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc pels aportos procedents de les precipitacions i fosa de la neu, que directament s'infiltra en el substrat, tot i que els principals aportos procedeixen de les unitats veïnes, com la d'Engolasters-Pessons. Rius com el d'Ensagents i Coma dels Llops, i el riu de la Molina, entren a la unitat dels Orris com a cursos d'aigua efluents en conjunt, tot i que com passa amb el riu del Griu, no s'ha de descartar que presentin un comportament influent sobretot associat a fractures carstificades que actuen com a conductes subterranis preferents, tot i que sense arribar a l'extrem del riu del Griu en el qual totes les seves aigües, en entrar a la unitat dels Orris, s'acaben infiltrant completament en una petita dolina.

15.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a través de fonts i aiguamolls com les del Campeà, font dels Orris, fonts de Feritxet i del flux difús que recarrega el riu dels Cortals, Feritxet i Molina. Es disposa de cabals de la Font dels Orris amb un màxim de 21 m³/dia el mes de Març de 2001 i un mínim de 0 m³/dia al setembre de 2001. Es disposa de cabals per la Font d'Entalàs d'entre 42 (Octubre 2001) i 378,58 m³/dia (Maig 2001).

15.7 Relacions riu-aqüífer

El riu dels Cortals d'Encamp rep els aportos superficials de diferents torrents, aiguamolls i descàrregues difuses procedents de les fractures carstificades que afecten el substrat del Campeà, els Orris, tal i com s'ha observat, no obstant, aquest comportament efluent pot invertir-se.

15.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Orris	471,95	938,12	471,98	439,68	32,31	16,96

Taula 16. Distribució de les precipitacions

15.9 Explotació

Es capta alguna font i diferents torrents per aigua de consum de boca. Així mateix es capta també alguns rius per ús hidroelèctric. Es capta un cabal inferior als 14,6 Hm³/any, que suposa el 100% del recurs disponible.

15.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria del riu de Feritxet (2001, 2002, 2003), de la font d'Entalàs (2002, 2003) font dels Orris (2002, 2003), i anàlisi química del torrent del Griu (2006) i font del Ferro (2006).

El coeficient d'esgotament varia entre els 0,016 i 0,003 dia⁻¹



15.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

15.12 Bibliografia

PAN (199?). Inventari de les mines i mineralitzacions d'Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

16. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 15: ALDOSA

Aquesta unitat s'emplaça al centre del país, al vessant est de la Massana, i està formada per sèries gresopelítiques rítmiques amb intercalacions de calcàries, pissarres negres, gresos i quarsites del Cambroordovicià, que estan en contacte discordant sota les pissarres carbonoses del Silurià.

16.1 Límits

Els límits nord i sud vénen donats pel contacte litològic amb les pissarres negres del Silurià i coincideix amb el front de dos encavalcaments. Al Sud, l'encavalcament de l'Estaron, que situa la unitat en contacte amb el sinclinal de Llavorsí, i al Nord, l'encavalcament de Pal que situa els materials del sinclinal de Tor per sobre els de l'anticlinal de la Massana.

Així mateix el límit sud coincideix amb el curs fluvial del riu de Padern.

El límit oest s'ha fet coincidir amb l'aquífer quaternari, i a l'est amb límit hidrogràfic.

16.2 Aqüífers

En relació als aqüífers es tracta d'aqüífers fissurats.

16.3 Rius principals

No hi ha cap riu important.

16.4 Geometria

La unitat es troba en el sí de l'anticlinal de la Massana, que presenta una direcció E-O i està constituït per materials cambroordovicians (al centre) i silurians (al nord i sud de l'estructura). Es tracta d'una unitat amb una disposició aparent antiformal-anticlinal, considerada com l'acabament oriental d'un anticlinal de majors dimensions, limitat al sud i nord per dos encavalcaments. Es tenen les dades de cabal de la Font de les taules amb una única mesura de cabal de 33,1 m³/dia i la Font Mallol amb una única mesura de 19,6 m³/dia.

16.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les calcàries gresopelítiques.

16.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen a favor de fractures, i que la cobertora superficial cobreix, com la font del Castellar.

16.7 Relacions riu-aqüífer

El riu Valira del Nord rep els aports de les torrenteres de la unitat, així com del flux subterrani que difusament recarrega el riu.

16.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Aldosa	545,14	917,68	372,61	363,36	9,25	8,17

Taula 17. Distribució de les precipitacions

16.9 Explotació

Es desconeix si existeix alguna captació per aigua potable. En agricultura i ramaderia s'interpreta que es pot consumir uns 0,1 Hm³/any, que suposa el 3.7% de la pluja útil disponible.

16.10 Característiques químiques

Es disposa d'una dada puntual de clorurs de la font del Mallol i font de les Taules (2003), i de l'anàlisi química de la font del Castellar.

16.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

16.12 Bibliografia

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

17. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 16: ENCAMP

Aquesta unitat es troba entre Padern, Bony de les Neres, Meritxell i Encamp, i està formada per sèries gresopelítiques rítmiques amb intercalacions de calcàries, pissarres negres, gresos i quarsites del Cambroordovicià, que estan en contacte discordant sota les pissarres carbonoses del Silurià.

17.1 Límits

Limita al nord, sud i oest pels contactes litològic amb les pissarres negres del Silurià i coincideix amb el front de dos encavalcaments. Al Sud, l'encavalcament de l'Estaron, que situa la unitat en contacte amb el sinclinal de Llavorsí, i al Nord, l'encavalcament de Pal que situa els materials del sinclinal de Tor per sobre els de l'anticlinal de la Massana.

El límit Oest s'ha fet coincidir amb la divisòria d'aigües superficials.

17.2 Aqüífers

En relació als aqüífers es tracta d'aqüífers fissurats.

17.3 Rius principals

Riu Valira d'Orient.

17.4 Geometria

La unitat es troba a l'extrem oriental de l'anticlinal de la Massana, que presenta una direcció E-O i està constituït per materials cambroordovicians (al centre) i silurians (al nord i sud de l'estructura). Es tracta d'una unitat amb una disposició aparent antiformal-anticlinal, considerada com l'acabament oriental d'un anticlinal de majors dimensions, limitat al sud i nord per dos encavalcaments (figura 20).

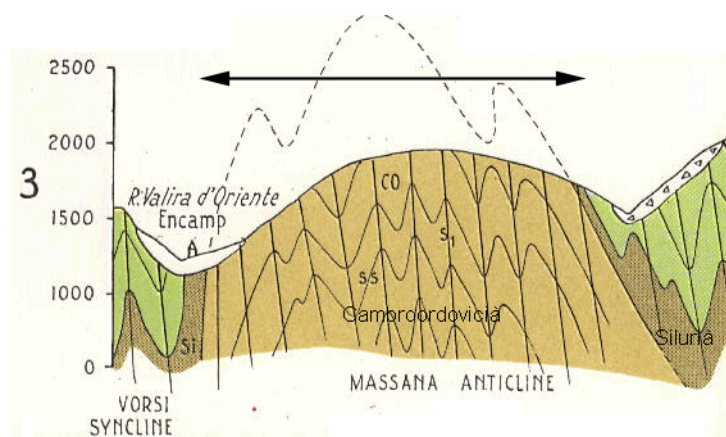


Figura 20. Perfil Encamp S-N, Modificat de Zwart

17.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc per infiltració directa de les precipitacions i fosa de neu sobre el substrat i formació superficial porosa.

17.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen a favor de fractures, i que la cobertora superficial cobreix, quedant el nivell freàtic per sota la topografia, com passa al sector del Pedral.

17.7 Relacions riu-aqüífer

El riu Valira d'Orient rep els aportos de les torrenteres de la unitat, així com del flux subterrani que difusament recarrega el riu.

17.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Encamp	548,29	886,25	343,92	335,43	8,49	9,83

Taula 18. Distribució de les precipitacions

17.9 Explotació

Es desconeix l'existència de cap captació. En agricultura i ramaderia s'estima que es consumeix 0,07 Hm/any, o sigui 2,3% del recurs disponible.

17.10 Característiques químiques

No disposa de cap anàlisi química.

17.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

17.12 Bibliografia

Hartevelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra



18. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 17: VALIRA ORIENT

Aquesta unitat s'emplaça al nord del Principat, englobant bona part de la capçalera del riu Valira d'Orient: vall d'Incles (**figura 21**), vall de Ransol, Grau-Roig, vall del Riu.



Figura 21. Vall d'Incles

Es tracta d'una unitat formada per l'alternança de gresos i lutites del Cambroordovicià, que en la part més meridional les roques del paleozoic mostren una aurèola de metamorfisme de contacte associat a la intrusió de la granodiorita que es tradueix amb la presència d'una zonació litològica a favor de l'increment de temperatura: a prop del contacte amb la granodiorita es troben cornubianites pigallades amb cordierita i cap als extrems, pissarres i fil.lites pigallades.

Entre les sèries de gresopelites hi ha intercalats nivells de calcàries carstificades, com les presents en els Clots de Moscatosa (Envalira), que lateralment passen a pissarres fosques. Així mateix també afloren nivells de calcàries, pissarres negres i gresos i quarsites de la formació Ransol. A les calcàries d'aquesta formació se'ls associa nombroses mineralitzacions, de ferro i coure, associats als sulfurs, sulfats, òxids i hidròxids i carbonats.

Al nord de la unitat afloren els gneisos del massís de l'Ospitalet. Aquests gneisos estan en contacte amb els esquists de la zona de la cordierita-andalusita i de la zona de la sil.limanita-moscovita.

18.1 Límits

Els límits de la unitat són hidrogràfics al sud i est, a l'oest amb les pissarres del Silurià, i al nord, amb el contacte amb els gneisos.

18.2 Aqüífers

Aqüífers fissurats en conjunt, sense descartar que a nivell local hi ha nivells carstificats.

18.3 Rius principals

Riu Valira d'Orient, riu d'Incles, riu de Ransol, riu de la Vall del Riu

18.4 Geometria

Aquesta unitat s'enclava en l'extrem oriental de l'anticlinal de la Massana (**figura 22**) i del dom de la Pallaresa, a través de la falla de Soldeu.

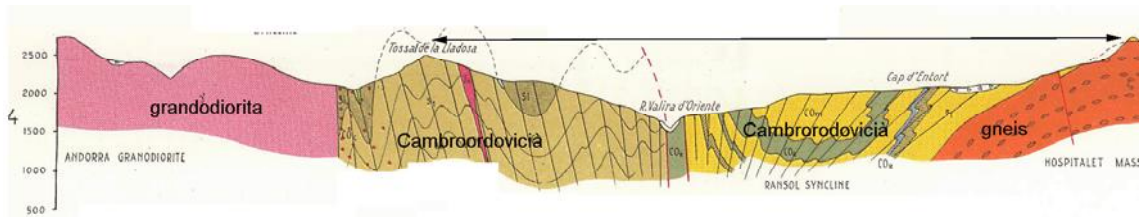


Figura 22. Perfil Ransol S-N, P4. Modificat de Zwart

18.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les gresopelites i dipòsits quaternaris.

18.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen a favor de fractures, així com per contacte amb materials de més baixa permeabilitat, que la cobertura superficial cobreix. Relacions riu-aquífer

Els diferents rius que la unitat presenta, es recarreguen en capçalera de les petites sorgències que drenen l'aquífer gresopeíltic.

18.7 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Valira d'Orient	402,73	1155,00	752,28	671,36	80,92	77,50

Taula 19. Distribució de les precipitacions

18.8 Explotació

Són varies les captacions de fonts, rius i pous per a consum humà, ús recreatiu i per ús hidroelèctric. Els consums són inferiors als 66,3 Hm³/any, que suposa el 64% del recurs disponible, tot i que a l'estiu i hivern s'estima que es capta el 100% del recurs disponible.

18.9 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de l'anàlisi d'auditoria de les fonts i riu de Ribaescorxada (2005) i dels Espiolets (2005), pou Bordes d'Envalira (2004), riu Massat (2004), seguiment de clorurs de les Estudi de les aigües subterrànies del Principat d'Andorra



fonts i torrent de Ribaescorxada i Espiolets (2003, 2004), caves Manacor (2005), fonts de la Conxa (2004), riu de Ransol (2001, 2004), pou de Ransol (2001, 2004), anàlisis químiques del 2006 del torrent de les Bordes d'Envalira, i font Càmping, font dels Capellans.

En base als assajos fets en els sondejos realitzats per les obres del túnel d'Envalira, s'estimà que les gresopelites presenten una permeabilitat d'entre nul.la i 0,044m/dia. En base a diferents estudis hidrogeològics consultats, en el sector dels Espiolets, s'estima una permeabilitat del substrat del Silurà de 6,2-102 m/dia, i unes transmissibilitats d'entre 371 i 479 m²/dia.

El coeficient d'esgotament varia entre el 0.144 i el 0.007 dia⁻¹

18.10 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

18.11 Bibliografia

Hartevelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

PAN (199?). Inventari de les mines i mineralitzacions d'Andorra

Euroconsult. informe intern relatiu a la realització del túnel d'Envalira

19. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 18: CONCA ARIÈGE

Aquesta unitat s'emplaça al nord-est del Principat, englobant la capçalera del riu del Pas de la Casa, vessant oriental, i conca del riu de St. Josep. Es tracta per tant d'una unitat pertanyent a la conca hidrogràfica de la Garona.

Es tracta d'una unitat formada per l'alternança de gresos i lutites del Cambroordovicià, que en la part més meridional les roques del paleozoic mostren una aurèola de metamorfisme de contacte associat a la intrusió de la granodiorita que es tradueix amb la presència d'una zonació litològica a favor de l'increment de temperatura: a prop del contacte amb la granodiorita es troben cornubianites pigallades amb cordierita i cap als extrems, pissarres i fil.lites pigallades.

Entre les sèries de gresopelites hi ha intercalats nivells de calcàries carstificades, que lateralment passen a pissarres fosques.

Al nord de la unitat afloren els gneisos del massís de l'Ospitalet. Aquests gneisos estan en contacte amb els esquists de la zona de la cordierita-andalusita i de la zona de la sil.limanita-moscovita.

19.1 Límits

El límit nord, oest i sud coincideix amb divisòries hidrogràfiques, mentre que el límit est consisteix amb el curs fluvial del riu del Pas de la Casa, alhora límit administratiu.

19.2 Aqüífers

Es tracta d'aqüífers fissurats formats per la sèrie gresopelítica i carbonatada.

19.3 Rius principals

Riu del Pas de la Casa

19.4 Geometria

Aquesta unitat s'enclava en l'extrem oriental de l'anticlinal de la Massana (figura 23), entre la falla de Soldeu i el batòlit granodiorític. La falla de Soldeu consisteix un encavalcament vergent cap al Sud que separa els gneisos del massís de l'Ospitalet i el dom de la Pallaresa de l'anticlinal de la Massana.

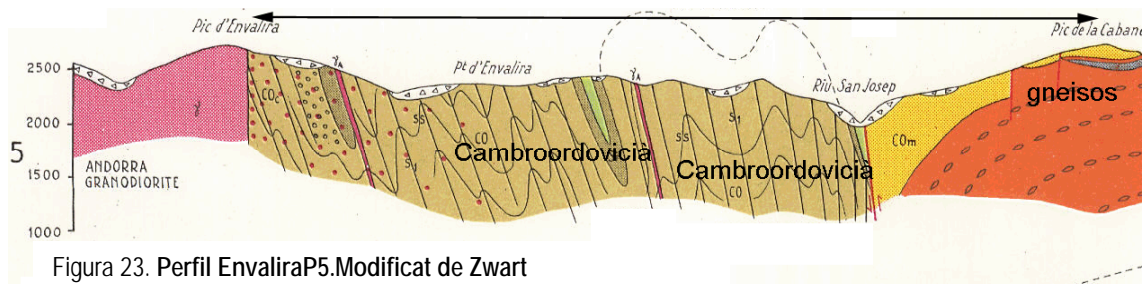


Figura 23. Perfil EnvaliraP5.Modificat de Zwart

19.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les gresopelites i dipòsits quaternaris, que en el sector dels Clots de les Abelles són molt abundants; es tracta de dipòsits de gelera rocallosa que per la seva textura, formada per grans blocs, afavoreix la infiltració. La fissuració del massís rocós afavoreix la infiltració cap a cotes inferiors.

19.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen a favor de fractures, així com per contacte amb materials de més baixa permeabilitat, com les fonts de Gasopàs o les nombroses fonts del sector de les Abelles, que la cobertura superficial cobreix.

Existeixen en capçalera l'estany de les Abelles, la recàrrega dels qual s'associa als aports de diferents torrents, el més cabalós del qual procedeix del vesant dret, territori francès, però també als aports difusos a través dels dipòsits quaternaris adjacents. Amb les aigües emergents d'aquest estany neix el riu del Pas de la Casa. Es disposa de mesures de cabal de la font dels Isards amb un mínim el Gener de 2002 de 5 m³/dia i un màxim de 404 m³/dia el Juliol de 2001.

19.7 Relacions riu-aqüífer

Els diferents rius que la unitat presenta, es recarreguen en capçalera de les petites sorgències que drenen l'aqüífer gresopèllic.

19.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Ariège	404,81	1243,4	838,6	755,9	82,7	40,30

Taula 20. Distribució de les precipitacions

19.9 Explotació

Són varies les fonts i torrents captats, i inclús el mateix estany de les Abelles, per a ús de boca. Els consums són de 0,47 Hm³/any (7,4% del recurs disponible en la subconca on s'emplacen les captacions). A l'hivern el cabal captat supera el 66% del recurs disponible.

19.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria de la font dels Isards (2001), estany Abelles (2001, 2002), fonts Gasopàs (2002), i anàlisi química de les fonts de Gasopàs (2006).

El coeficient d'esgotament varia entre 0.036 i 0.014 dia⁻¹



19.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

19.12 Bibliografia

Hartvelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Igeotest (2001). Perímetres de protecció de la captació dels Isards

I

20. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 19: JUCLAR

Aquesta unitat avarca la capçalera de la vall d'Incles, coincidint amb l'aflorament dels gneisos ocell.lars del massís de l'Ospitalet, al nord-est del Principat (**figura 24, 25**). Dins dels gneisos ocell.lars són molt abundants en la unitat els filons de pegmatites i ocasionalment, granits de dues miques.



Figura 25. Siscaró



Figura 24. Detall fracturació gneisos.
Cabana Sorda

20.1 Límits

Els límits de la unitat són litològics al sud, i oest, associats amb el contacte amb els esquists metamorfitzats del Cambroordovicià, i divisòria hidrogràfica al nord i est.

20.2 Aqüífers

Es tracta d'aqüífers fracturats.

20.3 Rius principals

Riu de Juclar, riu de Siscaró i riu de Managor

20.4 Geometria

Aquesta unitat s'emplaça en l'extrem sudoccidental del massís de l'Ospitalet, format per uns gneisos ocell.lars que estan en contacte amb uns esquists que presenten metamorfisme regional de la zona de la cordierita-andalusita i zona de la sil.limanita-moscovita (**figura 26**). Aquest massís s'estén des de la capçalera de les valls de Ransol i d'Incles fins al Pic Peric.

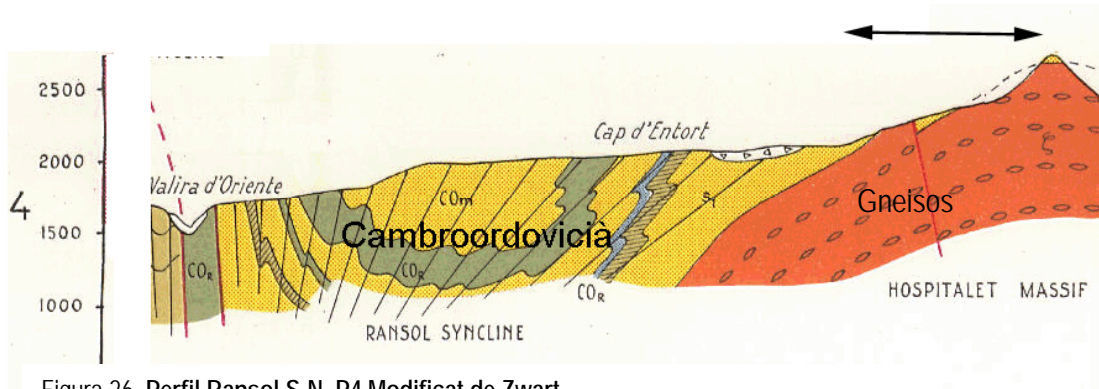


Figura 26. Perfil Ransol S-N,.P4.Modificat de Zwart

20.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre els gneissos i dipòsits quaternaris, que en el sector de Siscaró són abundants.

20.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen a favor de fractures, així com per contacte amb materials de més baixa permeabilitat, com la font de Reineres, que la cobertura superficial cobreix.

Existeixen en capçalera els estanys de Joclar, l'estany de la Cabana Sorda, l'estany de l'Isla, les mollereres de Siscaró, la recàrrega dels quals s'associa als aports de diferents torrents, però majoritàriament als aports difusos a través dels dipòsits quaternaris adjacents. Amb les aigües emergents d'aquests estanys i aiguamolls prenen cos els diferents torrents.

20.7 Relacions riu-aqüífer

Els diferents rius que la unitat presenta, es recarreguen en capçalera de les petites sorgències i estanys que drenen l'aqüífer gneisític.

20.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Juclar	379,26	1359,73	980,47	875,49	104,97	17,45

Taula 21. Distribució de les precipitacions

20.9 Explotació

Es capta les aigües superficials del riu Valira d'Orient per a ús hidroelèctric, i per tant correspon a una fracció del riu de Juclar (inferior al 50,3Hm³/any). S'interpreta que es capta el 100% del recurs disponible.



20.10 Característiques químiques

Es disposa d'una anàlisi química de la font de Reineres (2006)

20.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

20.12 Bibliografia

Hartevelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

21. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 20: MONTAUP

Aquesta unitat inclou el vessant oriental del Casamanya, Canillo i El Forn, i està formada per calcàries i pissarres del Devonianà, i en la part alta per pissarres negres del Silurià (**figura 27**). En la part superior (o nucli del sinclinal) aflora la formació Civís que consisteix en trams de pissarres llimoses més compactes que les del Silurià. Els materials que més afloren però, són les alternances de pissarres, margocalcàries i calcàries mudstone de la formació Manyanet, que reposen sobre la formació Castanesa, constituïda per calcàries massisses i estratificades de mudstone-packstone amb interbancs mil·limètrics de margues. Per sota d'aquesta formació s'interpreta la formació Rueda, amb alternança de pissarres, calcàries margoses i calcàries mudstone-wakstone, amb major predomini de carbonats cap al sostre de la sèrie, i ocasionalment pakstone. A la base de la formació, més pissarrosa, és abundant la quantitat de sulfurs de ferro, com pirrotines i pirites. Està dipositada concordantment sobre el Silurià.

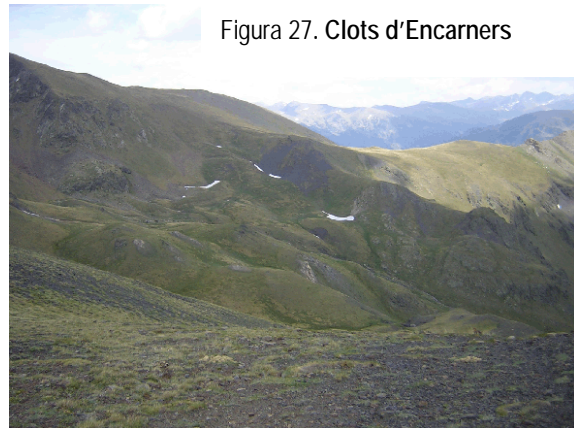


Figura 27. Clots d'Encarners

21.1 Límits

El límit nord, est i sud vénen donats pel contacte litològic amb les pissarres negres del Silurià. Al sud els materials de la unitat estan en contacte amb els materials cambroordovicians i ordovicians superiors a través de l'encavalcament de Pal.

El límit oest s'ha fet coincidir amb la divisòria d'aigües superficials. Les mateixes pissarres del Silurià intervenen com a base impermeable.

21.2 Aqüífers

Es tracta d'aqüífers càrstics fissurats formats per les calcàries devonianes.

21.3 Rius principals

Riu de Montaup.

21.4 Geometria

La unitat es troba en l'extrem oriental del sinclinal de Tor-Casamanya, que presenta una direcció E-O i està constituït per materials silurians (al nord i sud de l'estructura) i devonians (al centre). Malgrat l'aparent disposició sinclinal i sinformal, la seva estructura interna és el resultat d'interferències de plectes de vergència oposada, on finalment s'hi desenvoluparien els diferents encavalcaments que tallen l'estructura, entre els quals hi ha l'encavalcament de Pal com a límit sud (**figura 28**).

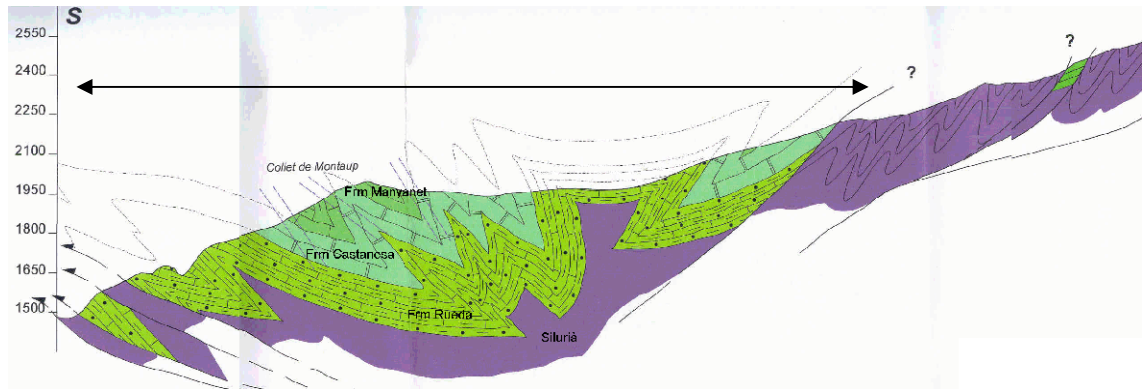


Figura 28. Perfil Montaup. Informe intern CRECIT-IGME

21.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les calcàries Devòniques.

21.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen en el contacte amb els materials de baixa permeabilitat, com les identificades al Roc del Quer (**figura 29**), i a favor de fractures que afavoreixen el drenatge entre les mateixes calcàries, com les fonts identificades en les Bordes de Montaup.



Figura 29. Vista del Roc del Quer amb senyalització de les sorgències més significatives

21.7 Relacions riu-aqüífer

El riu de Montaup es recarrega pels aports directes de les sorgències com la font de Ferro-font Blanca, però també dels aports subterranis difusos, associats a fractures carstificades, com els identificats per sobre les bordes de Montaup. Així mateix el riu Valira d'Orient també rep una recàrrega subterrània procedent dels vessants i conques com la d'Urina.

21.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Montaup	446,18	1061,80	615,61	546,86	68,76	16,93

Taula 22. Distribució de les precipitacions

21.9 Explotació

Són varies les fonts captades per l'administració comunal de Canillo, i particulars, destinades a consum d'aigua de boca. Els cabals captats són inferiors a 0,12 Hm³/any (1,3% del recurs disponible).

21.10 Característiques químiques

Es disposa de les anàlisis químiques de la font de les bordes de Montaup i de la font de Ferro/font Blanca (2006), i l'anàlisi d'auditoria de la font de la Cantina de Racons (2004) i fonts de Montaup (2005).

21.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

21.12 Bibliografia

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Estudio estratigràfic i estructural del sinclínic Tor Casamanya, Pirineo Axial. Andorra. Informe intern CRECIT-IGME.

22. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 21: SALINES

Aquesta unitat s'emplaça al nord del Principat, quedant limitada entre l'Angonella (**figura 30**), l'Hortell, Llorts, el coll d'Arenes i Arans. Es tracta d'una unitat formada per les pissarres negres carbonoses del Silurià (**figura 31**) que en aquesta zona aflora en una àmplia extensió i representativitat com per donar sorgències amb característiques pròpies, malgrat les propietats litològiques que el defineixen com a materials impermeables en conjunt. Són varies les mineralitzacions associades amb aquest substrat i concretament en aquesta unitat. Com a mineralitzacions explotades es coneix la mina de Llorts i les mines de Sedornet, en les quals s'extreia els òxids i hidròxids de ferro, fruit de l'alteració dels sulfurs de ferro, concentrats en fractures i falles.



Figura 30. Part baixa de la vall de l'Angonella

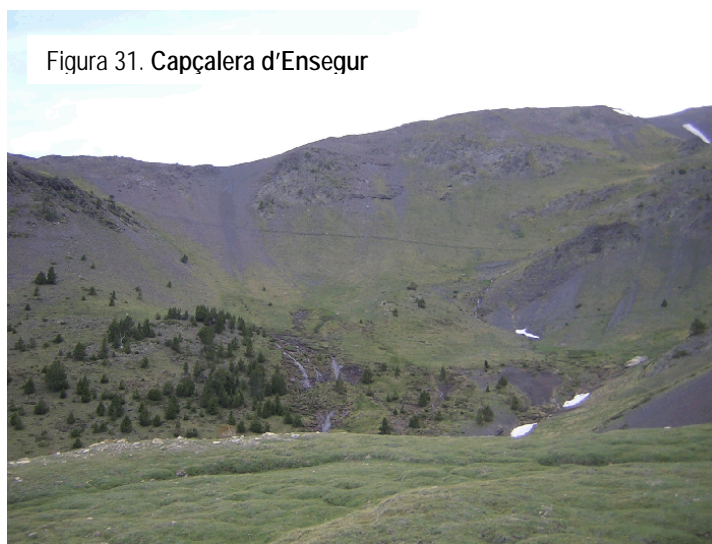


Figura 31. Capçalera d'Ensegur

22.1 Límits

Al sud, est i oest limita amb el contacte litològic, mentre que al nord s'ha fet coincidir la divisòria d'aigües superficials.

22.2 Aqüífers

Aqüífers fissurats.

22.3 Rius principals

Riu de l'Angonella, riu del Valira del Nord i riu de l'Ensegur.

22.4 Geometria

La unitat es troba en el flanc nord del sinclinori de Tor-Casamanya, que presenta una direcció E-O i està constituït per materials silurians (al nord i sud de l'estructura) i devonians (al centre). Malgrat l'aparent disposició sinclinal i sinformal, la seva estructura interna és el resultat d'interferències de plects de vergència oposada, on finalment s'hi desenvoluparien els diferents encavalcaments que tallen l'estructura, entre els quals hi ha l'encavalcament de Pal com a límit sud (figura 32).

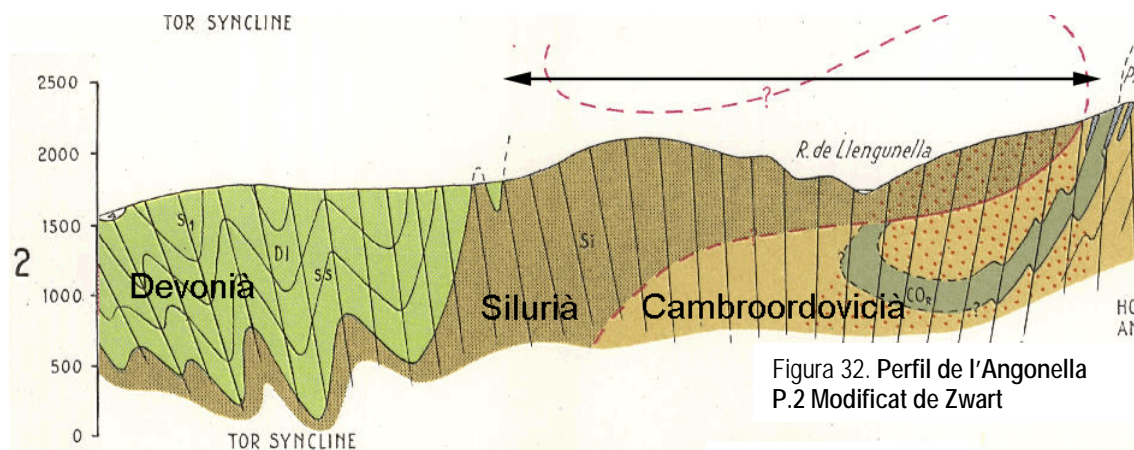


Figura 32. Perfil de l'Angonella
P.2 Modificat de Zwart

22.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les pissarres.

22.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen a favor de fractures que afavoreixen el drenatge entre les mateixes pissarres, com la font de les mines de Llorts.

22.7 Relacions riu-aqüífer

Exsisteixen diferents torrents que s'alimenten en capçalera de les sorgències que procedeixen dels aqüífers fissurats. Aquests torrents, acaben descarregant cap al riu Valira del Nord.

22.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Salines	452,58	1032,61	580,04	493,33	86,70	18,40

Taula 23. Distribució de les precipitacions



22.9 Explotació

Es capta el riu de l'Angonella. Suposa un cabal inferior als 0.24 Hm³/any (5,8% del recurs disponible de la subconca).

22.10 Característiques químiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria del riu de l'Angonella (2002, 2004), i anàlisi químic de la font de la mina de l'orts (2006) i fonts Obac de Llorts (2002).

22.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

22.12 Bibliografia

Hartevelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

PAN (199?). Inventari de les mines i mineralitzacions d'Andorra

23. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 22: VALIRA NORD

Aquesta unitat s'emplaça al nord del Principat, englobant la capçalera del riu de Tristaina, i la capçalera del riu de Sordeny-Rialb (**figura 33**).

Es tracta d'una unitat formada per l'alternança de gresos i lutites del Cambroordovicià, que cap al sostre de la sèrie combina amb gresos grisos que s'interpreta que corresponen a la formació Cava, i al sostre d'aquests gresos s'identifiquen unes pissarres negres, més compactes que les pissarres silurianes, de la formació d'Ansovell, així com un tram de calcàries possiblement de la formació Estana. En la capçalera de la conca de Rialb afloren gresopelites del Cambroordovicià inferior sotmeses a un metamorfisme regional de grau alt (zona de la sillimanita-feldspat potàssic). En l'àrea dels estanys de Tristaina, dins els esquists de la zona silimanita-moscovita, són abundants els filons de pegmatites i alguns cossos de granit de dues miques.



23.1 Límits

Al Sud està en contacte mecànic amb el Silurià i divisòria hidrogràfica, mentre que al nord, est i oest s'ha fet coincidir amb la divisòria hidrogràfica. S'interpreta que el Cambroordovicià lutític pot actuar com a nivell de base, menys permeable.

23.2 Aqüífers

Es tracta d'aqüífers fissurats format per la sèrie gresopelítica i carbonatada.

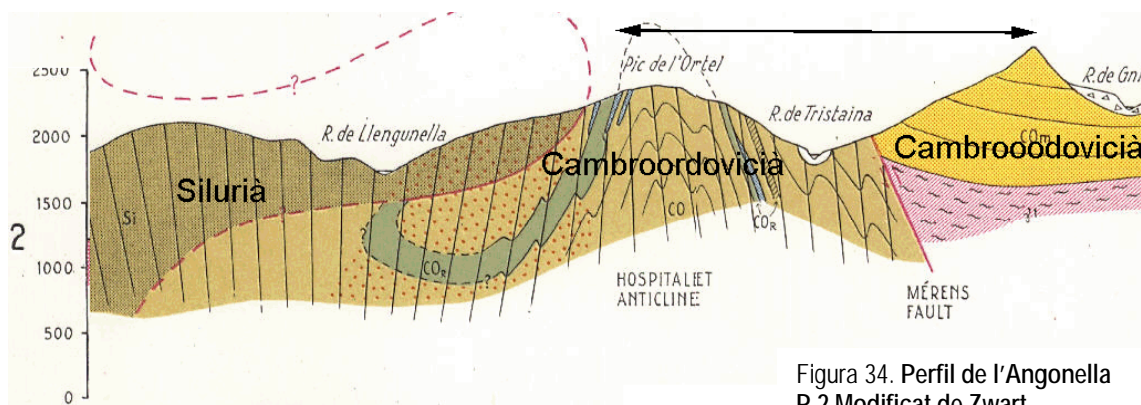
23.3 Rius principals

Riu de Tristaina, de Rialb i de Sorteny

23.4 Geometria

Aquesta unitat s'enclava en el massís de la Pallaresa. Aquest dom presenta una estructura molt complexa, caracteritzada per abundants plecs, alhora que es veu afectada per desenganxaments i encavalcaments de direcció E-O (**figura 34**).

En aquesta unitat també està cartografiada la falla de Mérens. Es tracta d'una banda milonítica que en el sector estudiat es divideix en dues bandes, des del port de Banyell es dirigeix cap al port del Rat i cap al pic de Cataperdís. El gruix de les bandes varia entre els 200 i els 500 m de material intensament deformat. Aquesta falla és de caràcter regional, separant el massís gneisític de l'Ospitalet del de l'Aston. Aquesta macrodiscontinuat divideix la unitat en dues. Al nord, Tristaina, al sud la Coma del Forat i vessant nord dels Hortells.



23.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les gresopelites i dipòsits quaternaris.

23.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen a favor de fractures, com en el cas de les fonts dels Hortells i font de l'Enciam i fonts d'Encodina, així com per contacte amb materials de més baixa permeabilitat, com la font de la Coma. Els dipòsits de vessant o glacials, suavitzen la descàrrega. Com a fonts més importants, destaca la font d'Encodina i la font de la Pleta.

La composició química de les aigües del Puntal, i Encodina, amb una mineralització particular, permet establir que es pot tractar d'aigües procedents de fractures. En aquest sentit se les associa amb aigües circulants per la falla de Merens.

Existeixen en capçalera diferents estanys (tristaina, creussans) i molles (abarsetar), la recàrrega dels quals s'associa als aportos de les fonts i torrents, però també als aportos difusos a través dels dipòsits quaternaris adjacents. Aquests estanys alhora aporten un flux cap als torrents, alguns dels quals alimenten de nou a altres estanys, com succeeix amb els estanys de Tristaina.

Es disposa de cabals de la Font dels cuiners amb cabals entre 930 (Juny 2003) i 3913,5 m³/dia (Maig 2003), de la Font de la Pleta entre 1248,65 (Juny 2003) i 3584,4 m³/dia (Juliol 2002) i de la Font d'Encodina entre 592,7 (Juny 2002) i 3267 m³/dia (Maig 2003).

23.7 Relacions riu-aqüífer

Els diferents rius que la unitat presenta, es recarreguen en capçalera de les petites i grans sorgències i torrents que d'aquestes en deriven, com el torrent generat per la font d'Encodina, torrent dels Hortells. Es tracta doncs, de rius elfuents, tot i que en trams per on circulen entre materials porosos, s'interpreta que el riu pot tenir un comportament influent (riu de Rialb-font dels Cuiners, riu de Creussans-font de la Coma).

23.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Valira del Nord	422,81	1116,79	693,98	573,94	120,05	45,88

Taula 24. Distribució de les precipitacions

23.9 Explotació

Es capta diferents fonts i algun riu per consum humà i pistes d'esquí. Es capta un cabal inferior als 2,29 Hm³/any (7,6% recurs disponible).

23.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria de la font de la Pleta (2000, 2001, 2002, 2003, 2004), font de la Coma (2000, 2001, 2002, 2003, 2004) i riu de Tristaina (2004), fonts d'Encodina (2004), font del Puntal (2002, 2004), riu del Puntal (2002, 2004), font del Canyar (2002, 2004), font dels Cuiners (2003, 2005), i anàlisi puntual de clorurs i sulfats de la font de la Pleta, font de la Coma, riu de Creussans, i font de l'Abarsetar (2003), seguiment de clorurs de la font el Puntal, font Freda, font del torrent i fonts dels Cuiners (2002, 2003) i font d'Encodina (2002, 2003, 2004), font de la Pleta i riu de Rialb (2004).

També es té un anàlisi químic de la font de la Pleta i torrent del Puntal (2006), i de la font d'Encodina (2003), sondejos d'Encodina (2003), llixiviats d'Encodina (1991, 2003).

El coeficient d'esgotament és d'uns 0.03 dia⁻¹.

23.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

23.12 Bibliografia

Hartevelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra



CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

Igeotest (2003). Perímetres de protecció de la futura captació de les fonts dels Cuiners.

Estudio estratigráfico y estructural del cambro-ordovícico y ordovícico superior de la zona de el Serrat-Arcalis, Pirineo Axial. Andorra. Informe intern CRECIT-IGME

24. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 23: ORDINO

Aquesta unitat inclou el vessant occidental del Casamanya, i el vessant oriental del Pic del Solà d'Erts, i està formada per calcàries i pissarres del Devonianà. En la part superior (o nucli del sinclinal) aflora la formació Civís que consisteix en trams de pissarres llimoses més compactes que les del Silurià. Els materials que més afloren però, són les alternances de pissarres, margocalcàries i calcàries mudstone de la formació Manyanet, que reposen sobre la formació Castanesa, constituïda per calcàries massisses i estratificades de mudstone-packstone amb interbancs mil·limètrics de margues. Per sota d'aquesta formació s'interpreta la formació Rueda, amb alternança de pissarres, calcàries margoses i calcàries mudstone-wakstone, amb major predomini de carbonats cap al sostre de la sèrie, i ocasionalment pakstone. A la base de la formació, més pissarrosa, és abundant la quantitat de sulfurs de ferro, com pirrotines i pirites. Està dipositada concordantment sobre el Silurià.

24.1 Límits

El límit nord, i sud vénen donats pel contacte litològic amb les pissarres negres del Silurià. Al sud els materials de la unitat estan en contacte amb els materials cambroordovicians i ordovicians superiors a través de l'encavalcament de Pal.

El límit oest i est s'ha fet conincidir amb la divisòria d'aigües superficials. Les mateixes pissarres del Silurià intervénen com a base impermeable.

24.2 Aqüífers

Es tracta d'aqüífers càrstics fissurats formats per les calcàries devonianes.

24.3 Rius principals

Riu de Valira del Nord.

24.4 Geometria

La unitat es troba en el sí del sinclinal de Tor-Casamanya, que presenta una direcció E-O i està constituït per materials silurians (al nord i sud de l'estructura) i devoninans (al centre). Malgrat l'aparent disposició sinclinal i sinformal, la seva estructura interna és el resultat d'interferències de plectes de vergència oposada, on finalment s'hi desenvoluparien els diferents encavalcaments que tallen l'estructura, entre els quals hi ha l'encavalcament de Pal com a límit sud.

24.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les calcàries Devòniques.

24.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen en el contacte amb els materials de baixa permeabilitat (pissarres negres del Silurià), com les fonts de les Taules, i a favor de fractures que afavoreixen el drenatge entre les mateixes calcàries, com la font de la Cortinada o la font de Sornàs. Algunes de les sorgències estan entre dipòsits quaternaris. Aquest recubriment detrític suavitza la descàrrega.

Es disposa de cabals de la Font Verda d'entre 23 m³/dia (Octubre 2003) i 211,77 m³/dia (Juny 2003) i de la Font Navina de 115,1 m³/dia (Agost 2003).

24.7 Relacions riu-aqüífer

Existeixen diferents torrents que s'alimenten en capçalera de les sorgències que procedeixen dels aqüífers fissurats calcaris. Aquests torrents, cas del riu del Casamanya, descarreguen a la vegada cap al riu del Valira del Nord. Conjuntament amb la recàrrega directa a través de les fonts-torrents, el riu Valira del Nord també presenta una recàrrega difusa procedent de l'aqüífer calcari, com s'observa a l'alçada de la Cortinada, i que pot ser extensiu a tota la unitat. En els torrents de capçalera tampoc es descarta una inversió en el comportament, passant d'efluent a influent, alimentant a fissures carstificades, com s'interpreta en la font d'Ansalonga.

24.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Ordino	521,60	949,34	427,74	402,86	24,88	7,59

Taula 25. Distribució de les precipitacions

24.9 Explotació

Són vàries les fonts captades per l'administració comunal d'Ordino, destinades a consum d'aigua de boca. Es capta un cabal inferior al 0,4 Hm³/any, que suposa el 4% del recurs disponible, tot i que a l'estiu suposa el 100% del recurs disponible.

24.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria de les fonts d'Arans (2002, 2004), font de la Cortinada (2002, 2004), font d'Ansalonga (2002, 2004), font Verda (2004), fonts de la Navina (2002, 2004), així com de l'anàlisi química de la font de Sornàs (2006), i seguiment de clorurs de la font Verda (2003), fonts de la Navina (2002, 2003).

El coeficient d'esgotament és d'uns 0.0027 dia⁻¹.



24.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

24.12 Bibliografia

Igeotest (2002). Perímetres de protecció de la font d'Ansalonga

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

25. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL.LUVIALS 24: LA BARTRA

La unitat de la Bartra inclou els dipòsits quaternaris de fons de la vall del sector de la Bartra, entre Ràdio Andorra i Central de FEDA. Es tracta de dipòsits al.luvials i glacioal.luvials i lacustres.

25.1 Límits

S'interpreta que aquesta unitat està limitada a la base i frontal i dorsalment pel substrat rocós (pissarres i calcàries del Devonià, i granodiorita). Limita amb les unitats hidrogeològiques de Padern i Cortals d'Encamp.

25.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa, intergranular en conjunt, malgrat que s'interpreta una anisotropia vertical associada a l'existència de capes intercalades de menor permeabilitat.

25.3 Rius principals

Riu Valira d'Orient.

25.4 Geometria

Al fons de la vall es localitzen els dipòsits al.luvials formats per acumulacions de llims, sorres i còdols sedimentats per les aigües del riu Valira principalment, però també pel torrent de Les Costes, que en aquest cas ha deixat la morfologia de con de dejecció, amb els primers 6 metres de la part distal, formada per passades centimètriques de graves anguloses entre nivells de llims.

En relació al reompliment de la cubeta, s'estima que pot assolir els 80 metres. L' aqüífer té una extensió aproximada de 194.867,4 m² . Segons Ministeri de Medi Ambient, la cubeta de la Bartra té un volum de 6,9 Hm³.

Conjuntament amb els dipòsits al.luvials superficials, és possible que hi hagi nivells més o menys planoparalels, de capes de dipòsits glacioal.luvials, i fins i tot a la base de la cubeta, de nivells lacustres.

La cubeta s'encaixa entre els materials calcoesquistosos del Devonià, i la granodiorita.

25.5 Zona de recàrrega

La recàrrega de la unitat té lloc principalment pels aportats del riu Valira d'Orient. S'interpreta que la contribució del riu Valira d'Orient en l' aqüífer està al voltant del 80%.

Així mateix la unitat també es recarrega pels aportats laterals procedents del vessant de Padern. Els torrents de les Costes, així com el de Beixalís, alimentats per la infiltració i escolament directe de les precipitacions i fosa de neu sobre el vessant, s'acaben infiltrant en el

contacte amb els materials quaternaris (dipòsits de vessant i fluviotorrencials) acumulats en la part baixa del vessant, colindant amb l'aqüífer al.luvial. Aquests aports laterals subterranis, s'interpreta que pot aportar fins a un 15-20% del reservori de la unitat (Hidric, 2006).

Finalment també existeix una recàrrega directa de les precipitacions, que s'estima que aporta entre un 5-14%.

25.6 Zona de descàrrega

La descàrrega de l'aqüífer es produeix en la part sud de l'aqüífer, cap al riu Valira d'Orient, subterràniament exclusivament. Dins la cubeta existeix un flux intern que es mou longitudinalment des de la part nord de la cubeta cap a la part sud, així com un flux transversal, des dels vessants cap al centre de la cubeta.

25.7 Relacions riu-aqüífer

Existeixen trams on el riu recarrega l'aqüífer i trams on el riu es recarrega del flux procedent de l'aqüífer. Segons el nivell relatiu de l'aigua del riu, dominarà més un tram que l'altre, però en tot cas existeix una interconnexió que fa que l'aqüífer sigui vulnerable a la contaminació.

El torrent de les Costes, així com torrents esporàdics associats amb la fosa de la neu o intenses pluges, s'infiltra completament en coincidir amb els dipòsits quaternaris de fons de vall, tenint doncs, un clar comportament influent cap a l'aqüífer al.luvial.

25.8 Recursos i reserves

El reservori d'aigua s'estima que és d'1,46 Hm³, si es suposa un gruix saturat de 75 metres, al llarg dels 194.867,4m², i la porositat eficaç és de 0,10 (Villanueva, M., Iglesias, A., 1984). La contribució del riu Valira d'Orient a l'aqüífer, en el tram més superficial, és d'un 80%.

La distribució de les precipitacions que tenen lloc sobre la unitat es mostra en la següent taula 26.

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
La Bartra	634,96	777,54	163,84	134,39	29,46	0,23

Taula 26. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), la cubeta de la Bartra té capacitat per emmagatzemar 2,3 Hm³.

25.9 Explotació

De cara a les obres de realització del túnel Dos Valires, des del 2005 es capta aigua d'un pou, per a ús sanitari i de cara a la refrigeració de les màquines. No es disposa de cabals. El consum destinat a ús ramader i agrícola suposa uns 0,02Hm³/any (1% recurs disponible).



25.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de l'anàlisi química del pou captat (2005), així com del riu Valira d'Orient (2005). Es tracta en conjunt d'aigües bicarbonatades càlciques, amb un contingut en clorur sòdic superior al detectat en les aigües del massís de Padern.

En base a l'assaig realitzat en un sondeig s'estima que la permeabilitat dels dipòsits al.luvials és d'uns 3-26 m/dia i una transmissibilitat de 257 m²/dia

25.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

25.12 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Ministeri de Medi Ambient

Hídric (2006). Estudi hidrogeològic de cara a l'extracció d'àrids pel túnel dels dos Valires

26. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL.LUVIALS 25: CUBETA D'ANDORRA LA VELLA-ESCALDES

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de la cubeta glacial d'Andorra la Vella-Escalades, així com els dipòsits laterals. Inclou des d'Escalades fins a la Margineda. Es tracta doncs d'una unitat formada per un ampli ventall de materials, tots detrítics no consolidats.

26.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós: materials paleozoics metamòrfics i ignis. Limita amb les unitats hidrogeològiques de Padern, Prat Primer i Enclar.

26.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

26.3 Rius principals

Riu Gran Valira.

26.4 Geometria

Segons l'estudi fet per Ministeri de Medi Ambient (1999), el reompliment de la cubeta està dividit en dues subunitats en les quals destaca una sedimentació planoparalela: subunitat inferior formada per materials llimosos amb sorres d'origen lacustre, que reposen sobre el substrat rocós. Sobre aquests dipòsits s'interpreta l'existència de dipòsits al.luvials formats per sorres i graves. Es considera un nivell transmissiu.

La subunitat superior està formada a la base per materials lutítics, compactes, d'origen glacial. Es tracta d'un nivell poc permeable. Per sobre reposa una capa formada per graves que al sostre apareixen compactades. Per sobre d'aquesta capa apareix una altra capa gravosa en la qual es distingeix nivells més compactats.

Quan a la fondària, en la part central alta es parla de 80 m (alçada del solà de la Grella-Obada d'Andorra la Vella), de 90 m entre el Solà de Nadal i la zona dels Serradells, de 100 m entre Encorcers i La Comella, 105 m entre el Solà d'Enclar i bosc del Solobre, i 80 m entre St. Vicneç d'Enclar i Sincloset.

En la part alta de la cubeta, en el sector del Prat del Roure (Igetotest, 2006), s'interpreta l'existència de grabens que afecta els mateixos materials de reompliment de la cubeta. La presència de nivells menys permeables intercalats entre els més permeables, combinat amb el sistema de falles dona peu a que es puguin individualitzar subaquífers, quedant confinats.

Es tracta doncs d'una unitat complexa per la varietat de sediments i per tant de comportaments hidrogeològics, i distribució, donat que el model de capes panoparaleles pot veure's interromput pels efectes de la neotectònica.



Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), la cubeta d'Escaldes-Engordany-Andorra la Vella-Sta Coloma-La Margineda presenta un volum de 227,05Hm³, 5 km de llarg en el seu eix major i 500 metres en el seu eix menor, amb 100 metres en els sectors més profunds.

La cubeta s'encaixa entre els materials granodiorítics, esquists i calcoesquists i pissarres del Devonianà.

26.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades. Per una banda els aports subterranis d'aigües termals associat a l'aquífer termal del batòlit d'Andorra-Mt. Lluís, tal i com es comentat en el **capítol 28**.

Per altra banda existeix una recàrrega lateral procedent de les conques laterals (Padern al nord, Enclar a l'oest, Prat Primer, Avier, Madriu a l'est). Es tracta d'aports procedents de les precipitacions i fosa infiltrats en capçalera i que a través d'una entrada difusa subterrània a través de plans de discontinuïtat o materials porosos quaternaris (cas del sector de Prat Primer, Avier i Enclar) recarreguen les capes altes de l'aquífer. Els aports procedents dels cursos d'aigua permanents, com el del Madriu, no intervenen en el balanç ja que directament descarreguen al riu Valira. En canvi, els cursos d'aigua que en entrar en els dipòsits quaternaris s'hi infiltren, com succeeix amb el riu de la Comella, riu de l'Avier, riu d'Enclar, sí que actuen com a aports laterals.

Per últim cal esmentar als aports procedents de la infiltració de les precipitacions sobre mateix de la cubeta. No obstant, el fet que bona part estigui asfaltada dóna peu a que molts dels aports no s'arribin a infiltrar sino que siguin recollits i conduïts cap al riu Gran Valira.

26.6 Zona de descàrrega

La descàrrega de l'aquífer té lloc a favor del riu Gran Valira. Dins la cubeta existeix un flux intern que es mou longitudinalment des de la part alta de la cubeta (sector d'Escaldes) cap a l'inferior (la Margineda), així com un flux transversal, des dels vessants cap al centre de la cubeta.

26.7 Relacions riu-aquífer

El riu principal, el Gran Valira, és en conjunt guanyador, tal i com s'ha comentat en l'informe relatiu al quimisme de les aigües, a través dels transectes de conductivitat. Els cursos d'aigua laterals, com el riu de la Comella, riu de Can Diumenge, riu de l'Avier (o del Forn), riu d'Enclar, només són funcionals en moments d'intenses precipitacions, o quan el nivell piezomètric és alt; el riu d'Enclar, en el període d'estiatge roman sec, pel que tan passa de tenir un comportament efluent com influent. En el cas del riu de la Comella i de l'Avier, presenten un dominant comportament influent en el seu tram baix, quan afloren els dipòsits quaternaris laterals. Així mateix, per tractar-se d'una plana al.luvial poden existir trams influents.

És per aquesta interconnexió que fa que aquest aquífer sigui vulnerable a la contaminació.

26.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Cubeta d'Andorra	584,70	687,92	143,52	97,62	45,90	2,27

Taula 27. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són d'uns 74,9Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

26.9 Explotació

El M. H. Comú d'Andorra la Vella capta aigua pel consum de la població d'Andorra la Vella i Santa Coloma, de l'aqüífer inferior i mig a través de 4-3 pous. El cabal captat és d'uns 1,30 Hm³/any (1,7% del volum emmagatzemat en l'aqüífer)

26.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa de les anàlisis químiques del pou de la Comella (2006), pou 2 Estadi comunal (2006), riu Gran Valira (1996, 1997, 1998), pou 1 Estadi Comunal (1997, 1998), pou 2 Estadi Comunal (1997, 1998, 2004, 2005, 2006), pou 3 Estadi comunal (1997, 1998, 2004, 2005, 2006), pou 4 Estadi Comunal (1997, 1998, 1999, 2004, 2005, 2006).

En relació al quimisme de les aigües presents en l'aqüífer multicapa i adjacents, es tracta d'aigües bicarbonatades càlciques. En detall però, es distingeixen tres grups segons el grau de mineralització i segons els processos dominants:

-Aigües del riu de la comella, font del ribal i pou dels Serradells. Domina el procés de dissolució de la calcita

-aigües del riu Valira. Domina el procés de dissolució de la calcita i presenta un contingut en sodi, clorur i sulfat superior al grup anterior.

-aigües de l'aqüífer (pous 1, 2, 3 i 4). Domini del procés de dissolució de la calcita, però presenta una mineralització superior a la detectada en els grups anteriors, associat a la influència d'un flux hidrotermal profund, que és més evident en les aigües del pou 4, pou més profund. La resta de pous capten les aigües més diluïdes.

En base a diferents assajos fets en diferents sondejos, s'estima una permeabilitat de 2 a 270 m/dia pels dipòsits al.luvials més superficials, i transmissibilitat d'entre 1897 i 3384 m²/dia, segons els materials assajats, i pels dipòsits al.luvials més profunds (entre 11 i 25 metres),



permeabilitats de 0,01 i 77 m/dia i transmissibilitat d'entre 376 i 405 m²/dia. Els dipòsits fluviotorrencials presenten també un ampli ventall de valors, entre 3 i 750 m/dia de permeabilitat.

26.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat. No obstant es controla el cabal captat.

26.12 Bibliografia

Igeotest (1999). Perímetres de protecció dels pous de l'Estadi Comunal d'Andorra.

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest

27. UNITAT HIDROGEOLÒGICA DIPÒSITS DE VESSANT 26: EL FORN

Aquesta unitat fa referència al sector del Forn de Canillo. Es tracta d'un gran moviment de massa polifàsic que afecta al substrat rocós, associat a la descompressió causada per la retirada del gel. El primer moviment, segons Santacana (1994) va involucrar materials del Silurà en un trenacament rotacional-traslacional amb flux; el segon moviment fou de major dimensió, involucrant materials del Silurià i Devonià en un gran trencament de rotació-traslació amb fluxe, en el qual es va enterrar parcialment els materials del primer moviment, i fins i tot obturar la vall. Finalment, té lloc un tercer moviment, rotacional, en la part alta del Forn. Recentment tenen lloc petits moviments al peu de la zona del Forn.

27.1 Límits

S'interpreta que aquesta unitat està limitada lateralment i a la base pel substrat rocós, pissarres negres del Silurià i calcàries i pissarres del Devonià. El límit occidental coincideix amb el curs fluvial del riu Valira d'Orient. Limita amb l'unitat hidrogeològica de Montaup.

27.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós.

27.3 Rius principals

Riu Valira d'Orient a la base

27.4 Geometria

Aquesta unitat es fa coincidir amb el gran moviment de massa del Forn, interpretat com al conjunt de dos moviments rotacionals-traslacionals amb flux, i un tercer moviment rotacional. En conjunt, segons Santacana (1994), es tracta d'un moviment que involucra un volum de material estimat de 340 Km³, per una fondària d'uns 125 m.

27.5 Zona de recàrrega

La recàrrega de la unitat es relaciona amb les precipitacions i fosa de neu que s'infiltra directament entre els dipòsits poc cohesionats, així com en la part de les cicatrius, en els Emprius de la Llosada.

27.6 Zona de descàrrega

La descàrrega de la unitat té lloc a través de les sorgències que són presents en la part alta (sector dels Planells del Forn, Clots de Carmenús), entre materials més permeables, en els quals s'afavoreix el drenatge. Així mateix també s'interpreta una descàrrega subterrània cap al riu Valira d'Orient, al peu de la unitat.

27.7 Relacions riu-aqüífer

Els torrents presents en el sector, torrent de Prats i riu del Forn s'alimenten de les fonts presents principalment en la part alta de la unitat, però també de la recàrrega subterrània, difusa. En alguns trams, pot donar-se que s'inverteix la relació, i el torrent passa a ser influent.

27.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
El Forn	514,64	948,49	433,85	400,44	33,41	2,63

Taula 28. Distribució de les precipitacions

27.9 Explotació

Es capta diferents fonts i aigua freàtica mitjançant un pou, en la part alta del Forn, per a ús particular i per a les instal·lacions del camp de neu de Soldeu-El Tarter. Aquestes fonts són la capçalera del riu del Forn. En el sector de Prats també existeix una captació del torrent de Prats com a aigua pel consum humà pel poble de Prats. Per a ús hidroelèctric es capta diferents torrents. En conjunt s'estima un cabal captat inferior als 15Hm³/any fet que suposa el 100% del recurs disponible.

27.10 Característiques químiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria de les fonts del Forn (2003, 2004, pou del Forn (2004) i del torrent de Pla de Llúcia (2003), i l'anàlisi químic de la font del Ponet (2006).

27.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat. Les filtracions del canal de FEDA, que condueix aigua recollida a la presa de Ransol, del riu Valira d'Orient, no es tenen comptabilitzades. Es capta un cabal inferior als 15 Hm³/any.

27.12 Bibliografia

Santacana, N. (1994). Estudi dels grans esllavissaments d'Andorra: els casos del Forn i del vessant d'Encampadana.

Turu, V, i Planas, X (2005). Inestabilidad de vertientes en los valles del Valira. Datos y dataciones para el establecimiento de una cronología, posibles causa. Andorra y Alt Urgell



28. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 27: AQÜÍFER TERMAL

El termalisme del Principat està associat, com a la resta del Pirineu, als grans massissos granodiorítics, concretament al batòlit d'Andorra-Mt. Lluís. Les falles perifèriques, així com el contacte litològic amb els materials paleozoics sobre els quals s'encaixa actuen com a vies de sortida de les aigües. La temperatura de l'aigua està entre 17 i 65°C.

28.1 Límits

Presenta una superfície de recàrrega concreta, coincidint amb l'aflorament del batòlit, però una descàrrega poc concreta, definida per la família de falles NE-SO (sobre les quals s'encaixa el riu Valira) i una altra família de falles SO-NE (sobre les quals s'encaixa el riu Madriu) i paral·leles a aquestes, que no permeten acotar o concretar límits.

28.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fracturat

28.3 Rius principals

Riu Gran Valira, sobre el qual les aigües de l'aqüífer descarreguen, com a fluxos superficials, o com a fluxos diluïts.

28.4 Geometria

Aquesta unitat ve definida pel batòlit granodiorític d'Andorra-Mt. Lluís (o també de Baridà-Mt. Lluís) i per les falles perifèriques del massís o pel mateix contacte entre aquest i les formacions paleozoiques sobre els quals s'encaixa.

28.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc principalment pels aportats procedents de les precipitacions i fosa de la neu, que directament s'infiltra en el substrat granític molt fracturat en superfície. Es tracta de fractures suficientment profundes com perquè el gradient geotèrmic escalfi les aigües acumulades en el sistema de fractures. S'interpreta que la cota de recàrrega mitja està al voltant dels 2300 m, capçalera de la vall del Madriu.

28.6 Zona de descàrrega

Per convecció, les aigües escalfades, ascendeixen aprofitant dos accidents estructurals de gran extensió que afecten a l'encaixant, substrat paleozoic: família de falles transversals NE-SO, que defineix l'eix del riu Valira, i posa en contacte els materials paleozoics amb el batòlit, i un segon sistema de falles NO-SE i a les quals va associades altres direccions subparal·leles, sobre el qual s'encaixa el riu Madriu, canal del clot del Mener i el riu de la Comella, que afecta tant als materials granodiorítics com de l'encaixant. No s'ha trobat cap font que emregeixi directament del substrat granodiorític.



Aquesta ascensió cap a la superfície es produeix directament, en forma de fonts, gràcies a una situació estructural favorable, com succeeix a Escaldes, o a través dels plans d'estratificació i esquistositat: Les aigües ascendeixen inicialment a través dels plans de fracturació que afecten al batòlit fins assolir el contacte litològic amb l'encaixant, on afloren a la superfície a partir dels mateixos plans d'estratificació de l'encaixant, que actuen com a transmissors. En aquest procés d'ascensió les aigües es van refredant, accelerant-se aquest, quan entren en contacte amb les aigües superficials, infiltrades entre les mateixes discontinuïtats.

Així mateix, existeix una descàrrega cap a l'aquífer al.luvial o dipòsits quaternaris de fons de vall, difusa, com la que s'interpreta a la cubeta d'Andorra la Vella-Escaldes. S'interpreta que el flux termal que recarrega l'aquífer mixte de la cubeta d'Andorra la Vella -Escaldes, aporta entre 20500 i 12500 m³/dia.

La distribució de les aigües termals també va més enllà del contacte granit-encaixant. A través de falles satèlit, aquestes aigües apareixen a uns quants kilòmetres del batòlit, com succeeix amb el termalime d'Incles, o com els coneguts fora del país, a Escaldes de Catalunya Nord, Senillers, Banys de St. Vicenç, Dorres.

28.7 Relacions riu-aquífer

La relació riu -aquífer ve donada pels aportats que l'aquífer termal pot donar al riu en forma de les surgències termals més o menys diluïdes.

28.8 Recursos i reserves

No s'han evaluat.

28.9 Explotació

L'aquífer termal ha estat històricament explotat. Es té coneixement que el 1985 es comptabilitzaven 30 fonts privades que extreïen uns 630 233l/dia i 2 fonts comunals de 500 000 l/dia. El mateix 1985 s'extraïa 2280 m³/dia a través d'un pou de 125 metres de fondària ubicat al pont de la Tosca.

A Incles, se sap d'un altre pou, de 280 metres, que extreuen aigua a 19-20°C, per a ús sanitari

28.10 Característiques químiques

Es disposa de les anàlisis químiques de la font del Roc del metge (2006), i del pou termal d'Incles (2006)

28.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.



28.12 Bibliografia

Enginesa (1985). Estudi-diagnòstic d'una zona d'anomalia tèrmica de la parròquia d'Andorra la Vella.

Folch, R. (1986). Recursos geològics i sòl. V3 Història Natural dels Països Catalans

Igetotest (1999). Perímetres de protecció dels pous de l'Estadi Comunal d'Andorra.

29. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 28: PARDINES

Aquesta unitat s'emplaça al sudoest del país, avarca la serra del Cussol i Solà de la Muixella. Està constituïda per pissarres grises compactes amb intercalacions primes de calcàries margoses i/o calcàries mudstone a wakestone i gresos del Devonian, i per pissarres i calcàries negres del Silurià. En l'extrem oriental afloren també els materials del Cambroordoviciana que constitueixen el Dom de la Rabassa.

29.1 Límits

El límit nord coincideix amb el curs fluvial de Fontaneda. Al sud coincideix amb la divisòria d'aigües superficials. A l'est es tanca amb el curs fluvial del riu Gran Valira, i a l'oest amb la divisòria administrativa.

29.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fissurat i carstificat sobre els materials del paleozoic.

29.3 Rius principals

Riu Gran Valira i riu de Fontaneda

29.4 Geometria

Aquesta unitat s'emplaça en el sinclinal de Llavorsí, en la branca sud. El sinclinal de Llavorsí es tracta d'una estructura sinformal formada per materials del Devonian i del Silurià, de direcció E-O, caracteritzada per la superposició de plects, amb una complexa estructura interna en la qual entre els materials devonians apareixen feixes allargades de materials silurians (tal i com succeeix en el sector estudiat).

La presència de nivells menys permeables entre nivells permeables dona peu a la presència d'aqüífers semiconfinats i confinats.

29.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc principalment pels aportos procedents de les precipitacions i fosa de la neu, que directament s'infiltra en el substrat meteoritzat en superfície que descarrega cap a un sistema de fractures més profundes. En base a coneixement de camp, s'ha identificat una fractura vertical, de varies decenes de centímetres, actualment tapada amb terres en ampliar-se la carretera.

29.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a través de fonts que tenen lloc en el contacte amb materials menys permeables, com la font de les Pardines o a favor de fractures preferents, com la dels Clops.

Els cursos d'aigua superficial i fonts són escassos, associat a baixes precipitacions i a una intensa fracturació que afavoreix la infiltració.

Hi ha mesures de cabal de Font Bessó, amb cabals d'entre 0,5 (Octubre 2003) i 16 m³/dia (Març 2002) i font de les Pardines, amb cabals per sota dels 1m³/dia.

29.7 Relacions riu-aqüífer

Els diferents rius s'alimenten dels torrents, com el dels Cortals de Fontaneda, que alhora s'alimenten de les surgències, de petit cabal. Algunes de les sorgències, com la font de Pardines o la font dels Esclops, no arriben a generar un torrent sino que immediatament s'infiltra entre els dipòsits quaternaris.

29.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Pardines	514,74	693,94	195,53	193,24	2,29	8,81

Taula 29. Distribució de les precipitacions

29.9 Explotació

Es té coneixement de captacions per a ús privat, tant a través de fonts com de pous. Algun d'aquests pous és artesià. El consum per a l'ús agrícola i ramader és d'uns 0,005 Hm³/any, tot i que a l'estiu s'interpreta que es capta el 100% del recurs disponible.

29.10 Característiques químiques i hidrogeològiques

Es disposa del seguiment de clorurs durant el 2004 de la font de les pardines i font d'Arduix, i de les anàlisis químiques de la font de les Pardines (2004).

El coeficient d'esgotament és d'uns 0.0021 dia⁻¹.

29.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

29.12 Bibliografia

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

30. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 29: MONTMALÚS

Aquesta unitat avarca la conca de Montmalús, les aigües de la qual drenen cap a la conca hidrogràfica del Segre. Està constituïda per granodiorites amb biotita.

Les roques ígnies presenten una intensa fracturació amb unes direccions dominants d'orientació NW-SE, algunes de les quals apareixen mineralitzades. Es tracta de diàclasis reomplertes en alguns casos amb clorites, feldspats potàssic i sheelita, i en altres amb quars, moscovita i sheelita. També apareixen mineralitzacions en els filons. Presenten una orientació SW-NE i cabussament cap al SE. Existeixen filons de quars, calcita i zoïsit, amb clorites, albita, tremolita, epidota i sheelita com a minerals secundaris, i filons de quars, sheelita i arsenopirita entre sulfurs (pirrotina i arsenopirita entre d'altres), amb quars i calcita com a minoritaris.

30.1 Límits

Els límits nord, est i oest coincideixen amb la divisòria hidrogràfica i limita al sud amb la divisòria administrativa.

30.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer fracturat en granodiorites.

30.3 Rius principals

Riu de Montuèll (riu de la Llosa).

30.4 Geometria

Aquesta unitat està englobada en el batòlit d'Andorra-Mt. Lluís .

30.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc principalment pels aportos procedents de les precipitacions i fosa de la neu, que directament s'infiltra en el substrat meteoritzat en superfície que descarrega cap a un sistema de fractures més profundes. Les fissures superficials suavitzen el règim d'alimentació-descàrrega cap a les fractures més conductores.

30.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a través de fonts que flueixen a favor de fractures.

En alguns casos existeix cobertora superficial detrítica que suavitza la descàrrega.

30.7 Relacions riu-aqüífer

Com en la resta d'aqüífers associat sobre granodiorites, es preveu que el riu tingui un comportament efluent.

30.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Montmalús	383,88	979,14	595,26	543,62	51,64	17,17

Taula 30. Distribució de les precipitacions

30.9 Explotació

No es té coneixement de cap captació.

30.10 Característiques químiques

No es disposa de cap anàlisi.

30.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

30.12 Bibliografia

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra

31. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL.LUVIALS 30: CUBETA PUI OLIVESA-RIU RUNER

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de fons de vall, entre el Pui d'Olivesa i el Riu Runer, amb cubetes destacables com la del Tolse.

31.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós, coincidint amb les unitats hidrogeològiques de Pardines i Sant Julià.

31.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

31.3 Rius principals

Riu Gran Valira

31.4 Geometria

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), com a sectors més destacables destaca el sector del Tolse on té una fondària de 90 metres reomplerta per dipòsits glaciofluvials i al.luvials, i el sector de la Borda Sabater, on la cubeta té una fondària de 14-27 metres reomplerta també amb dipòsits glaciofluvials i al.luvials. Finalment, en el sector de l'EDAR SUD la fondària és superior als 20 metres, i està constituïda per col.luvions procedents del gran moviment de massa d'Arcavell.

S'interpreta un volum de 7,5 Hm³. La cubeta s'encaixa entre els gresolpèlfics del Cambroordovicià.

31.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades: infiltració directe de les precipitacions sobre la unitat entrades superficials i subterrànies procedents de les unitats hidrogeològiques amb les quals limita, i aports procedents del mateix riu.

31.6 Zona de descàrrega

La seva descàrrega, igual que la recàrrega ve donada per la posició del nivell relatiu del riu. Amb la baixada del nivell del riu, s'afavoreix la descàrrega cap al mateix.

31.7 Relacions riu-aqüífer

El riu principal, el Gran Valira, està connectat amb l'aqüífer, essent influent o efluent segons el nivell del riu.

31.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Pui Olivessa - Runer	533,38	573,44	95,12	52,31	42,81	0,40

Taula 31. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són d'uns 2,5 Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

31.9 Explotació

Malgrat que no es té coneixement de cap captació, el consum per a ús agrícola i ramader és d'uns 0,05 Hm³/any (2% volum emmagatzemat en l'aqüífer)

31.10 Característiques químiques

No es disposa de cap anàlisi químic.

31.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

31.12 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest



32. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL.LUVIALS 31: CUBETA VALL D'INCLES

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de la cubeta d'Incles, entre la Baladosa i el Pont d'Incles.

32.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós, coincidint amb la unitat hidrogeològica de Valira d'Orient i de Juclar.

32.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

32.3 Rius principals

Riu d'Incles

32.4 Geometria

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), no descarten que la cubeta, en el sector del poble de St. Jordi pugui assolir fondàries fins i tot superiors als 100 metres, reomplerta amb dipòsits glaciolacustres, glaciolluvials, glacials i al.luvials. S'interpreta un volum de 55 Hm³. La cubeta s'encaixa entre els materials gneísics i les gresopelites del Cambroordovicià.

32.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades: infiltració directe de les precipitacions sobre la unitat, entrades superficials i subterrànies procedents de les unitats hidrogeològiques amb les quals limita, i aports procedents del mateix riu.

32.6 Zona de descàrrega

La seva descàrrega, igual que la recàrrega ve donada per la posició del nivell relatiu del riu. Amb la baixada del nivell del riu, s'afavoreix la descàrrega cap al mateix.

32.7 Relacions riu-aqüífer

El riu principal, d'Incles, està connectat amb l'aqüífer, essent influent o efluent segons el nivell del riu.

32.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Cubeta d'Incles	459,30	1164,44	705,14	690,28	14,86	0,40

Taula 32. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són 18,2 Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

32.9 Explotació

No es té coneixement de cap captació.

32.10 Característiques químiques

No es disposa de cap anàlisi químic.

32.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

32.12 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest

33. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL·LUVIALS 32: ESTALL SERRER

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de la cubeta d'Estall Serrer, al Madriu.

33.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós granodiorític, coincidint amb la unitat hidrogeològica del Madriu.

33.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

33.3 Rius principals

Riu del Madriu.

33.4 Geometria

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), la cubeta pot assolir fondàries superiors als 100 metres, reomplerta amb dipòsits glacials, fluvioglacials i col·luvions. La cubeta s'encaixa entre materials granodiorítics.

S'interpreta un volum de 22,7 Hm³.

33.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades: infiltració directe de les precipitacions sobre la unitat, entrades superficials i subterrànies procedents de les unitats hidrogeològiques amb les quals limita, i aports procedents del mateix riu.

33.6 Zona de descàrrega

La seva descàrrega, igual que la recàrrega ve donada per la posició del nivell relatiu del riu. Amb la baixada del nivell del riu, s'afavoreix la descàrrega cap al mateix.

33.7 Relacions riu-aqüífer

El riu principal, riu Madriu, està connectat amb l'aqüífer, essent influent o efluent segons el nivell del riu.

33.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
-----	----------	--------	----------------	------------------	-------------------------	-------------------------------

Estall Serrer	491,70	772,06	280,36	277,74	2,63	0,26
---------------	--------	--------	--------	--------	------	------

Taula 33. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són d'uns 7,49 Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

33.9 Explotació

No es té coneixement de cap captació.

33.10 Característiques químiques

No es disposa de cap anàlisi químic.

33.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

33.12 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest

34. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL·LUVIALS 33: LLORTS-ARANS

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de la cubeta existent entre Llorts i Arans.

34.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós del Silurià, coincidint amb la unitat hidrogeològica de les Salines.

34.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

34.3 Rius principals

Riu del Valira del Nord.

34.4 Geometria

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), la cubeta presenta una fondària de 17 metres per sota el càmping de Llorts, reomplerta per dipòsits de vessant i glaciolluvials i glaciolacustres

S'interpreta un volum de 21,9 Hm³. La cubeta s'encaixa entre els materials calcoesquistosos del Devonià

34.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades: infiltració directe de les precipitacions sobre la unitat, entrades superficials i subterrànies procedents de les unitats hidrogeològiques amb les quals limita, tal i com s'ha comentat en l'informe relatiu al quimisme de les aigües, a través dels transectes de conductivitat, i aportos procedents del mateix riu, quan el nivell d'aquest és alt.

34.6 Zona de descàrrega

La descàrrega de l'aqüífer té lloc a favor del riu Valira del Nord, tal i com s'ha observat en la campanya de camp, tot i que també serà funció del nivell del riu. Igual que la recàrrega, és funció de la posició del nivell relatiu del riu. Amb la baixada del nivell del riu, s'afavoreix la descàrrega cap al mateix.

34.7 Relacions riu-aqüífer

El riu principal, s'interpreta que és guanyador en conjunt. Tot i així, per tractar-se d'una plana al·luvial poden existir trams influents.

34.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Llorts - Arans	599,07	841,00	241,94	235,01	6,93	0,43

Taula 34. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són d'uns 7,2 Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

34.9 Explotació

No es té coneixement de cap captació d'aigua per consum humà, però s'estima que per l'agricultura i ramaderia el consum és d'uns 0,03 Hm³/any (0,4% del volum emmagatzemat en la cubeta).

34.10 Característiques químiques

No es disposa de cap anàlisi químic.

34.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

34.12 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest



35. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL.LUVIALS 34: COMA DE RANSOL

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de la cubeta existent en el fons de vall de la vall de Ransol, entre el camí del Socarrat fins al finals de la CS de la Coma de Ransol.

35.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós del Cambroordovicià, coincidint amb la unitat hidrogeològica del Valira d'Orient.

35.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

35.3 Rius principals

Riu de la Coma de Ransol

35.4 Geometria

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), en la part alta de la cubeta la fondària pot arribar a ser de 20 metres, en el sector del torrent de Castella, la roca tan sols es troba a 5 metres, mentre que aprop de la borda Casal s'estima una fondària d'uns 70 metres. La cubeta està reomplerta amb dipòsits glacials i glaciofluvials en capes planoparaleles. S'interpreta un volum de 20,6 Hm³. La cubeta s'encaixa entre les gresopelites del Cambroordovicià

35.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades: infiltració directe de les precipitacions sobre la unitat, entrades subterrànies i aportos superficials procedents de les unitats hidrogeològiques amb les quals limita, i aportos procedents del mateix riu.

35.6 Zona de descàrrega

La seva descàrrega, igual que la recàrrega ve donada per la posició del nivell relatiu del riu. Amb la baixada del nivell del riu, s'afavoreix la descàrrega cap al mateix.

35.7 Relacions riu-aqüífer

El riu principal, Coma de Ransol, està connectat amb l'aqüífer, essent influent o efluent segons el nivell del riu.

35.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Coma Ransol	442,07	1161,45	719,38	685,81	33,56	0,30

Taula 35. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són d'uns 6,8 Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

35.9 Explotació

Es capta el riu de la Coma de Ransol, així com aigua de l'aqüífer a través d'un pou, per a ús de boca per la parròquia de Canillo.

35.10 Característiques químiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria de les aigües captades

35.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat. No obstant es controla el cabal captat.

35.12 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest

36. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL·LUVIALS 35: CUBETA D'ENCAMP

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de la cubeta d'Encamp, entre el Lloset i Ràdio Andorra.

36.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós coincidint amb les unitats hidrogeològiques d'Encamp i Orris.

36.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

36.3 Rius principals

Riu Valira d'Orient

36.4 Geometria

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), la cubeta presenta una fondària màxima en el sector del Prat del Germà, per sobre dels 100 metres i es troba reomplerta amb dipòsits glaciolacustres, glaciofluvials, i glacials en disposició planoparalela. Entre el sector del Prat del Germà i el càmpign Meritxell existeix un llindar rocós. S'interpreta un volum de 16,3 Hm³. La cubeta s'encaixa entre els materials calcoesquistosos del Devonià, pissarres del Silurià i gresopelites del Cambroordovicià.

36.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades: infiltració directe de les precipitacions sobre la unitat, entrades procedents de la unitat limítrofa, a través de torrents com els dels Cortals d'Encamp, i aports subterranis com els procedents del marge dret del riu, i aports procedents del mateix riu.

36.6 Zona de descàrrega

La seva descàrrega, igual que la recàrrega ve donada per la posició del nivell relatiu del riu. Amb la baixada del nivell del riu, s'afavoreix la descàrrega cap al mateix.

36.7 Relacions riu-aqüífer

El riu principal, Valira d'Orient, està connectat amb l'aqüífer, essent influent o efluent segons el nivell del riu.

36.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
-----	----------	--------	----------------	------------------	-------------------------	-------------------------------



Cubeta Encamp	623,18	720,01	141,65	107,28	34,36	0,77
---------------	--------	--------	--------	--------	-------	------

Taula 36. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són d'uns 5,4 Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

36.9 Explotació

No es té coneixement de cap capació d'aigua per consum humà, però s'estima que per a ús agrícola i ramader es consumeix uns 0,1 Hm³/any.

No es disposa de cap analítica

36.10 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

36.11 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest

37. UNITAT HIDROGEOLÒGICA DEL QUATERNARIS 36: CUBETA DE MONTAUP

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de la cubeta present en les bordes de Montaup

37.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós calcari, coincidint amb la unitat hidrogeològica de Montaup.

37.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

37.3 Rius principals

Riu de Montaup

37.4 Geometria

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), aquesta cubeta pot assolir una fondària superior als 30 metres i està reomplerta per dipòsits glacials en el sector més proper al riu i per col.luvions en els laterals de la vall. La cubeta s'encaixa entre els materials calcoesquistosos del Devonianà. S'interpreta un volum de 15 Hm³.

37.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades: infiltració directe de les precipitacions sobre la unitat, entrades subterrànies i superficials procedents de l'unitat hidrogeològica amb la qual limita, tal i com s'ha comentat en l'informe relatiu al quimismo de les aigües, a través dels transectes de conductivitat, i aportats procedents del mateix riu.

37.6 Zona de descàrrega

La seva descàrrega, igual que la recàrrega ve donada per la posició del nivell relatiu del riu. Amb la baixada del nivell del riu, s'afavoreix la descàrrega cap al mateix.

37.7 Relacions riu-aqüífer

El riu de Montaup està connectat amb l'aqüífer, essent influent o efluent segons el nivell del riu.

37.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Cubeta Montaup	500,90	992,44	491,54	482,43	9,11	0,35

Taula 37. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són d'uns 4,9 Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

37.9 Explotació

No es té dades

37.10 Característiques químiques

No es disposa de dades.

37.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

37.12 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest

38. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL·LUVIALS 37: SORNÀS-PONT ORDINO

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de la cubeta del Valira del Nord en el tram entre Sornàs i Ordino.

38.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós calcari, coincidint amb la unitat hidrogeològica d'Ordino.

38.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

38.3 Rius principals

Riu Valira del Nord

38.4 Geometria

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), la cubeta s'encaixa entre pissares del Silurià i calcoesquistos del Devonianà. En el sector d'Ordino el reompliment de la cubeta el formen dipòsits glacials de till, glaciofluvials, de vessant, glaciolacustres i fluviotorrentials. S'interpreta que la cubeta té un volum de 14,4 Hm³. La cubeta s'encaixa entre els materials calcoesquistosos del Devonianà

38.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades: infiltració directe de les precipitacions sobre la unitat, entrades subterrànies procedents de les unitats hidrogeològiques amb les quals limita, tal i com s'ha comentat en l'informe relatiu al quimisme de les aigües, a través dels transectes de conductivitat i dels rius afluent, i aports procedents del mateix riu.

38.6 Zona de descàrrega

La seva descàrrega, igual que la recàrrega ve donada per la posició del nivell relatiu del riu. Amb la baixada del nivell del riu, s'afavoreix la descàrrega cap al mateix.

38.7 Relacions riu-aqüífer

El riu Valira d'Orient està connectat amb l'aqüífer, essent influent o efluent segons el nivell del riu.

38.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
-----	----------	--------	----------------	------------------	-------------------------	-------------------------------



Sornàs-Pont d'Ordino	618,12	822,53	205,33	197,75	7,59	0,26
----------------------	--------	--------	--------	--------	------	------

Taula 38. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són d'uns 4,7 Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

38.9 Explotació

Es desconeix l'existència de cap captació d'aigua, no obstant s'estima que per consum agrícola i ramader s'usa uns 0,07 Hm³/any.

38.10 Característiques químiques

No es disposa de cap anàlisi.

38.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

38.12 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest

39. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL·LUVIALS 38: PLA DE L'INGLA

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de la cubeta del Pla de l'Inglà.

39.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós granodiorític, coincidint amb la unitat hidrogeològica del Madriu.

39.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

39.3 Rius principals

Riu Madriu

39.4 Geometria

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), la cubeta presenta una fondària d'uns 60 metres i està reomplerta per dipòsits glacials i fluvioglacials

S'interpreta un volum de 12,8 Hm³. La cubeta s'encaixa entre materials granodiorítics

39.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades: infiltració directe de les precipitacions sobre la unitat, entrades superficials i subterrànies procedents de l'unitat hidrogeològica amb la qual limita, i aports procedents del mateix riu.

39.6 Zona de descàrrega

La seva descàrrega, igual que la recàrrega ve donada per la posició del nivell relatiu del riu. Amb la baixada del nivell del riu, s'afavoreix la descàrrega cap al mateix.

39.7 Relacions riu-aqüífer

El riu està connectat amb l'aqüífer, essent influent o efluent segons el nivell del riu.

39.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídic fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Pla de l'Inglà	462,67	785,99	323,32	316,53	6,79	0,10

Taula 39. Distribució de les precipitacions



Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són d'uns 4,2 Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

39.9 Explotació

Es desconeix l'existència de cap captació.

39.10 Característiques químiques

No es disposa de cap analítica.

39.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

39.12 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest

40. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL·LUVIALS 39: LA CORTINADA-SORNÀS

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de la cubeta existent entre la Cortinada i Sornàs

40.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós calcari, coincidint amb la unitat hidrogeològica d'Ordino.

40.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

40.3 Rius principals

Riu Valira del Nord.

40.4 Geometria

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), en el sector del poble vell de la Cortinada la cubeta està formada per l'intercalació de materials glaciofluvials i glacials en el centre de la cubeta, i lateralment per dipòsits de vessant al sostre, per sobre dels dipòsits glacials i glaciofluvials. En les rodalies d'Ansalonga afloren sorres i graves fluviotorrencials. La cubeta s'encaixa entre calcàries del Devonià.

S'interpreta un volum de 12,5 Hm³.

40.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades: infiltració directe de les precipitacions sobre la unitat, entrades superficials i subterrànies procedents de l'unitat hidrogeològica amb la qual limita, tal i com en deriva de l'observació de camp, i aports procedents del mateix riu.

40.6 Zona de descàrrega

La seva descàrrega, igual que la recàrrega ve donada per la posició del nivell relatiu del riu. Amb la baixada del nivell del riu, s'afavoreix la descàrrega cap al mateix.

40.7 Relacions riu-aqüífer

El riu està connectat amb l'aqüífer, essent influent o efluent segons el nivell del riu.

40.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
-----	----------	--------	----------------	------------------	-------------------------	-------------------------------



La Cortinada-Sornàs	608,16	829,62	221,49	202,17	19,32	0,24
---------------------	--------	--------	--------	--------	-------	------

Taula 40. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són d'uns 4,2 Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

40.9 Explotació

Es desconeix l'existència de cap captació, tot i que s'estima que per ús agrícola i ramader el cabal consumit és d'uns 0,01 Hm³/any.

40.10 Característiques químiques

No es disposa de cap analítica.

40.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat.

40.12 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest

41. UNITAT HIDROGEOLÒGICA AL·LUVIALS 40: RÀMIO

Aquesta unitat engloba els dipòsits de reompliment de la cubeta existent a Ràmio

41.1 Límits

Els límits coincideixen amb contactes litològics amb el substrat rocós granodiorític, coincidint amb la unitat hidrogeològica del Madriu.

41.2 Aqüífers

Es tracta d'un aqüífer porós multicapa.

41.3 Rius principals

Riu Madriu.

41.4 Geometria

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004), la cubeta de Ràmio pot assolir una fondària propera als 100 metres, reomplerta amb materials glacials i fluvioglacials, i col·lisionars. La cubeta s'encaixa entre materials granodiorítics.

S'interpreta un volum de 7,3 Hm³.

41.5 Zona de recàrrega

Es parla de tres tipus d'entrades: infiltració directe de les precipitacions sobre la unitat, entrades superficials i subterrànies procedents de l'unitat hidrogeològica amb la qual limita, i aportats procedents del mateix riu.

41.6 Zona de descàrrega

La seva descàrrega, igual que la recàrrega ve donada per la posició del nivell relatiu del riu. Amb la baixada del nivell del riu, s'afavoreix la descàrrega cap al mateix.

41.7 Relacions riu-aqüífer

El riu està connectat amb l'aqüífer, essent influent o efluent segons el nivell del riu.

41.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el DOC 1, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Ràmio	572,71	789,64	219,18	217,45	1,73	0,23



Taula 41. Distribució de les precipitacions

Segons Ministeri de Medi Ambient (2004) els recursos hídrics subterranis de la cubeta són d'uns 2,4 Hm³, en base al volum estimat i suposant una porositat efectiva del 33%.

41.9 Explotació

El riu Madriu en aquest sector és captat per FEDA per ús hidroelèctric, i per l'administració comunal d'Escaldes-Engordany, per ús de boca.

41.10 Característiques químiques

Es té l'anàlisi d'auditoria de la captació comunal.

41.11 Xarxa de control

No es disposa de xarxa de control hidroquímic o piezomètric de la unitat. FEDA disposa d'un aforador del riu Madriu en el punt on capta.

41.12 Bibliografia

Ministeri de Medi Ambient (2004). Avaluació inicial dels recursos hídrics subterranis. Fase II. Igeotest



42. UNITAT HIDROGEOLÒGICA 41: ÓS DE CIVÍS

Aquesta unitat s'emplaça a l'oest del Principat, en la vall del riu d'Ós de Civís, en territori català, i està formada per sèries gresopelítiques rítmiques amb intercalacions de calcàries, pissarres negres, gresos i quarzites del Cambroordovicià, que estan en contacte discordant sota les pissarres carbonoses del Silurià.

42.1 Límits

El límit Sud ve donat pel contacte litològic amb les pissarres negres del Silurià i coincideix amb el front de l'encavalcament de l'Estaron, que situa la unitat en contacte amb el sinclinal de Llavorsí. El límit Nord, Est i Oest s'ha fet coincidir amb la divisòria d'aigües superficials.

42.2 Aqüífers

En relació als aqüífers es tracta d'aqüífers fissurats.

42.3 Rius principals

Riu d'Ós de Civís

42.4 Geometria

La unitat es troba en el sí de l'anticlinal de la Massana, que presenta una direcció E-O i està constituït per materials cambroordovicians (al centre) i silurians (al nord i sud de l'estructura). Es tracta d'una unitat amb una disposició aparent antiformal-anticlinal, considerada com l'acabament oriental d'un anticlinal de majors dimensions, limitat al sud i nord per dos encavalcaments.

42.5 Zona de recàrrega

La recàrrega té lloc a través de les precipitacions i fosa de neu, per infiltració directa que té lloc sobre les gresopelites.

42.6 Zona de descàrrega

La descàrrega té lloc a partir de diferents sorgències que emergeixen en el contacte amb els materials de baixa permeabilitat (pissarres negres del Silurià) i a favor de fractures que afavoreixen el drenatge entre les mateixes gresopelites. La baixa permeabilitat associada a la litologia i l'escassa fracturació no afavoreixen la infiltració, no obstant, en superfície, on la meteorització és important, apreixen fonts de poc cabal associats a aqüífers amb poca capacitat de regulació.

42.7 Relacions riu-aqüífer

Els rius s'alimenten en capçalera de les fonts procedents de l'aqüífer fissurat, així com d'un flux difús subterrani que directament el recarrega.

42.8 Recursos i reserves

La distribució dels recursos hídrics, segons l'anàlisi de balanç hídric fet i exposat en el capítol 1 del present document, és la següent:

Nom	ETR (mm)	P (mm)	Excedents (mm)	Infiltració (mm)	Escolament directe (mm)	Superfície (km ²)
Òs de Civís	4450,75	880,69	429,94	-	-	17,17

Taula 42. Distribució de les precipitacions

42.9 Explotació

La parròquia de Sant Julià capta la font dels Carrabiners

42.10 Característiques químiques

Es disposa de les anàlisis d'auditoria de la font dels Carrabiners (2004, 2005, 2006)

42.11 Xarxa de control

No es disposa d'informació

42.12 Bibliografia

Hartvelt, J.J.A (1970). Geology of the upper segre and valira valleys, central, Pyrenees, Andorra

CRECIT-UB (2002). Memòria del Mapa Geològic d'Andorra



43. ANNEX DE DOCUMENTACIÓ: PROSPECCIÓ GEOFÍSICA MITJANÇANT TOMOGRÀFIA ELÈCTRICA I FONDÀRIA DE LA CUBETA D'ANDORRA LA VELLA

INTRODUCCIÓ

Per encàrrec de la UTE Euroconsult-Hídric d'Andorra, *GEAH I+D, Grup Consolidat de Geologia Econòmica, Ambiental i Hidrologia* del Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona, ha realitzat una campanya de prospecció geofísica utilitzant tomografia elèctrica al Principat d'Andorra.

L'objectiu del present estudi és la caracterització de formacions geològiques susceptibles de ser aquífers. De la mateixa forma es fera un recull de les dades geofísiques existents en la Cubeta d'Andorra, dades de sísmica i de SEV's mirant de fer-les compatibles, per tal de realitzar un mapa del gruix de la cubeta. Aquest estudi s'emmarca dins del projecte "Estudi de les aigües subterrànies al Principat d'Andorra", nº 304059

L'equip utilitzat és un resistímetre marca IRIS model SYSCAL Jr 48.

Els treballs de camp es van realitzar durant el mes d'octubre de 2006. L'adquisició, tractament i interpretació de les dades han estat realitzats pels geòlegs Dr. Lluís Rivero i Raül Lovera.



OBJECTIU I MÈTODE DE TREBALL

L'objectiu d'aquest estudi és la caracterització de formacions geològiques que puguin fer d'aqüífers, obtenint dades de la seva morfologia i potència per poder quantificar el volum d'aigua subterrània al Principat d'Andorra.

La metodologia emprada per assolir aquests objectius ha estat la tomografia elèctrica; que consta d'un dispositiu de 48 elèctrodes units a una unitat central, que de forma automàtica realitza nombroses combinacions entre quadripols per efectuar els corresponents sondejos elèctrics, obtenint-ne un perfil de resistivitat aparent del terreny. Es modelitzen per inversió els resultats, utilitzant un sistema d'elements finits, el que dona un perfil de resistivitat real del terreny, que ens permet interpretar l'estructura i litologia.

El present estudi ha consistit en la realització de cinc perfils de tomografia elèctrica, pels que es va triar la posició més adient dins de la restricció de disposar del suficient espai per situar els dispositius.

En aquest estudi la separació entre elèctrodes és variable en cada perfil segons les característiques del terreny: des de 2 m amb obertura de 98 m i profunditat d'investigació aproximada de 18 m; 5 m amb obertura de 235 m i profunditat d'investigació de 43 m i finalment una separació entre elèctrodes de 10 m amb obertura de 480 m que dona una profunditat d'investigació aproximada de 86 m.



RESULTATS OBTINGUTS

Els perfils de resistivitat elèctrica es realitzen mitjançant un model d'inversió matemàtica que ajusta de manera iterativa un model teòric al perfil de resistivitat aparent de camp, fins arribar a un error admès en l'ajust.

PERFIL 1

Realitzat a la Cubeta d'Engolasters el perfil 1 té una separació entre elèctrodes de 2 m i una longitud de 98 m. La figura 1 mostra la seva situació.

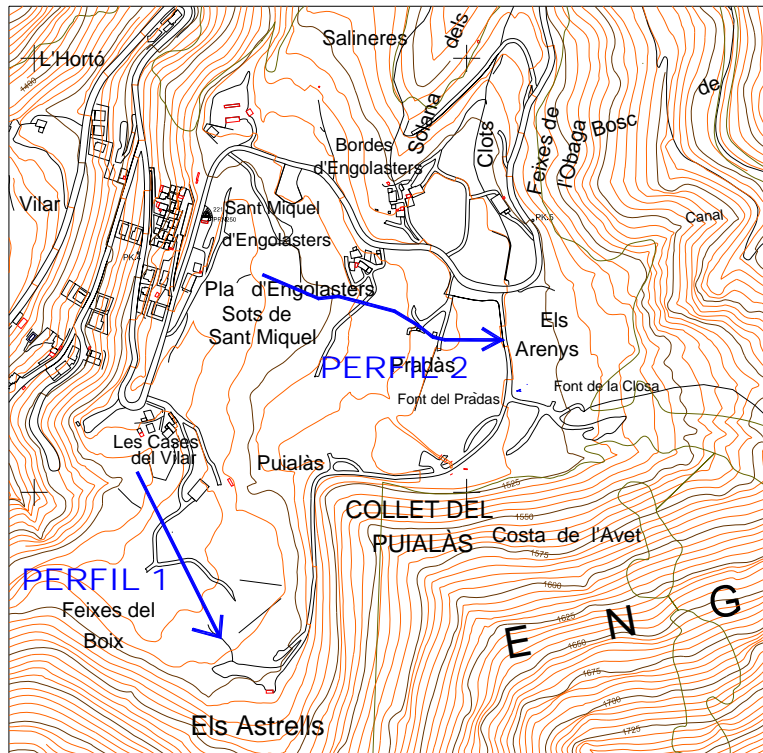


Figura 1. Situació perfils 1 i 2 de tomografia

En aquest perfil (veure figura 2) es diferencien dos nivells: el primer, superior amb valors de resistivitat per sobre de 2000 Ohm.m (colors groc a lila); i un segon inferior amb resistivitats mitges entre 300 i 1000 Ohm.m (colors verd a blau turquesa), i que arriba fins a la base del perfil, a 17 m de profunditat. A 32 m de l'inici del perfil, a 6.5 m de profunditat trobem una zona amb la resistivitat més baixa, 170 Ohm.m

Geològicament el primer nivell més resistiu es pot correlacionar, a causa de la seva elevada resistivitat, amb un material de tipus grava o blocs, que correspondria al rebliment de la cubeta. El segon nivell presenta resistivitats més baixes i pot correspondre a pissarres o granit amb un cert grau d'alteració. El contacte entre ambdós nivells es troba a una profunditat mitja de 5.5 m i és subhoritzontal. No hi ha evidències en el perfil de la situació del nivell freàtic.

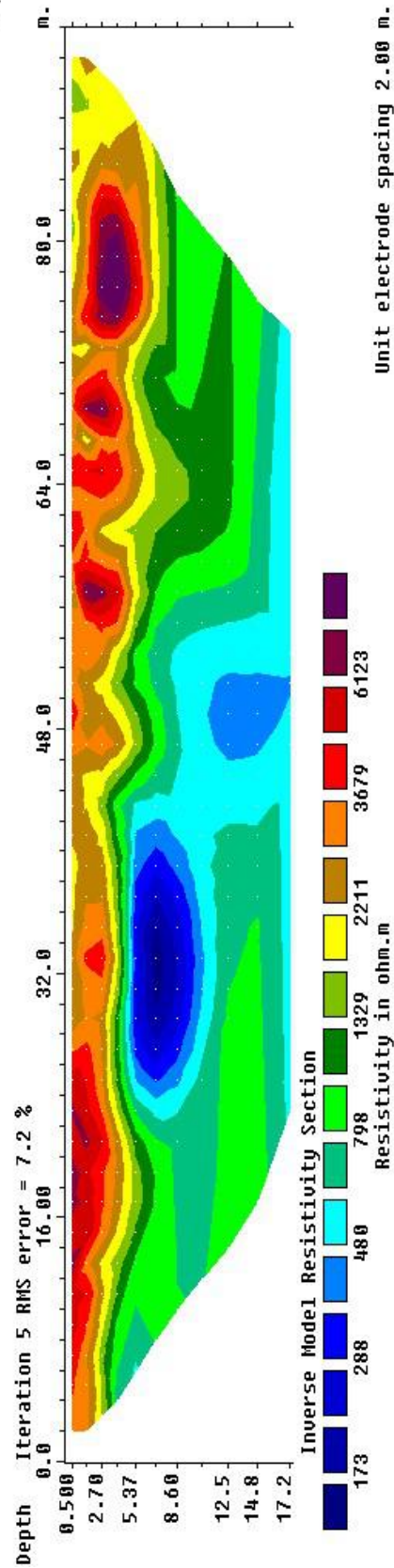


Figura 2. Perfil 1 de tomografia

PERFIL 2

També realitzat a la Cubeta d'Engolasters i situat tal i com s'observa a la figura 1.

El perfil 2 (figura 3) va estar realitzat amb una separació d'elèctrodes de 5m sota unes condicions climatològiques molt dolentes amb pluja continuada. El resultat ha estat un perfil amb una certa irregularitat en els seus valors, degut a alguns problemes en els contactes dels elèctrodes. Tot i això podem distingir 2 nivells diferenciats pels seus valors, un primer nivell amb resistivitats elevades superiors a 1000 Ohm.m i que arriba a una profunditat de uns 17 m aproximadament. En el segon nivell resistivitats disminueixen, a valors entre 100 i 600 Ohm.m. A 40 m del inici del perfil trobem una zona anòmala, amb valors de resistivitat summament elevats, que probablement és deguda a un seguit de males mesures de l'aparell associades amb la connexió d'un elèctrode que ha fallat. Això es dedueix dels valors tant elevats que existeixen, així com la forma de l'anomalia y dels canvis sobtats dels valors.

En funció dels valors de resistivitats, el primer nivell amb valors més elevats pot correspondre a material de rebliment de la cubeta. El segon nivell es podria correlacionar amb pissarres o granit alterat. El contacte entre els dos nivells es produeix a una profunditat aproximada de 17 m, observable en la part central i final del perfil.

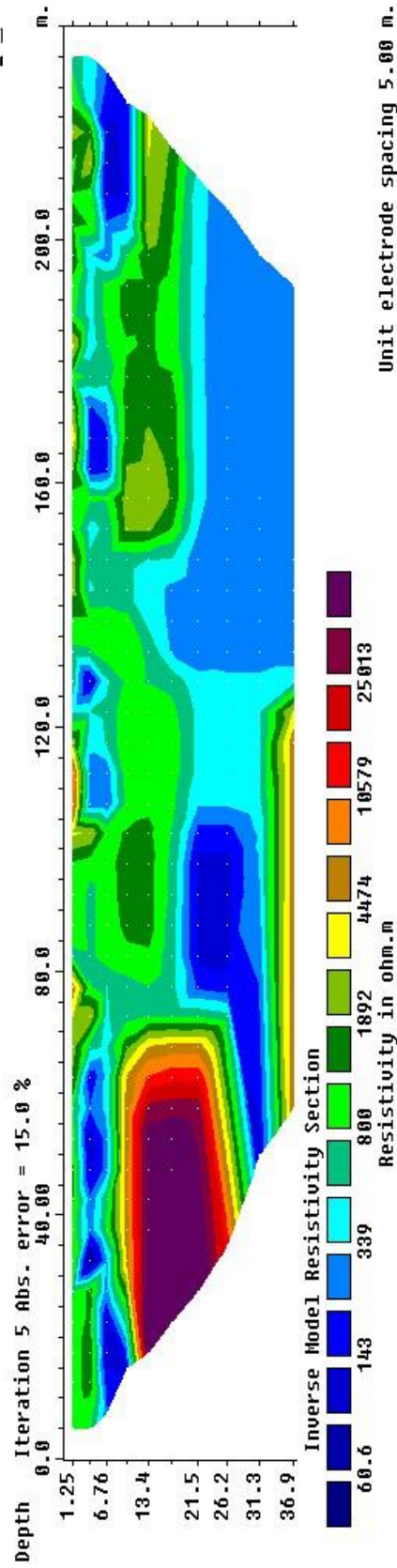


Figura 3. Perfil 2 de tomografia

PERFIL 3

Realitzat en les rodalies del poble d'Encamp, en la marge dreta del riu, en una situació tal com la que es mostra en la figura 4.

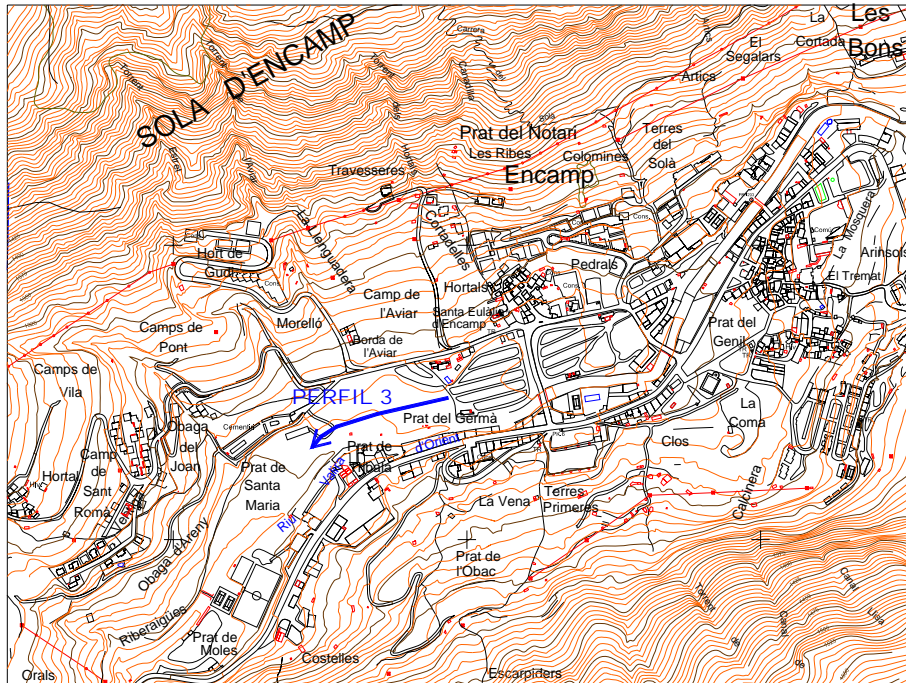


Figura 4. Situació perfil 3 de tomografia

El perfil 3 té una longitud de 235 m amb una separació d'elèctrodes de 5 m. En aquest perfil (figura 5) trobem novament dos nivells: el nivell superior ve caracteritzat per resistivitats superiors a 600 Ohm.m (colors groc a vermell), també distingim en aquest primer alguns nuclis de resistivitat superior a 1000 Ohm.m. El segon nivell presenta resistivitats inferiors a 400 Ohm.m fins arribar a 150 Ohm.m (colors verd a blau turquesa). El contacte entre els dos nivells és en aquest cas irregular, i es situa a uns 13 m de profunditat al centre del perfil, arribant aproximadament a una profunditat màxima de 30 m a l'inici i final del perfil.

El primer nivell que presenta resistivitats elevades, per sobre de 600 Ohm.m, es pot correlacionar amb el rebliment de la cubeta amb materials de resistivitat similar a mida grava o blocs petit. El nivell inferior presenta resistivitats sensiblement inferiors 150-255 Ohm.m i pot ser degut a la presència de pissarres o granit alterat. Aquest perfil presenta un nivell de error en el model relativament elevat 6,3%, degut a la existència de punts de mesura amb força soroll. Aquest soroll ve de dues causes, en primer lloc els elèctrodes del final del perfil s'han hagut de clavar sobre una superfície de ciment una mica escardat amb un mal contacte i en segon lloc degut a algun mal contacte de cables que s'ha intentat filtrar en la mesura del possible.

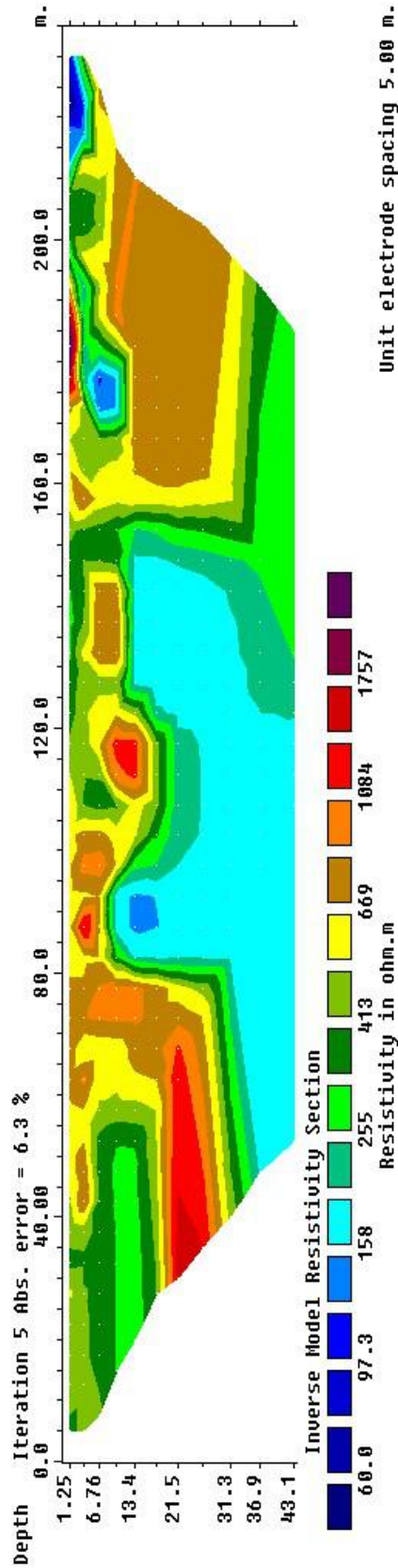


Figura 5. Perfil 3 de tomografia

PERFIL 4

El perfil 4 realitzat a l'esslavissada del Forn té una separació entre elèctrodes de 10 m i una longitud de 480 m. Segueix aproximadament una corba de nivell i arriba a una profunditat aproximada de 86 m. La figura 6 mostra la seva situació.

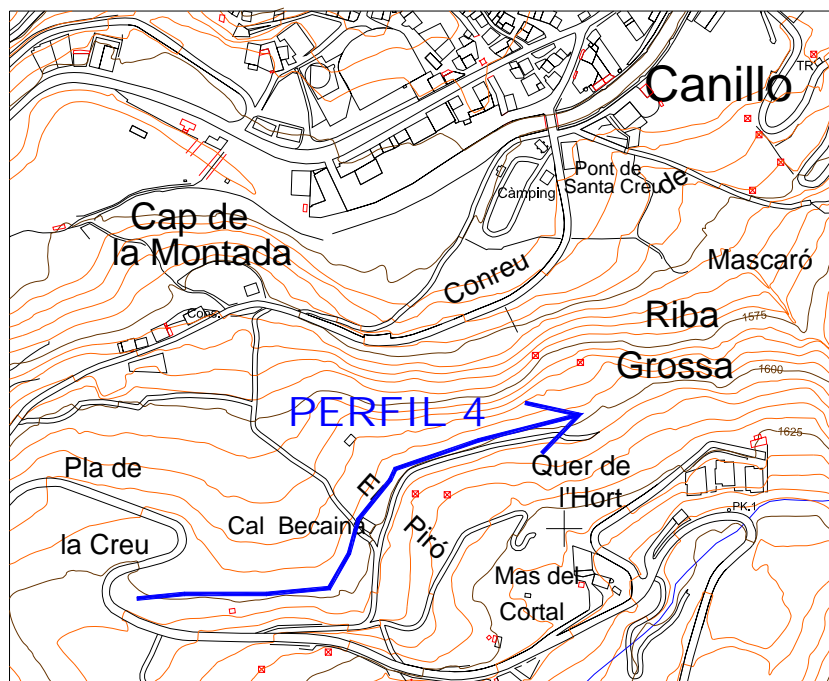


Figura 6. Situació perfil 4 de tomografia

En funció del que observem en el perfil (figura 7) podem descriure tres nivells: un nivell superior amb resistivitats que oscil·len entre 500 i 1500 Ohm.m. (groc a vermell) En aquest mateix nivell també trobem zones amb resistivitats més baixes (colors verds i blaus) degut possiblement a canvis molt marcats en la litologia o a materials amb una major alteració, aquest nivell arriba a una profunditat aproximada de 35 m. El segon nivell que arriba fins a 62 m es caracteritza per resistivitats entre 150 i 400 Ohm.m (verd a blau turquesa) i un últim nivell que presenta resistivitats baixes, per sota de 100 Ohm.m i arribant a valors inferiors a 26 Ohm.m. Aquest nivell arriba fins a la profunditat màxima d'investigació.

El primer nivell més resistiu es pot correlacionar amb un material de litologia heterogènia que podria correspondre amb dipòsits de vessant, el segon nivell presenta resistivitats més baixes i pot correspondre a pissarres o granit alterat i el nivell més profund i amb resistivitats molt baixes ha de correspondre a nivells força conductors del tipus pissarra grafitosa o similar.

Aquest perfil té uns valors de error en la realització del model molt elevats, de 25,8% el que es deu sens dubte a problemes de connexió dels cables en el moment de la realització del perfil, tot i que en començar la presa de dades de cada perfil es fa un test de resistivitats per detectar possibles errades, i aquest test es va passar sense problemes, la desconexió puntual d'alguna connexió ha aportat al model un seguit de punts anòmals, que tot i que s'han intentat filtrar en la mesura del possible, fan difícil la interpretació i correlació del perfil. Els primers 300 metres del perfil no s'observa que estiguin afectats per aquests error de connexió, error que s'acumulen en la part final del perfil i a partir dels 15-20 metres de fondària.

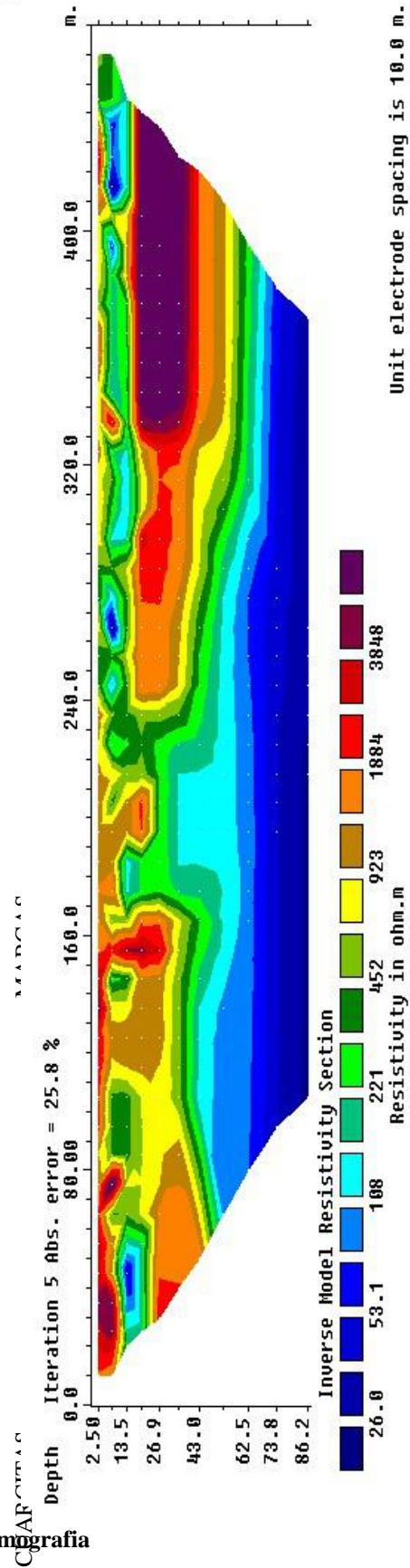


Figura 7. Perfil 4 de tomografia

PERFIL 5

El perfil 5 té una longitud de 98 m, situat en uns camps davant d'Arans, es va realitzar amb una separació d'elèctrodes de 2 m. La seva situació s'observa en la figura 8.

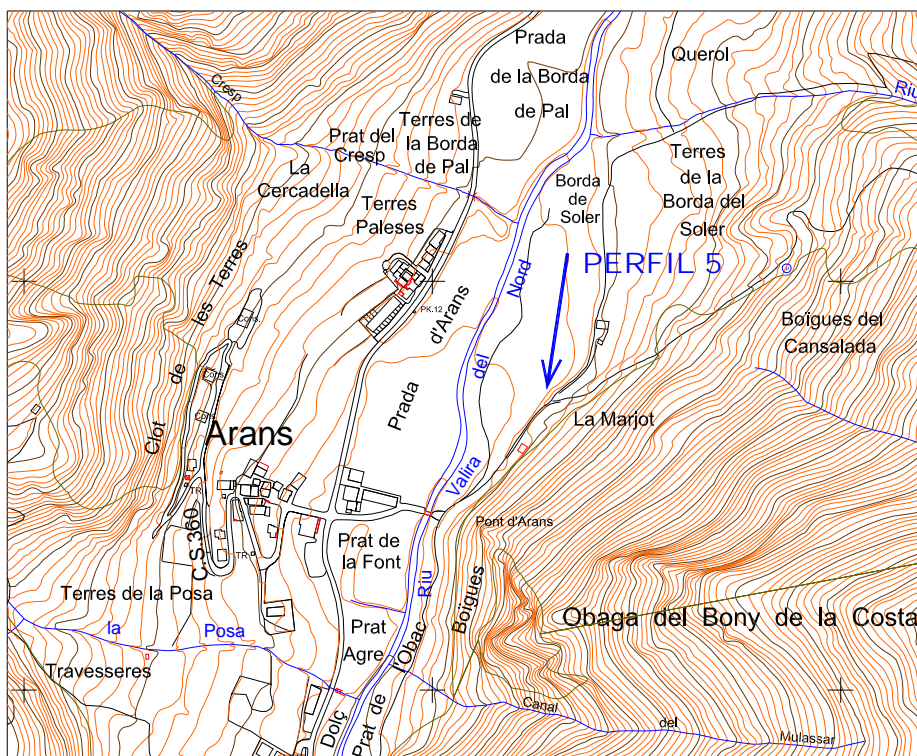


Figura 8. Situació perfil 5 de tomografia

nivells, el superior presenta resistivitats entre 500 i 1500 Ohm.m., amb nuclis aïllats de resistivitat per sobre els 1500 Ohm.m El nivell inferior té resistivitats més baixes entre 100 i 500 Ohm.m. El contacte entre els dos nivells és irregular però es situa aproximadament als 7.5 m. de profunditat, tot i que en la part central del perfil aquest nivell de més baixa resistivitat sembla estar pràcticament a la superfície.

El nivell més resistiu pot correspondre als materials de reblliment, de natura heterogènia., Els baixos nivells de resistivitat del nivell inferior serien atribuïbles a les pissarres fortament grafitoses que es poden observar pels voltants i que constituïrien el basament. Sembla existir una estructuració en dos sub-cubetes separades per un alt calçament visible en el perfil de tomografia elèctrica. En funció del que s'observa en el model invertit (veure figura 9) es diferencien dos

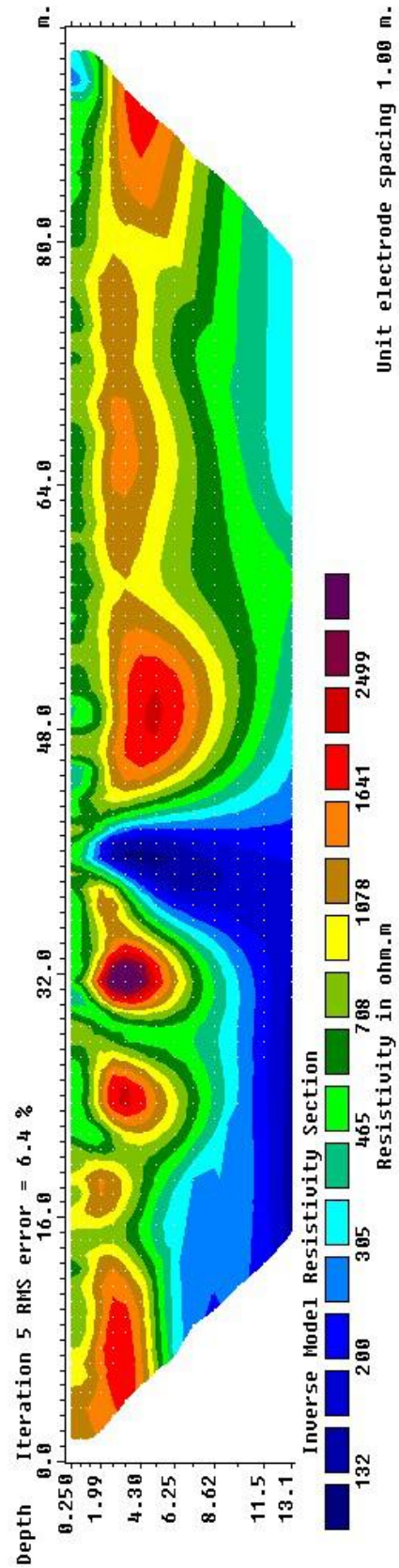


Figura 9. Perfil 5 de tomografia.



CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

La tècnica de la tomografia elèctrica, s'ha mostrat com una eina eficient per poder discriminar entre els materials de rebliment i els de basament en les diferents cubetes on s'ha assajat.

La possibilitat d'estirar cable amb funció dels terrenys disponibles ha limitat l'abast de la tècnica, ja que en alguns llocs no s'ha pogut desplegar els dispositius totalment, el que ha limitat la profunditat d'investigació.

Durant els dies d'adquisició dels perfils va fer força mal temps (pluja, etc..) el que creiem que ha estat la causa d'algunes dades errònies produïdes per males connexions dels cables llargs (de 500 m).

En funció del que s'ha exposat es recomana la realització d'una segona campanya de tomografia elèctrica per tal de millorar la cobertura i repetir els perfils amb més soroll, com podria ser el de la zona del Forn



ELABORACIÓ DEL MAPA DE GRUIXOS DE LA CUBETA D'ANDORRA

Dades

Per l'elaboració del mapa de guixos de la cubeta d'Andorra s'han utilitzat les dades de SEV's (Sondeig Elèctric Vertical) i sísmica, tant de refracció com de reflexió, existents de l'informe realitzat per encàrrec del CRECIT a l'Institut Cartogràfic de Catalunya portat a terme entre desembre de 2 i maig de 2003.

En aquesta campanya es varen realitzar 16 SEV's i un total de 8 perfils de sísmica utilitzant explosius com a font d'energia i distribuïts al llarg de la cubeta. En aquest punt és on existeix, per la pròpia metodologia emprada, la primera dificultat per arribar a la base de la cubeta, cal una certa obertura del dispositiu (variable segons la tècnica i els materials), això no es possible a tot arreu, ja que la forta urbanització existent en la cubeta d'Andorra fa que poder desplegar dispositius de més de 500m, els ideals per aquest tipus de prospeccions, no sigui possible. En els perfils de sísmica es van utilitzar dispositius de entre 145 i 860m, amb un espaiat entre estacions quasi sempre de 5m i una cobertura de dispars proporcional a la longitud del perfil.

Els SEV's es varen realitzar amb una separació d'ales ($AB/2$) que oscil·lava entre els 60 i 200 m. En funció de les possibilitats del terreny, algunes corbes de SEV varen tenir un alt grau de soroll i es varen descartar en el procés d'interpretació final.

Perfil sísmic PS-1		Perfil sísmic PS-4		Perfil sísmic PS-9	
Longitud total	860 m	Longitud total	325 m	Longitud total	240 m
Estacions sensores	115	Estacions sensores	69	Estacions sensores	47
Espaiat entre estacions	5 m	Espaiat entre estacions	5 m	Espaiat entre estacions	5 m
Número de dispars	58	Número de dispars	34	Número de dispars	26
Perfil sísmic PS-7		Perfil sísmic PS-6		Perfil sísmic PS-3	
Longitud total	240 m	Longitud total	145 m	Longitud total	165 m
Estacions sensores	47	Estacions sensores	47	Estacions sensores	32
Espaiat entre estacions	5 m	Espaiat entre estacions	3 m	Espaiat entre estacions	5 m
Número de dispars	26	Número de dispars	26	Número de dispars	17
Perfil sísmic PS-2		Perfil sísmic PS-5		Perfil sísmic PS-8	
Longitud total	155 m	Longitud total	215 m	Longitud total	235 m
Estacions sensores	30	Estacions sensores	42	Estacions sensores	47
Espaiat entre estacions	5 m	Espaiat entre estacions	5 m	Espaiat entre estacions	5 m
Número de dispars	19	Número de dispars	24	Número de dispars	25

Figura 10: Dades de la realització dels perfils de sísmica a la Cubeta d'Andorra

Altra dada de la qual s'ha disposat per realitzar el mapa de gruixos de rebliment de la Cubeta d'Andorra ha estat els propis contorns de la mateixa, en el contacte entre el rebliment i els materials del basament, s'ha considerat que no existeix gruix de materials de rebliment. A part d'alguns sondeigs recollits en l'informe del ICC pel CRECIT, aquestes dades del contacte aporten control geològic en el procés d'interpolació de dades.

Procés de realització del mapa

En primer lloc s'ha hagut de realitzar una tasca de digitalització de les referències dels perfils de sísmica sobre el mapa. D'aquests perfils sols se'n coneixia les coordenades de principi i final de cada perfil, així com les coordenades dels SEV's tot en format projecció Lambert-III(datum NTF-Paris), que és l'utilitzat per la cartografia a Andorra.

S'han passat els mapes de referència a un format digital ràster i després s'han calibrat en funció d'aquesta projecció. Sobre el mapa calibrat s'han digitalitzat les posicions geo-referenciades (d'un seguit de punts de tret de les línies, a aquestes s'han afegit les dels SEV's i el contorn de la cubeta, constituint un arxiu de dades "X" i "Y" on s'han anat incorporant els gruixos de materials de la cubeta obtinguts de cada tècnica.



Obtenir el gruix de materials de rebliment, o fondària del basament partint de tres tècniques diferents, SEV's, Sísmica de Refracció i Sísmica de Reflexió, té un seguit de dificultats:

- El basament no és isòtrop, es a dir, no sempre trobem el mateix tipus de roca. Això implica que la resposta davant d'una mateixa tècnica del basament serà uniforme.
- Depenén del tipus de roca del basament, i sempre respecte dels materials de rebliment, podem tenir un nivell de contrast més o menys accentuat, el que en casos extrems, pot arribar a provocar que no distingim una cosa de altre.
- El rebliment de la cubeta pot tenir un grau elevat de heterogeneïtat.
- Finalment la presència d'aigua pot modificar de forma important les propietats i resposta geofísica de les mateixes.

Per tant, s'ha hagut de realitzar una tasca de filtrat eliminant les dades no coherents i intentant en la mesura del possible, que les dades de gruix fossin la combinació de totes les tècniques realitzades en cada una de les ubicacions, no incorporant al fitxer final les dades sospitoses de tenir algun error. Aquesta base de dades està preparada per incorporar totes les dades que es pugin tenir en un futur de gruixos de la cubeta d'Andorra, bé per recuperació de les dades de sondeigs antics, bé per nous sondeigs, per l'obtenció o recopilació de noves dades de geofísica.

Amb aquest fitxer s'ha interpolat una matriu de 50x50 m, ja que s'ha considerat que la cobertura actual de dades existent, no és suficient per calcular una matriu més fina. S'ha de tenir en compte que l'obligatorietat de generar matrius quadrades o rectangular, implica en aquest cas, la generació de punts de càlcul fora de la cubeta, evidentment erronis i sobre els quals s'ha de realitzar un procés de filtrat (blanqueig) per tal de no tenir una matriu amb artefactes matemàtics el resultat d'aquest procés es pot veure en la següent figura.

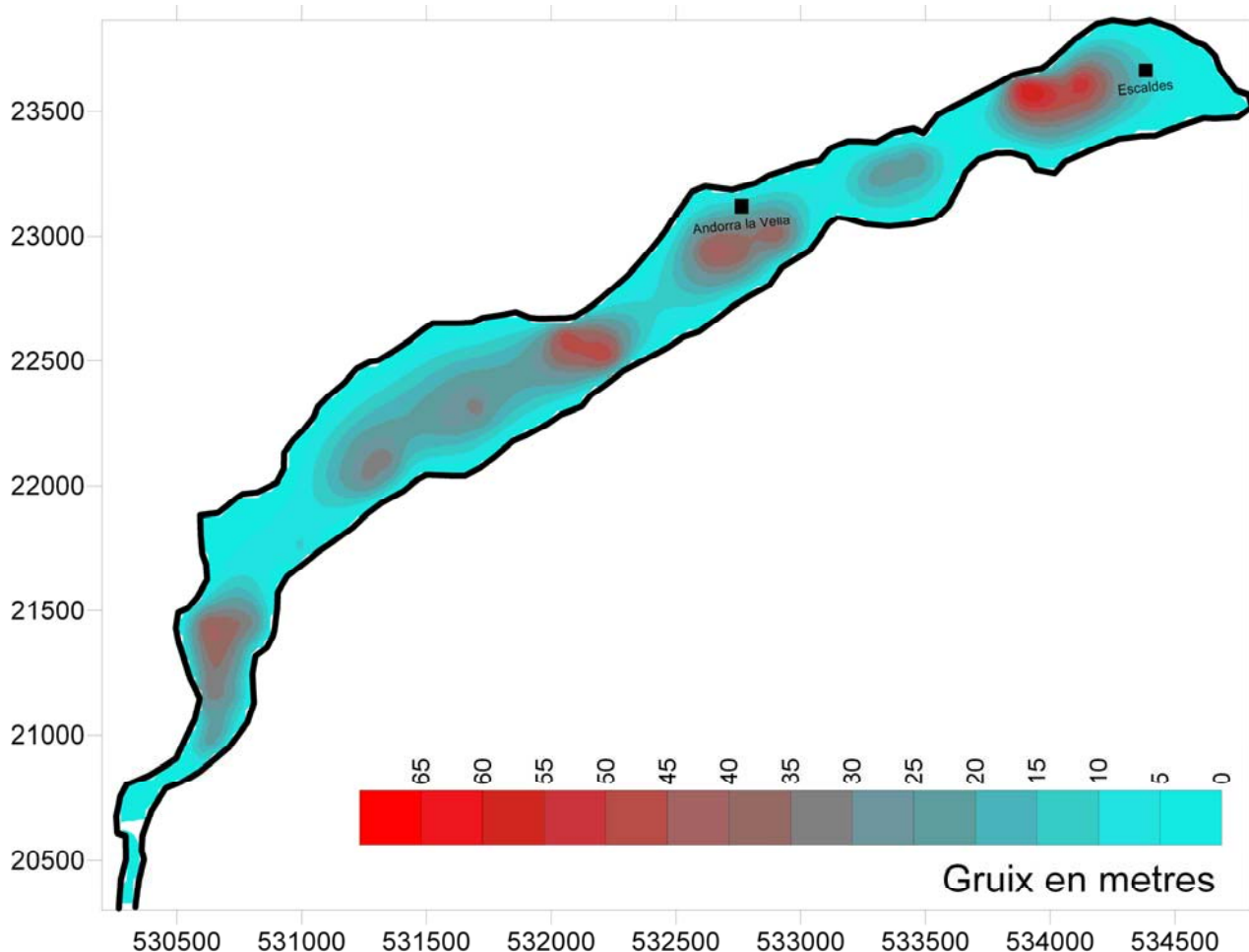


Figura 11. Mapa de la fondària del substrat rocós

Tal com s'observa en aquest mapa els gruixos de materials semblen assolir en alguns punts els 60m. Aquest gruix s'ha observat en SEV's que tenien problemes d'equivalències. En perfils de sísmica sí que s'han obtingut gruixos de fins a 55 m. Aquests valors semblen puntuals i probablement lligats a àrees fortament excavades. El valor més repetit a tota la cubeta està entre els 20 i 35 m de gruix de materials.

Per poder realitzar un mapa de gruixos amb un grau més elevat de fiabilitat caldria ampliar la cobertura de punts d'informació, bé amb informació de sondeigs o de noves campanyes de geofísica, sísmica i tomografia elèctrica, que són les que presenten un grau més alt de penetració, amb un relatiu poc espai. De totes formes els treballs de geofísica en un lloc tant urbanitzat són sempre complicats de realitzar.