



INTEGRAZIONE VOLONTARIA

CONFRONTO TRA DATI DI COMPATTAZIONE MISURATI
IN GIACIMENTO CON L' FSMT (Formation Subsidence
Monitoring Tool) E I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI
MODELLISTICHE



Note:

la spaziatura dei marker non è regolare (in alcuni casi è di 10,5 m mentre in altri è di 5,25 m) e di ciò si è tenuto conto nel calcolo della compattazione totale pesando diversamente il contributo dei singoli spacing (cfr. Appendice A) per cui la somma algebrica dei singoli valori in Tabella differisce dal valore totale rappresentato.

In Tabella 1 sono riportati le misurazioni in-situ e i risultati della simulazione modellistica, riferiti ad anni consecutivi, di cui si fornisce il confronto sia dei parziali che dei totali. Nella stessa Tabella 1 viene riportato, inoltre, anche il totale cumulativo della compattazione con riferimento alla registrazione iniziale del marzo 2010.

Dal confronto si può notare come fino al 2016 il modello geomeccanico fornisca previsioni di compattazione cumulativa in linea con i dati misurati. Per il 2017 si osserva una sottostima della compattazione misurata, comunque con un errore inferiore al 10%.¹

¹ rel. Eni-EORG 05/2017 del 20/12/2017, Campi di Annamaria Complex – Modello geomeccanico di subsidenza – Management Summary



Campo di ANEMONE

- Anno Installazione: 1998 - pozzo Anemone 6dir
- Rilievo Base: ottobre 1998
- 1998 – 2017: 14 survey log FSMT

ANEMONE 6DIR														
spacing	Measured Depth (m)		compattazione (mm)											
	Top	Bottom	Sett 2002 - Ott 1998		Apr 2006 - Sett 2002		Nov 2007 - Apr 2006		Sett 2008 - Nov 2007		Nov 2009 - Sett 2008		Nov 2010 - Nov 2009	
			Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato
1	2943,0	2954,0	-6	0	-3	0	6	0	-1	0	-1	0	-2	0
2	2793,5	2804,5	-3	-1	-4	0	5	1	-4	0	1	0	-5	0
3	2783,0	2793,5	-5	0	2	1	3	0	-4	0	2	0	1	0
4	2772,0	2783,0	161	-1	8	0	4	-1	0	0	0	0	0	0
5	2761,5	2772,0	-175	-2	3	-1	-1	-1	3	0	0	0	0	0
6	2655,0	2666,0	-4	0	-6	-9	-2	-1	-2	0	2	0	-3	0
7	2644,0	2655,0	-5	1	-8	-5	-4	-1	-1	0	-2	0	-1	0
8	2634,0	2644,0	-7	1	-3	-6	-3	0	-5	0	2	0	0	0
9	2569,5	2580,0	-10	0	3	1	1	0	-1	0	1	0	-1	0
10	2559,0	2569,5	-8	0	0	1	2	0	-1	0	-1	0	1	0
11	2527,0	2537,5	-2	1	-1	1	1	0	3	0	-3	0	1	0
12	2516,0	2527,0	-11	1	7	1	-3	-1	-3	0	2	0	2	0
13	2505,5	2516,0	-3	1	0	0	4	-3	-5	-1	2	0	0	0
14	2495,0	2505,5	-6	1	2	0	2	-2	0	-1	2	0	1	0
15	2484,0	2495,0	-6	1	3	0	1	0	-1	0	2	0	2	0
16	2473,0	2484,0	-2	1	3	0	0	0	-3	0	2	0	1	0
TOTALE			-93	2	4	-15	15	-8	-26	-2	10	0	-3	0
TOTALE cumulativo			-93	2	-89	-13	-75	-21	-100	-23	-90	-23	-93	-23

ANEMONE 6DIR																
spacing	Measured Depth (m)		compattazione (mm)													
	Top	Bottom	Dic 2011 - Nov 2010		Ott 2012 - Dic 2011		Ago 2013 - Ott 2012		Nov 2014 - Ago 2013		Ott 2015 - Nov 2014		Dic 2016 - Ott 2015		Survey 2017 - Dic 2016	
			Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato
1	2943,0	2954,0	3	0	0	0	-3	0	2	0	-3	-1	1	0	-3	0
2	2793,5	2804,5	5	0	1	0	-1	0	-3	0	2	0	2	0	-2	0
3	2783,0	2793,5	3	0	-4	0	-1	0	2	0	0	0	-1	0	-2	0
4	2772,0	2783,0		0		0		0		0		0		0		0
5	2761,5	2772,0	3	0	1	0	-4	0	2	0	-2	0	4	0	-4	0
6	2655,0	2666,0	4	0	-4	0	-3	0	2	0	-2	0	0	0	-5	0
7	2644,0	2655,0	3	0	-1	0	-1	0	1	0	-3	0	0	0	-3	0
8	2634,0	2644,0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-2	-1	-1	0	-4	0
9	2569,5	2580,0	3	0	-2	0	-1	0	1	0	-1	0	3	0	-4	0
10	2559,0	2569,5	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	2	0	-3	0
11	2527,0	2537,5	0	0	-2	0	-5	0	2	0	-1	0	0	0	-3	0
12	2516,0	2527,0	-1	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	-3	0	-1	0
13	2505,5	2516,0	0	0	0	0	2	0	-1	0	0	0	0	0	-3	0
14	2495,0	2505,5	-1	0	-1	0	-1	0	1	0	-1	0	2	0	-4	0
15	2484,0	2495,0	-3	0	0	-1	1	0	2	0	-3	0	2	0	-4	0
16	2473,0	2484,0	2	0	-4	0	-2	0	2	0	-2	0	3	0	-5	0
TOTALE			22	1	-15	-1	-21	1	11	0	-19	-2	14	-1	-50	0
TOTALE cumulativo			-71	-22	-86	-23	-107	-22	-96	-22	-115	-24	-101	-24	-152	-24

Tabella 2: Anemone 6dir - confronto tra le misurazioni in-situ e i risultati della simulazione modellistica



Note:

- In Tabella 2 sono riportati le misurazioni in-situ e i risultati della simulazione modellistica. Si fa presente che il valore totale riportato per colonna potrebbe differire dalla somma algebrica dei singoli marker spacing a causa degli arrotondamenti.
- I dati acquisiti con le registrazioni FMST mostrano misure delle variazioni dello spessore totale dei livelli monitorati con andamento variabile nel tempo.
- I dati registrati sono talora afflitti da errori insiti nella misura sia per l'elevato spessore di formazione monitorato che per i numerosi livelli produttivi in esso compresi. Questo si evidenzia laddove i valori di compattazione simulati da modello risultano essere non del tutto in linea con i dati misurati (vedi Tabella2). Tuttavia, va evidenziato il buon accordo tra i risultati del modello geomeccanico e i dati di monitoraggio GPS misurati in superficie, che restituiscono un modesto valore di subsidenza pari a circa 4,5 mm/a.



Campo di BONACCIA

- Anno Installazione: 2015 - pozzo Bonaccia NW 1dir
- Rilievo Base: agosto 2015
- 2015 – 2017: 3 survey log FSMT

BONACCIA 1DIR DN						
spacing	Measured Depth (m)		compattazione (mm)			
			Gen 2017 - Ago 2015		Dic 2017 - Gen 2017	
	Top	Bottom	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato
1	1092,22	1102,8	2	0	-3	0
2	1081,75	1092,22	-2	-1	-1	0
3	1071,14	1081,75	-14	0	-3	0
4	1060,58	1071,14	3	0	-2	0
5	1050,09	1060,58	-3	-4	-2	-1
6	1039,58	1050,09	-6	-5	-5	-1
7	1029,06	1039,58	5	-6	-13	-2
8	1018,62	1029,06	-15	-5	7	-3
9	1008,07	1018,62	-5	-2	1	-1
10	997,91	1008,07	-8	-8	-8	-1
11	987,37	997,91	-10	-13	1	-2
12	982,12	992,5	-2	-13	-1	-2
13	976,88	987,37	-2	-12	2	-2
14	971,64	982,12	-1	-9	0	-2
15	966,4	976,88	1	-7	-2	-2
16	961,11	971,64	-4	-5	1	-3
17	955,88	966,4	-1	-3	0	-3
18	950,6255	961,11	-4	-3	-1	-3
19	940,1414	950,6255	-3	0	-5	0
20	929,61	940,1414	-5	0	5	0
21	924,4	934,8	-2	0	0	0
22	913,97	924,4	-3	0	1	0
23	898,25	908,5	0	0	-2	0
24	887,74	898,25	-3	0	1	0
25	882,47	892,7	-3	0	2	0
26	877,21	887,74	-3	0	-1	0
27	871,94	882,47	-1	0	0	0
28	866,69	877,21	0	0	0	0
29	861,41	871,94	-2	0	-2	0
30	856	866,69	-1	0	0	0
31	850,89	861,41	-3	0	2	0
32	845,73	856	0	0	-2	0
33	840,3	850,89	0	0	0	0
34	829,94	840,3	12	0	-14	0
35	814,25	824,5	5	0	-4	0
36	803,7	814,25	-1	0	-1	0
37	793,22	803,7	-4	0	-1	0
38	782,69	793,22	0	0	-2	0
39	772,22	782,69	3	0	-3	0
40	761,79	772,22	-3	0	-3	0
41	751,28	761,79	-1	0	-1	0
42	740,78	751,28	0	0	0	0
43	730,28	740,78	0	0	-1	0
44	719,78	730,28	-1	0	-1	0
45	709,44	719,78	-1	0	-1	0
TOTALE			-61	-59	-63	-17
TOTALE cumulativo			-61	-59	-124	-76

Tabella 3: Bonaccia NW 1dir - confronto tra le misurazioni in-situ e i risultati della simulazione modellistica



Note:

Poiché la spaziatura dei marker non è regolare (in alcuni casi è di 10,5 m mentre in altri è di 5,25 m), di ciò si è tenuto conto nel calcolo della compattazione totale pesando diversamente il contributo dei singoli spacing (cfr. Appendice A) per cui la somma algebrica dei singoli valori in Tabella differisce dal valore totale rappresentato.

Le misure eseguite registrano una compattazione totale dell'intervallo monitorato (709 m – 1092 m MD) di circa 61 mm per il periodo agosto 2015-gennaio 2017 e di circa 63 mm per il periodo gennaio-dicembre 2017 (Tabella 3).

I valori misurati di compattazione totale sono risultati in sostanziale accordo con quelli previsti dal modello geomeccanico del 2014 che, per lo scenario “Do Nothing”, stima la compattazione in 59 mm e 17 mm, rispettivamente per i due intervalli di tempo considerati (vedi Tabella 3). Per gli stessi intervalli di tempo, lo scenario “Do Nothing + Sviluppo Area NW + Infilling Area Est” prevede valori di compattazione maggiori perché riferiti ad una stima di produzione superiore alla produzione effettiva. A questo proposito è stato realizzato un aggiornamento sia del modello di giacimento, che tiene conto della minor produzione reale, sia del modello geomeccanico che restituisce, conseguentemente, risultati più aderenti ai dati misurati e che sarà allegato alle relazioni di campo del 2019.



Campo di GUENDALINA

- Anno Installazione: 2011 - pozzo Guendalina 2dir
- Rilievo Base: luglio 2011
- 2011-2012: 2 survey log FSMT

Guendalina 2DIR				
spacing	Measured Depth (m)		compattazione (mm)	
			Lug 2012 - Lug 2011	
	Top	Bottom	Misurato	Simulato
1	3096,75	3107,25		
2	3102	3112,5		
3	3107,25	3117,75	-3	-3
4	3112,5	3123	-3	-3
5	3117,75	3128,25	-17	-3
6	3123	3133,5	7	0
7	3128,25	3138,75	-2	0
8	3133,5	3144	0	0
9	3138,75	3149,25	3	0
10	3149,25	3159,75	2	0
11	3159,75	3170,25	-2	-1
12	3165	3175,5	-5	-1
13	3170,25	3180,75	1	-1
14	3175,5	3186	6	-1
TOTALE			-12	-13

Tabella 4: Guendalina 2dir - confronto tra le misurazioni in-situ e i risultati della simulazione modellistica

Note:

Nel luglio del 2012 si è eseguito un primo survey di monitoraggio su un tratto di formazione di circa 80 m (3096,75m – 3175,50m) ottenendo per il periodo 2011-2012 una compattazione totale di circa 13 mm, in accordo con le previsioni modellistiche (Tabella 4). Si fa presente che il valore totale riportato per colonna potrebbe differire dalla somma algebrica dei singoli marker spacing a causa degli arrotondamenti. I survey annuali del 2013 e 2014 non sono stati eseguiti a causa di problemi meccanici che hanno impedito la discesa in pozzo della strumentazione di misura (insabbiamento del fondo pozzo e rottura della string corta); i vari tentativi di ripristino dell'accessibilità del pozzo stesso non hanno, purtroppo, dato esito positivo.



- Anno Installazione: 2015 - pozzo Guendalina 2dirA
- Rilievo Base: ottobre 2015
- 2015-2017: 3 survey log FSMT

GUENDALINA 2 DIR A													
Bullet NO.	Original Depth (m)	OTT-2015 Survey			DEC-2016 Survey			Results	DEC-2017 Survey			Results	
		Mean Spacing	Standard Deviation	Passes Processed	Mean Spacing	Standard Deviation	Passes Processed	Difference 2015 - 2016 (mm)	Mean Spacing	Standard Deviation	Passes Processed	Difference 2016 - 2017 (mm)	
15	3060.17	38.82	5.93	4	38.87	24.03	4	-57.02	38.89	1.97	3	21.67	
14	3099.06	5.22	2.81	4	5.23	2.53	2	-12.53	5.23	1.53	3	4.92	
13	3104.33	6.79	3.32	4	6.79	6.45	3	-8.79	6.80	1.32	3	1.31	
12	3111.13	3.67	8.94	4	3.66	7.11	2	10.40	3.67	1.76	3	10.54	
11	3114.82	5.26	11.08	4	5.26	6.13	3	3.15	5.26	7.11	3	2.53	
10	3120.08	10.48	9.63	4	10.48	8.56	3	1.83	10.49	3.34	3	12.75	
9	3130.59	10.49	15.90	4	10.50	13.70	3	-5.19	10.49	3.16	3	-2.73	
8	3141.08	10.50	2.30	4	10.53	19.85	2	-21.72	10.50	1.74	3	-25.44	
7	3151.61	10.47	4.86	4	10.48	18.61	3	-3.33	10.46	6.33	3	-14.85	
6	3162.09	10.52	7.63	4	10.49	20.70	2	23.32	10.52	8.68	3	27.29	
5	3172.63	10.49	4.24	4	10.45	0.00	2	38.31	NO DATA	NO DATA	NO DATA		
4	3183.14	10.47	6.36	4	NO DATA	NO DATA	NO DATA		NO DATA	NO DATA	NO DATA		
3	3193.64	6.74	2.26	4	NO DATA	NO DATA	NO DATA		NO DATA	NO DATA	NO DATA		
2	3200.4	3.75	3.95	4	NO DATA	NO DATA	NO DATA		NO DATA	NO DATA	NO DATA		
1	3204.17	5.49	3.45	4	NO DATA	NO DATA	NO DATA		NO DATA	NO DATA	NO DATA		
0	3209.69	NO DATA		4	NO DATA	NO DATA	NO DATA		NO DATA	NO DATA	NO DATA		

Tabella 5: Guendalina 2dirA - misurazioni in-situ e deviazione standard

Note:

Nel corso di un intervento di work-over eseguito nel 2015 sono stati reinstallati nuovi marker di controllo nel pozzo Guendalina 2dirA, perforato in side-track da Guendalina 2dir che è poi stato chiuso minerariamente. Si segnala che per ovviare alla mancata infissione di alcuni di tali markers in formazione, si sono anche inserite apposite fascette radioattive (pipe tag) sui collari del casing.

Nel nuovo pozzo si è ripreso a monitorare la compattazione in-situ della roccia serbatoio, registrando il rilievo base il 27 ottobre 2015. Nel dicembre del 2016 e del 2017 si sono eseguiti poi i survey annuali di controllo nel tratto compreso tra circa 3050 m e 3200 m.

Nell'ambito della sensibilità strumentale della sonda FSMT usata e limitatamente alla breve serie storica di misure fin qui acquisita, si è stimata da tali registrazioni una compattazione complessiva di circa 15 mm (periodo 2015-2016) e 17 mm (periodo 2016-2017) nell'intervallo compreso tra il marker posizionato a quota 3111,13 m e fino a quota 3151,61 m. Tale stima è compatibile con il modesto valore di velocità di subsidenza misurata dal CGPS in piattaforma (-5,5 mm/a al 31 dicembre 2017).



D'altra parte si segnala che, in generale, questi rilievi sono caratterizzati da un'elevata deviazione standard (Tabella 5) e pertanto si ritiene prudente non considerarli sufficientemente attendibili per un confronto con i risultati dei modelli geomeccanici. Infatti, in questo caso, l'errore nella misura è dello stesso ordine di grandezza del fenomeno di compattazione misurato.



Campo di NAOMI-PANDORA

- Anno Installazione: 2001 - pozzo Naomi 4dir
- Rilievo Base: giugno 2001
- 2001 – 2017: 8 survey log FSMT

NAOMI 4DIR																
spacing	Measured Depth (m)		compattazione (mm)													
			Mag 2002 - Giu 2001		Mar 2011 - Mag 2002		Apr 2012 - Mar 2011		Giu 2014 - Apr 2012		Sett 2015 - Giu 2014		Dic 2016 - Sett 2015		Dic 2017 - Dic 2016	
	Top	Bottom	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato
1	3130,6	3140,8	-1	0	4	-1	-6	0	2	-2	-7	-1	-2	0	3	-5
2	3125,5	3135,7	-4	0	2	-1	-2	0	3	-1	-7	0	-2	0	1	-6
3	3120,3	3130,6	-4	-1	4	-1	2	0	-2	-3	-6	-2	-3	-1	-8	-16
4	3115,3	3125,5	-3	-1	-2	-1	5	-1	-5	-4	0	-2	-6	-2	-4	-24
5	3109,2	3120,3	-5	-1	4	-2	0	-1	0	-5	-11	-2	-3	-2	4	-27
6	3104,2	3115,3	-5	-1	4	-1	-4	-1	-6	-3	-1	-2	-5	-1	4	-17
7	3099,1	3109,2	-2	0	2	0	8	0	-6	-1	-5	0	-4	0	0	-3
8	3094	3104,2	-1	0	-10	0	13	0	-2	0	-1	0	1	0	-2	0
9	3089	3099,1	-3	0	2	0	-1	0	5	0	-2	0	0	0	-1	0
10	3083,9	3094	-3	0	-1	0	-2	0	4	0	2	0	-2	0	0	0
TOTALE			-16	-3	6	-3	5	-2	-3	-10	-21	-5	-14	-4	0	-49
TOTALE cumulativo			-16	-3	-10	-6	-6	-8	-9	-18	-30	-23	-43	-27	-44	-76

Tabella 6: Naomi 4dir - confronto tra le misurazioni in-situ e i risultati della simulazione modellistica (scenario upper)

Note:

In Tabella 6, sono riportati i risultati delle misure FSMT (espressi in mm) tra rilievi successivi dal 2001 al 2017. È da segnalare che le misure acquisite con il survey del dicembre 2013 sono caratterizzate da una deviazione standard così elevata da inficiarne l'attendibilità complessiva, e per tale ragione sono state scartate. Poiché la spaziatura dei marker è di 5,25 m, di ciò si è tenuto conto nel calcolo della compattazione totale pesando diversamente il contributo dei singoli spacing (cfr. Appendice A) per cui la somma algebrica dei singoli valori in Tabella differisce dal valore totale rappresentato. Le misure eseguite nel pozzo Naomi 4dir su un tratto di formazione di circa 60 m, (intervallo di profondità compreso tra 3083.9 m e 3140.8 m) forniscono, per il periodo 2001÷2017 (vedi Tabella 6), una compattazione totale di circa 44 mm. Tale valore è in sostanziale accordo con i risultati del modello geomeccanico (dic. 2017). Considerando la compattazione totale, i dati da marker appaiono collocarsi a circa metà tra le previsioni di compattazione nei casi Cm medio e Cm upper che prevedono un valore compreso tra i 29 mm dello scenario medio e i 76 mm dello scenario upper².

² rel. EORG 07/2017 di dicembre 2017 – Campo di Naomi e Pandora - Modello Elasto-Plastico di Subsidenza – Management Summary



Campo di REGINA

- Anno Installazione: 1997 - pozzo Regina 3dir
- Rilievo Base: luglio 1997
- 1997 – 2017: 11 survey log FSMT

REGINA 3DIR								
spacing	Measured Depth (m)		compattazione (mm)					
			Sett 2002 - Ott 1997		Ott 2003 - Sett 2002		Lug 2005 - Ott 2003	
	Top	Bottom	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato
1	1208,0	1218,5	2	-9	-5	-3	0	-7
2	1197,5	1208,0	-1	-10	-2	-5	-3	-10
3	1187,0	1197,5	-25	-16	0	-8	-4	-17
4	1176,5	1187,0	-42	-54	-20	-25	-53	-43
5	1145,0	1155,5	-74	-38	-27	-18	-24	-33
6	1134,5	1145,0	-8	-35	-1	-17	-13	-33
7	1124,0	1134,5	2	-4	1	-3	1	-5
8	1113,5	1124,0	3	2	7	0	-2	0
9	1102,0	1113,5	11	2	-5	0	5	0
10	1092,5	1102,0	-2	-3	4	-1	-1	-12
11	1083,5	1092,5	17	1	-12	0	1	0
12	1071,0	1083,5	-2	2	7	0	6	0
13	1060,0	1071,0	-8	1	1	0	-3	0
14	1050,5	1060,0	-2	2	1	0	4	0
15	1040,0	1050,5	-4	2	3	0	-11	0
16	1030,0	1040,0	1	1	-1	0	9	0
17	1017,5	1030,0	2	1	-2	0	2	0
18	1008,5	1017,5	-1	1	-3	0	-1	0
19	998,0	1008,5	1	1	5	0	0	0
Totale			-132	-153	-48	-77	-89	-156
			Sett 2002 - Ott 1997		Ott 2003 - Ott 1997		Lug 2005 - Ott 1997	
Totale cumulativo			-132	-153	-181	-230	-270	-386

Tabella 7: Regina 3 dir - confronto tra le misurazioni in-situ e i risultati della simulazione modellistica

Note:

In Tabella 7 sono riportati il confronto tra le misurazioni in-situ e il risultato della simulazione modellistica. Si fa presente che il valore totale riportato per colonna potrebbe differire dalla somma algebrica dei singoli marker spacing a causa degli arrotondamenti.

Il confronto tra i dati registrati e quelli simulati evidenzia come il modello geomeccanico fornisca sempre risultati conservativi in termini di compattazione profonda.



- Anno Installazione: 2014 - pozzo Regina 6dir B
- Rilievo Base: settembre 2014
- 2014 - 2017: 4 survey log FSMT

REGINA 6DIRB								
spacing	Measured Depth (m)		compattazione (mm)					
			Ott 2015 - Sett 2014		Ott 2015 - Dic 2016		Dic 2017 - Dic 2016	
	Top	Bottom	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato	Misurato	Simulato
1	1215	1225	-3	-2	2	-2	-2	-2
2	1205	1215	-4	0	1	0	-4	0
3	1195	1205	-3	-1	0	-1	-4	-1
4	1185	1195	-4	-2	1	-2	-2	-2
5	1175	1185	-7	-2	1	-2	-3	-2
6	1165	1175	-5	-2	1	-2	-3	-2
7	1155	1165	-5	-2	1	-2	-3	-1
8	1145	1155	-4	-2	1	-2	-1	-2
9	1135	1145	-3	-2	3	-2	-2	-2
10	1125	1135	-4	-3	6	-3	-2	-3
11	1115	1125	-4	0	0	0	3	0
12	1105	1115	-4	0	9	0	-2	0
13	1095	1105	-6	0	2	0	-2	0
14	1085	1095	5	0	6	0	0	0
15	1075	1085	-13	0	2	0	1	0
16	1065	1075	-9	0	0	0	2	0
17	1055	1065	2	0	4	0	-2	0
18	1045	1055	-6	0	4	0	-2	0
19	1035	1045	3	0	0	0	4	0
20	1025	1035	-15	0	9	0	-2	0
21	1015	1025	-8	0	11	0	-6	0
Totale			-98	-17	65	-18	-33	-16
			Ott 2015 - Sett 2014		Dic 2016 - Sett 2014		Dic 2017 - Sett 2014	
Totale cumulativo			-98	-17	-33	-35	-66	-51

Tabella 8: Regina 6dirB - confronto tra le misurazioni in-situ e i risultati della simulazione modellistica

Note:

- Per quanto riguarda il confronto tra le misure di compattazione in-situ e i risultati della simulazione modellistica si può osservare come, in generale, nell'intervallo 2014-2017 il totale cumulativo simulato sia in buon accordo con quello misurato ; il modello riproduce , in termini di compattazione profonda, i livelli produttivi del giacimento (1-13) in modo più soddisfacente rispetto ai livelli di copertura (14-21).



Appendice A

La tecnica dei marker misura la distanza fra due bullets (marker), leggermente radioattivi, sparati nella parete del pozzo al termine della perforazione e prima del tubaggio.

La compattazione (C) indotta dalla depressurizzazione della roccia in un certo intervallo di tempo è data, poi, dalla misura della variazione della distanza tra due marker (marker spacing, S_i).

Per il controllo della compattazione dei livelli profondi, si posizionano un numero variabile di marker, in funzione della complessità degli strati da monitorare, spazati fra loro di circa 10 m (Tabella 9).

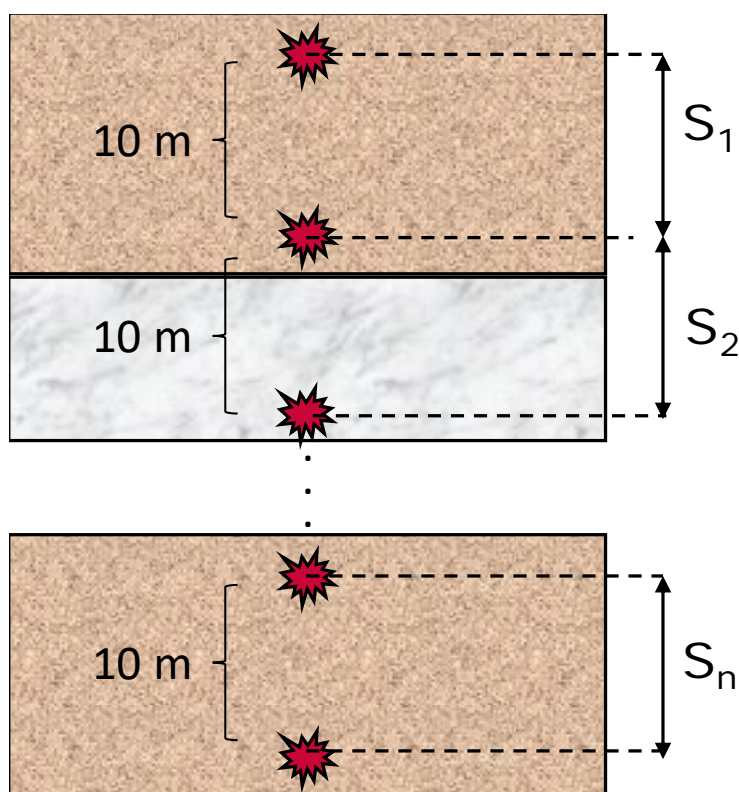


Tabella 9: Marker posizionati ogni 10 metri.

Talvolta, il posizionamento di marker a distanze verticali minori di 10 m, ad esempio ogni ≈ 5 m (Tabella 10), può essere fatto per avere una maggiore densità di punti di controllo.

Occorre, però, ricordare che la compattazione viene sempre misurata rispetto a due marker spazati inizialmente di circa 10 m, a causa della configurazione dello strumento di misura.



In particolare, il calcolo della compattazione nel caso di marker spacing distanziati 10 metri (Tabella 9), comporta la somma delle compattazioni di ogni singolo marker spacing, mediante la seguente formula:

$$C = \sum_{i=1}^n S_i$$

Per i marker spacing che si trovano ad una distanza di 5 metri invece, come mostrato in Tabella 10, la compattazione totale non è più la somma algebrica delle singole compattazioni, poiché vi è la sovrapposizione degli intervalli misurati. Il computo viene perciò realizzato attraverso la seguente espressione:

$$C = \frac{S_1}{2} + \frac{\frac{1}{2}S_1 + \frac{1}{2}S_2}{2} + \dots + \frac{\frac{1}{2}S_{n-1} + \frac{1}{2}S_n}{2} + \frac{S_n}{2}$$

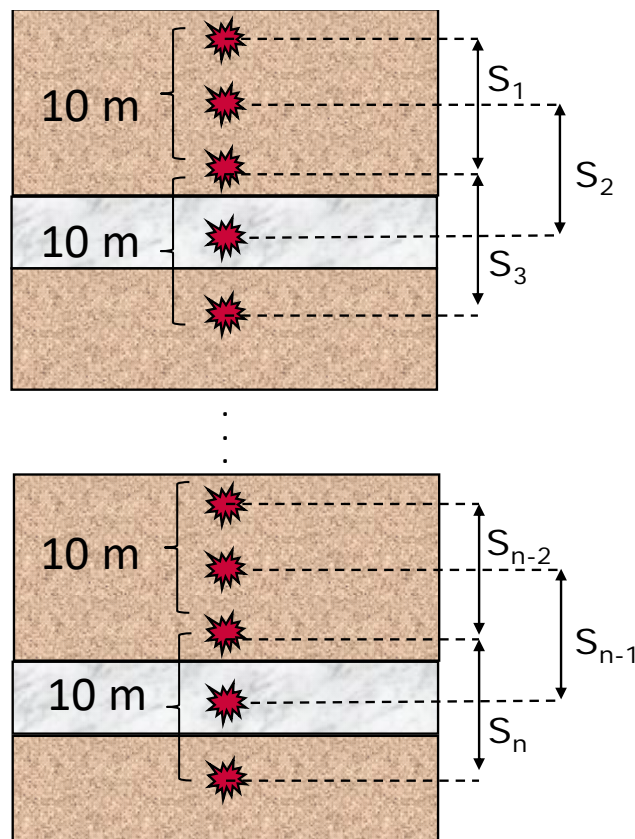


Tabella 10: Marker posizionati ogni 5 metri.