

0	DIC. 2012	EMISSIONE			PROGER	PROGER	STOGIT	
REV. REV.	DATA DATE	DESCRIZIONE / DESCRIPTION			DISEGN. DRAFT.	CONTR. CHECK'D	APPROV. APPR'D	STATO REVIS. REV. STATUS
 STOGIT		CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Esercizio A Pmax=1,10 Pi LIVELLO C2 E SVILUPPO NUOVO LIVELLO F STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE						
STUDI GIACIMENTO LIVELLO F								
SCALA SCALE	SOSTITUISCE IL SUPERSEDES N.	SOSTITUITO DAL SUPERSEDED BY N.	AREA IMP. PLANT AREA	UNITA' IMP. PLANT UNIT	IDENTIFICATIVO DOCUMENTO DOCUMENT IDENTIFIER			FG. / DI SH. / OF
-					ALLEGATO 38			-



**Concessione
Fiume Treste Stoccaggio**

LIVELLO F

MODELLO STATICO 3D

Data di emissione: Gennaio 2012

		D. Boiocchi		
		E. Cairo		
		A. Mantegazzi		D. Marzorati
	AGGIORNAMENTI	PREPARATO DA	CONTROLLATO DA	IL RESPONSABILE



SOMMARIO

- 1. INTRODUZIONE**
- 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO**
- 3. SISMICA 3D**
- 4. INTERPRETAZIONE GEOLOGICA**
- 5. CARATTERISTICHE DEL GIACIMENTO**
- 6. STORIA PRODUTTIVA**
- 7. MODELLIZZAZIONE STATICA E MAPPING**



1. INTRODUZIONE

Il Livello F (ex-livelli F e G negli studi di giacimento precedenti) è costituito da corpi sabbiosi con spessore fino a 40-50 m, collocati in posizione stratigrafica soprastante a quella dei livelli utilizzati per l'attività di stoccaggio nella Concessione Fiume Treste; in passato questi livelli, rinvenuti mineralizzati a gas in alcuni pozzi dell'area di S. Salvo, sono stati interessati da attività di coltivazione nella fase di produzione primaria del giacimento.

La recente perforazione da parte di Stogit dei pozzi Cupello 34 dir e Cupello 35 dir, finalizzati allo stoccaggio nei sottostanti livelli D+E e realizzati a partire dalla postazione esistente di S. Salvo 13, ha evidenziato la presenza nel Livello F di accumuli di gas primario residuo, localizzati nella porzione culminale della struttura, dove il corpo sabbioso conserva elevati spessori.

Il conseguente rinnovato interesse per questo livello ha suggerito la realizzazione di uno studio aggiornato sulle caratteristiche geologiche e dinamiche, finalizzato ad una modellizzazione 3D per valutarne preliminarmente idoneità e potenzialità per l'eventuale conversione all'attività di stoccaggio del gas naturale.

Lo studio geologico ha preso avvio da una revisione stratigrafica di tutti i pozzi che hanno attraversato questo livello, al fine di disporre di un quadro completo utile per valutarne la geometria deposizionale e l'assetto stratigrafico e strutturale.

L'interpretazione geologica proposta si basa su un nuovo modello deposizionale che risulta coerente con le informazioni provenienti da simulazioni numeriche eseguite sul modello dinamico 3D, che hanno evidenziato un comportamento differenziato, in termini di regimi di pressione e di quote delle tavole d'acqua originarie, tra le due principali culminazioni individuate dalla mappa strutturale.

In particolare i livelli F e G, così come definiti nei precedenti studi di giacimento, vengono ridenominati Livello F, associato però a due differenti lobi deposizionali di torbiditi prossimali e, dal punto di vista strutturale, a due distinte culminazioni del giacimento (NW e SE).

Nell'area di studio il Livello F evidenzia una geometria di tipo lenticolare, con due distinti lobi deposizionali differenziati sia per distribuzione areale (il primo lobo localizzato prevalentemente nel settore NW dell'area di studio, il secondo nel settore SE) che per attribuzione stratigrafica (nella limitata zona di compresenza dei due lobi quello SE si colloca in posizione soprastante a quello NW, con interposizione di pochi metri di depositi argillosi).



2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area della concessione Fiume Treste Stoccaggio ricade nell'ambito del "Bacino Molisano", appartenente all'unità nota come "Avanfossa Bradanica". Con questo termine viene designata un'ampia fascia estesa tra la catena appenninica e il bacino adriatico, caratterizzata nelle fasi più recenti dell'evoluzione geologica e strutturale (Pliocene e Pleistocene) da un consistente apporto di sedimenti di natura prevalentemente sabbiosa e argillosa.

La successione stratigrafica, che comprende nella parte inferiore calcari di piattaforma carbonatica di età cretacea appartenenti all'avampaese apulo, è composta da due principali unità, denominate Formazione Palino e Formazione Candela-Torrente Tona, a loro volta ricoperte dal cosiddetto Alloctono.

La Formazione Palino, la cui dinamica deposizionale è condizionata dall'andamento strutturale del sottostante substrato carbonatico, consiste di argille e marne bacinali del Pliocene inferiore e medio.

La Formazione Candela-Torrente Tona è composta da un'alternanza di livelli argillosi e di corpi sabbiosi, talora anche conglomeratici, depositi in corrispondenza del passaggio tra ambienti di scarpata e di piana di bacino, durante il Pliocene medio ed il Pliocene superiore. In questa formazione sono compresi i livelli sabbiosi interessati dall'attività di stoccaggio del gas naturale.

L'Alloctono costituiva il margine sud-orientale del bacino; il suo fronte è soggetto ad una progressiva migrazione verso Nord-Est, attraverso una dinamica di tipo gravitativo. L'Alloctono comprende litologie prevalentemente argilloso-marnose fortemente scompagnate di età messiniana e pliocenica, affioranti nella parte più interna del bacino. Lo smantellamento della parte emersa dell'Alloctono rappresenta la sorgente principale di apporti sedimentari che alimentano i sistemi bacinali profondi.

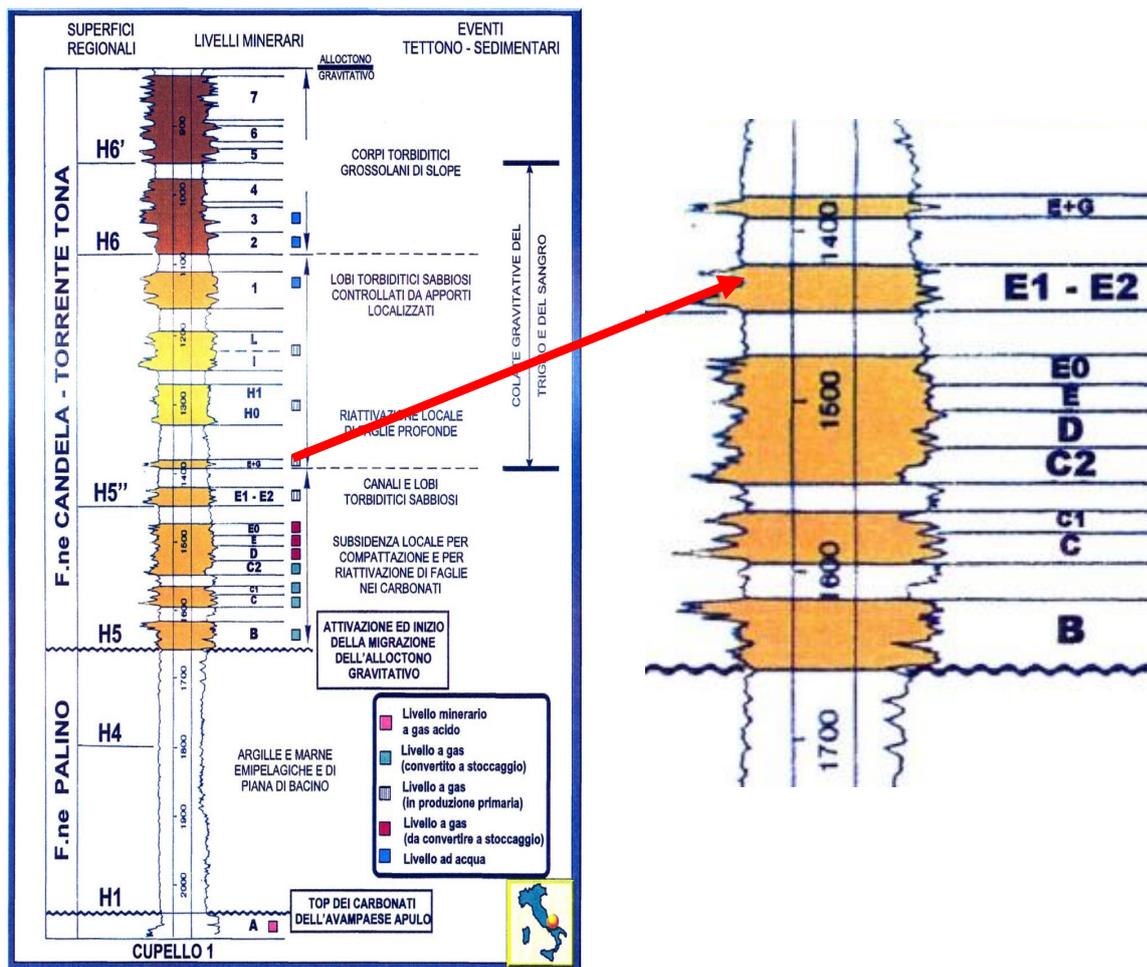
Dal punto di vista strutturale i principali fattori che controllano la sedimentazione a grande scala sono l'evoluzione tettonica dell'Alloctono e la morfologia del sottostante substrato carbonatico, interessato dall'occasionale e discontinua riattivazione di lineamenti strutturali che condizionano la morfologia del bacino e la posizione dei depocentri.

Le attività di stoccaggio, che interessano due distinti livelli sabbiosi (BCC1 e C2), sono iniziate nel 1982, a seguito della cessata produzione primaria; fasi di potenziamento furono realizzate in anni successivi fino al 1992, con la perforazione di nuovi pozzi organizzati in una serie di cluster. In

tempi recenti Stogit ha intrapreso numerosi progetti di potenziamento e sviluppo, attraverso la realizzazione di pozzi di infilling relativi sia al Pool BCC1 che al Livello C2; è stata inoltre avviata l'attività operativa per la conversione allo stoccaggio del soprastante Pool DEE0. Oltre ai pozzi utilizzati per lo stoccaggio, nella concessione sono presenti numerosi pozzi-spia, preposti al monitoraggio del giacimento.

Il Livello F, oggetto del presente studio, è costituito da corpi sabbiosi collocati in posizione stratigrafica soprastante a quella dei livelli citati; in passato i livelli sono stati interessati da attività di produzione primaria.

La copertura è garantita da livelli argillosi con spessore nell'ordine di 50 m, presenti su tutta l'area del giacimento.





3. SISMICA 3D

Recentemente è stata eseguita una revisione del rilievo sismico 3D acquisito nel 1997-2000, finalizzata alla risoluzione di aspetti geologici e strutturali che richiedevano un'indagine più dettagliata anche in relazione alle possibili ripercussioni sul comportamento dinamico del giacimento.

L'interpretazione, preceduta da una fase di reprocessing, ha consentito l'acquisizione di informazioni di maggior dettaglio, elaborate alla luce di un modello tettonico di nuova concezione, basato su affinità sismiche con il vicino campo di Torrente Tona, anch'esso ubicato nell'Avanfossa Bradanica.

La successione pliocenica nell'area del campo è caratterizzata da blande anticlinali fagliate con rigetti contenuti e allungate in direzione NNW-SSE. Il modello interpretativo adottato introduce in particolare la presenza di faglie inverse, impostate nella serie pliocenica compresa tra il substrato carbonatico e l'alloctono gravitativi. La presenza di questo sistema di fronti compressivi a vergenza appenninica è probabilmente legata alla messa in posto delle unità alloctone. I lineamenti inversi sono posti in relazione ad una componente tettonica sindeposizionale in grado di condizionare spessore e sabbiosità dei livelli. Nel campo sono comunque presenti anche lineamenti distensivi, legati alla riattivazione delle faglie che scompongono il substrato carbonatico; essi interessano soprattutto l'area nord del campo e, oltre alla serie terrigena, dislocano in parte anche l'alloctono sovrastante.



4. INTERPRETAZIONE GEOLOGICA

Il Livello F è costituito da depositi sabbiosi legati a piccoli sistemi torbidity di tipo prossimale. Dal punto di vista litologico prevalgono sabbie grossolane in strati massivi, con presenza di intercalazioni argilloso-siltose in genere di modesta continuità laterale. La distribuzione dei depocentri e delle litofacies prevalenti, nonché le correlazioni stratigrafiche, indicano che la messa in posto e la distribuzione dei corpi sabbiosi è legata alla presenza di entry-point localizzati e di aree bacinali più subsidenti.

Lo studio geologico ha preso avvio da una revisione stratigrafica basata sull'analisi dei dati di pozzo disponibili che hanno attraversato questi livelli, al fine di disporre di un quadro completo utile per valutarne la geometria deposizionale e l'assetto stratigrafico e strutturale. Rispetto allo studio di giacimento precedente, risalente al 1998, si sono resi disponibili anche i dati riguardanti i pozzi di recente perforazione Cupello 34 dir e Cupello 35 dir, nei quali si è riscontrata la presenza del Livello F con spessori significativi e con evidenza della tavola d'acqua attuale.

Nel complesso il Livello F è stato riconosciuto in 14 pozzi ubicati nel settore NW e in 13 pozzi del settore SE; nei pozzi S. Salvo 11, S. Salvo 17 e S. Salvo 18, ubicati nella fascia centrale dell'area di studio, si riscontra la presenza di livelli sabbiosi appartenenti ai due distinti lobi deposizionali individuati. I pozzi S. Salvo 2 e S. Salvo 16, posti nell'estremo settore orientale, evidenziano la presenza di un livello sabbioso con spessore di circa 10 m, equivalente per posizione stratigrafica al Livello F1 ma ritenuto appartenente ad un corpo lenticolare fisicamente separato da quelli oggetto dello studio.

Nell'area di studio il Livello F evidenzia una geometria di tipo lenticolare, con due distinti lobi deposizionali differenziati sia per distribuzione areale (il primo lobo localizzato prevalentemente nel settore NW dell'area di studio, il secondo nel settore SE) che per attribuzione stratigrafica (nella limitata zona di compresenza dei due lobi quello SE si colloca in posizione soprastante a quello NW, con interposizione di pochi metri di depositi argillosi).

L'interpretazione geologica proposta si basa su un nuovo modello deposizionale coerente con le informazioni provenienti da simulazioni numeriche eseguite sul modello dinamico 3D, che hanno evidenziato un comportamento differenziato, in termini di regimi di pressione e di quote delle tavole d'acqua originarie, tra le due principali culminazioni individuate dalla mappa strutturale.

Nelle tabelle seguenti, riguardanti rispettivamente le culminazioni strutturali NW e SE, sono riportati i tagli stratigrafici utilizzati per la costruzione del modello.

Culminazione NW							
	CU 01	CU 14	CU 17	CU 34 D	CU 35 D	SS 04	SS 06
Perforazione	1959	1962	1962	2008	2010	1959	1960
Produzione							1969-1981
QRT	289	363	347	150	153	161	125
Top MD	1383	1295	1361	1097	1270	1115	1035
Bottom MD	1389	1303	1365	1150	1342	1150	1073
Top SL	1095	932	1013	876	872	954	911
Bottom SL	1100	941	1018	919	922	989	948
Spessore	5	9	5	43	50	35	37
Contatti	acqua	WUT 932	acqua	AGWC 902	AGWC 910	WUT 965	OGWC 930
	SS 09	SS 10	SS 11	SS 13	SS 17	SS 18	RA 01 D
Perforazione	1960	1960	1961	1961	1962	1962	1998
Produzione				2000-2006			
QRT	213	174	131	150	125	118	310
Top MD	1196	1144	1125	1051	1075	1205	1239
Bottom MD	1222	1182	1133	1100	1079	1214	1243
Top SL	983	970	994	901	950	1087	920
Bottom SL	1009	1007	1002	950	954	1096	924
Spessore	26	37	8	49	4	9	4
Contatti	WUT 983	WUT 970	WUT 994	OGWC 930	WUT 950	acqua	acqua

Culminazione SE							
	SS 02	SS 03	SS 07	SS 11	SS 16	SS 17	SS 18
Perforazione	1959	1959	1960	1961	1961	1962	1962
Produzione	1985-1988				dal 1981	dal 1972	
QRT	38	40	41	131	87	125	118
Top MD	974	992	986	1091	992	1060	1186
Bottom MD	988	1009	991	1114	1001	1070	1200
Top SL	936	952	945	960	905	935	1068
Bottom SL	950	969	950	983	914	945	1082
Spessore	14	17	5	23	9	10	14
Contatti	OGWC 947	WUT 952	OGWC 946	WUT 960	GDT 914	GDT 945	acqua
	SS 19	SS 20 D	SS 33 D	SS 35 D	SS 46 D	SS 49 D	
Perforazione	1969	1970	1984	1984	1991	1991	
Produzione	dal 1996	dal 1981					
QRT	42	39	54	54	47	47	
Top MD	949	1004	1029	1064	1065	974	
Bottom MD	979	1029	1036	1075	1091	1004	
Top SL	907	914	903	938	903	900	
Bottom SL	937	935	904	947	923	928	
Spessore	30	21	1	9	20	28	
Contatti	GDT 937	GDT 935	GDT 904	tracce gas	AGWC 919	AGWC 919	

I dati stratigrafici e l'analisi dei log elettrici dei pozzi evidenziano i seguenti elementi:



Culminazione NW (n. 14 pozzi):

- spessore ridotto (< 10 m) e facies prevalentemente sabbiose di lobo torbidityco nei pozzi più occidentali (Cupello 1 – 14 – 17) e in Ramignano 1 dir
- spessore elevato (20-50 m) e facies sabbiose di lobo torbidityco nei pozzi S. Salvo 4 - 6 – 9 – 10 - 13, Cupello 34 dir – 35 dir
- spessore variabile (10-25 m) e alternanze siltoso-sabbiose di frangia di lobo torbidityco nei pozzi S. Salvo 11 – 17- 18

Culminazione SE (n. 13 pozzi):

- spessore variabile (5-40 m) e alternanze siltoso-sabbiose di frangia di lobo torbidityco nei pozzi S. Salvo 2 – 3 – 7 - 11 – 16 – 17 – 18 - 33 dir – 35 dir
- spessore elevato (20-30 m) e facies sabbiose di lobo torbidityco nei pozzi S. Salvo 19 - 20 dir - 46 dir - 49 dir
- livello sostituito da depositi laterali siltoso-argillosi nel pozzo S. Salvo 36 dir
- livello assente per argillificazione nel pozzo S. Salvo 5



5. CARATTERISTICHE DEL GIACIMENTO

Caratteristiche petrofisiche

Nel Livello F, che presenta un valore di Net/Gross nell'ordine del 90%, la disponibilità di dati petrofisici è limitata al settore NW, grazie ai riscontri di alcune analisi eseguite su campioni di carote di fondo del pozzo S. Salvo 13 e su carote di parete del pozzo S. Salvo 6. I valori misurati indicano porosità nell'ordine del 30-32% e permeabilità di 500-800 mD. Nelle tabelle seguenti sono sintetizzati i dati petrofisici.

DATI PETROFISICI LIVELLO F										
Pozzo	Core	Camp. N	Prof. perf. (mTR)	K orizz. (mD)	Nota	K vert. (mD)	Nota	Porosità (%)	Dens.Reale (g/cc)	CaCO3 (%)
SS 13	1		1077,20	664,000		n.d.		0,256	2,670	n.d.
SS 13	1		1077,40	1873,000		n.d.		0,300	2,660	n.d.
SS 13	1		1077,45	1363,000		n.d.		0,327	2,660	n.d.
SS 13	1		1077,60	0,010		n.d.		0,056	2,680	0,440
SS 06	SIDEWALL		1036,50	464,000		n.d.		0,347	2,650	0,000
SS 06	SIDEWALL		1038,00	843,000		n.d.		0,339	2,670	n.d.
SS 06	SIDEWALL		1045,00	304,000		n.d.		0,326	2,650	n.d.
SS 06	SIDEWALL		1050,50	671,000		n.d.		0,355	2,660	0,000

Contatti gas-acqua

La tavola d'acqua originaria del Livello F nella Culminazione NW è stata evidenziata a m 930 l.m. nei pozzi di produzione primaria S. Salvo 13 e S. Salvo 6. Nei pozzi di recente perforazione Cupello 34 dir e Cupello 35 dir la tavola d'acqua attuale è stata riscontrata rispettivamente a m 902 l.m. e a m 910 l.m.

La tavola d'acqua originaria nella Culminazione SE è stata evidenziata a m 946-947 l.m. nei pozzi di produzione primaria S. Salvo 7 e S. Salvo 2. I pozzi S. Salvo 16, S. Salvo 19 e S. Salvo 20 dir presentano evidenze di GDT compresi tra m 935 e 937 l.m.. Più recentemente (1991), nei pozzi perforati per l'attività di stoccaggio nei pool inferiori, evidenze della risalita dell'acquifero sono riscontrabili nei pozzi S. Salvo 46 dir e S. Salvo 49 dir, dove risulta collocata a m 919 l.m.

Nella tabella seguente sono riassunte le principali caratteristiche geologiche e petrofisiche del Livello F nelle due culminazioni strutturali.

CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E PETROFISICA

	CULMINAZIONE NW	CULMINAZIONE SE
FORMAZIONE	Candela - T. Tona (Pliocene)	Candela - T. Tona (Pliocene)
LITOLOGIA	Sabbie con intercalazioni argillose	Sabbie con intercalazioni argillose
SPESSORE	25-50 m	15-30 m
TIPO DI TRAPPOLA	Stratigrafico-strutturale	Stratigrafico-strutturale
PROFONDITA'	900-1100 m l.m.	900-1100 m l.m.
POROSITA' MEDIA	30%	30%
PERMEABILITA'	500-800 mD	500-800 mD
NET/GROSS	90%	90%
COPERTURA	Argille (circa 50 m)	Argille (circa 50 m)
SATURAZIONE IN ACQUA	22%	22%
PRESSIONE ORIGINARIA	114,7 barsa	102,9 barsa
MECCANISMO DI PRODUZIONE	Debole spinta dell'acquifero	Debole spinta dell'acquifero
OGWC	930 m l.m. (S. Salvo 13 - 6)	946 - 947 m l.m. (S. Salvo 7 - 2)
AGWC	902 - 910 m l.m. (Cupello 34 dir - 35 dir)	919 m l.m. (S. Salvo 46 dir - 49 dir)

6. STORIA PRODUTTIVA

Il Livello F è stato oggetto in passato di produzione primaria nei pozzi elencati nella tabella seguente, che riporta anche, per ciascun pozzo, i volumi cumulativi erogati e gli anni di produzione.

DATI DI PRODUZIONE PRIMARIA			
POZZO	PRODUZIONE CUMULATIVA (MSmc)	ANNI	NOTE
S. SALVO 6	474,1	1969-1981	
S. SALVO 13	111,5	2000-2006	
Totale Culminazione NW	585,6		
S. SALVO 16	185,9	1981-82; 1985-92; 2000-01	anche da Livello H
S. SALVO 17	154,1	1972-1981; 1998-2001	
S. SALVO 19	141,1	1996-2001	anche da Livello E0
S. SALVO 20 dir	379,2	1981-1982; 1985-1995	anche da Livelli E0-E1
Totale Culminazione SE	860,3		

Pressioni

Nel Livello F della Culminazione NW la pressione statica iniziale di fondo SBHP@datum 931m l.m. era pari a 114,7 barsa, mentre nella Culminazione SE il valore riscontrato è di 102,9 barsa.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori di pressione riscontrati a seguito della registrazione di profili statici eseguiti nei pozzi S. Salvo 13 e S. Salvo 6 (Culminazione NW).

data	S.SALVO 13 C SBHP@DATUM (931 m.l.m) (Kg/cm ² a)	S.SALVO 13 C SBHP@DATUM (931 m.l.m) (barsa)
04/02/1988	74,64	72,18
06/09/1990	77,66	75,15
16/01/1991	79,36	76,81
20/02/1991	79,42	76,87
17/06/1997	81,16	78,58
07/11/2003	75,43	72,96
10/06/2004	72,08	69,67
05/07/2005	73,50	71,07
25/07/2006	72,83	70,41
18/01/2007	71,97	69,57
04/09/2007	69,28	66,93
01/07/2008	69,53	67,17



data	S.SALVO 6	S.SALVO 6
	SBHP@DATUM (931 m.l.m)	SBHP@DATUM (931 m.l.m)
	(Kg/cm ² a)	(barsa)
08/04/1971	103,03	100,02
11/04/1972	97,56	94,66
09/10/1973	88,96	86,23
16/12/1975	82,56	79,95
29/09/1978	78,65	76,12

Il seguente prospetto riporta infine i dati di pressione misurati nel Livello F all'atto della perforazione del pozzo Cupello 35 dir (aprile 2010), sempre sulla Culminazione NW.

MISURE DI PRESSIONE CUPELLO 35 DIR							
Test N.	Livello	Mineralizzazione	Profondità (m)			Pressione di formazione	
			MD	TVD	TVDSS	PSI	kg/cmq
1	F	Gas	1278,00	1030,35	877,7	987,8	69,45
2	F	Gas	1285,50	1035,45	882,8	988,3	69,48
3	F	Gas	1296,50	1042,97	890,3	988,8	69,52
4	F	Gas	1302,50	1047,08	894,4	989,1	69,54
5	F	Gas	1314,00	1054,99	902,3	989,0	69,54
6	F	Water	1331,00	1066,79	914,1	993,2	69,83
7	F	Water	1337,00	1071,01	918,3	999,3	70,25



6. MODELLIZZAZIONE STATICA E MAPPING

Sulla base dei dati di pozzo, ed in particolare dell'analisi stratigrafica e delle variazioni di spessore e di facies riscontrate nel Livello F, si è proceduto ad una revisione del modello statico di giacimento attraverso l'utilizzo del software Petrel, con la produzione delle mappe del top strutturale nelle due culminazioni e delle variazioni di spessore.

Sulla base delle mappe prodotte si è provveduto alla costruzione del grid, realizzato in modo da rispettare la geometria deposizionale. Il trend delle celle è stato disposto con andamento NE-SW, per simulare con maggiore precisione la provenienza dell'acquifero.

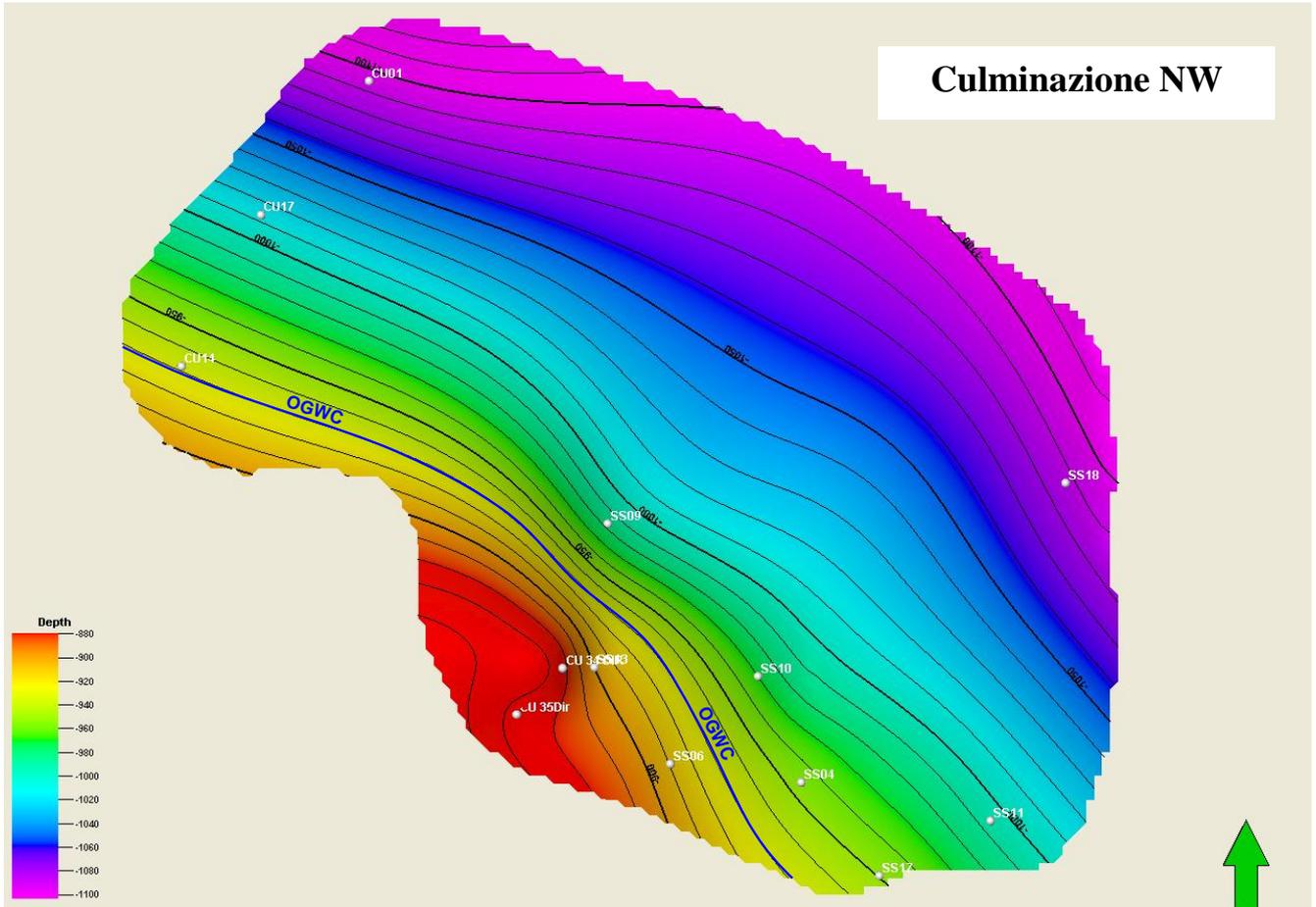
E' stata effettuata una suddivisione verticale del livello in sei layers, come nel modello precedente. La dimensione delle celle (100x100 m) consente un'ottimizzazione della simulazione dinamica del giacimento.

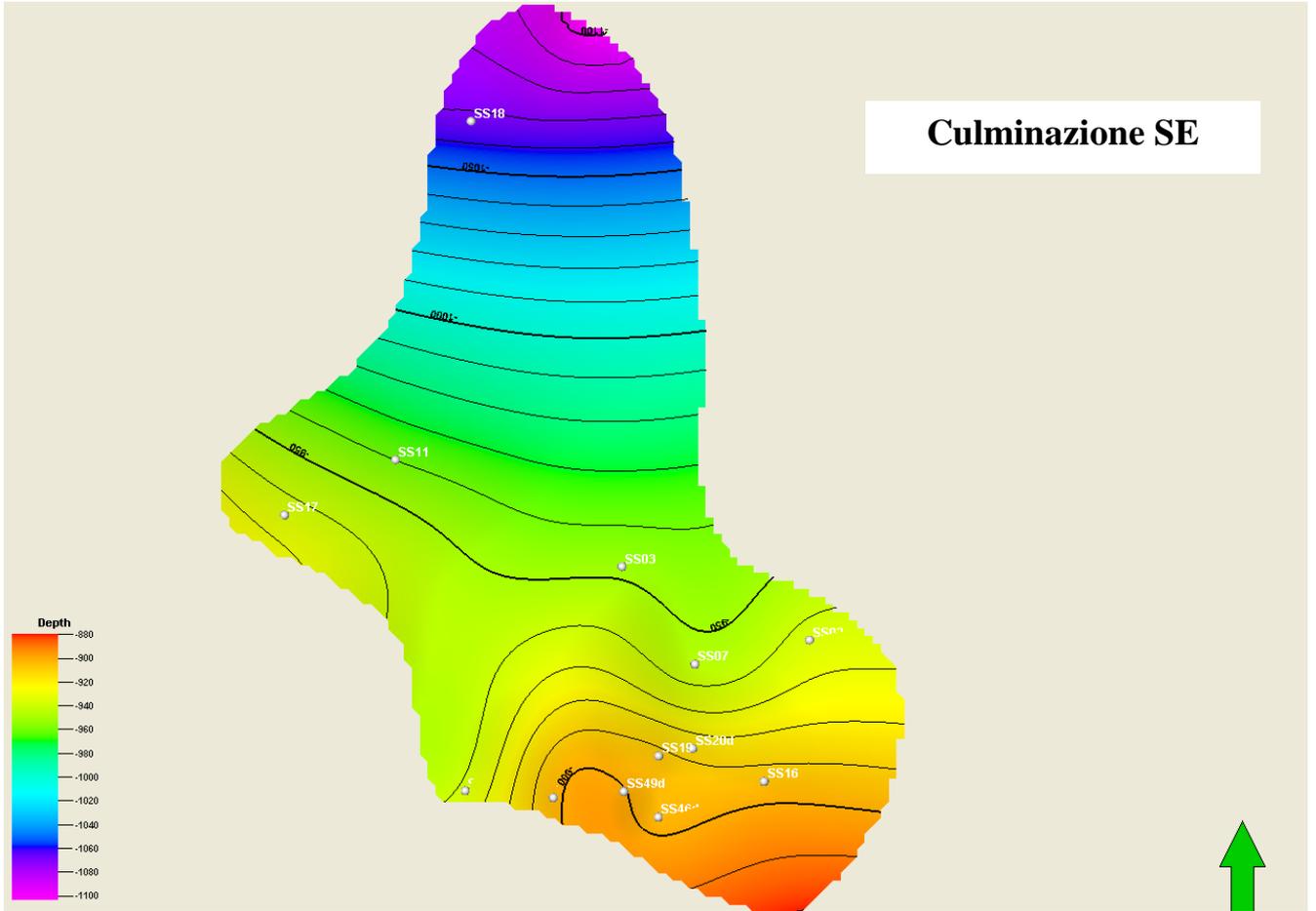
La lettura delle mappe prodotte, riportate nelle figure seguenti, evidenzia i seguenti aspetti:

- il giacimento è associato ad una trappola di tipo stratigrafico-strutturale, in cui si evidenziano una chiusura per onlap verso W-SW, per troncatura verso S contro l'alloctono e per pendenza strutturale verso NE
- il Livello F è costituito da due lobi deposizionali con geometrie di tipo lenticolare, che appaiono differenziati per distribuzione areale: il primo lobo deposizionale interessa il settore NW dell'area di studio, mentre il secondo lobo, collocato stratigraficamente in posizione di poco soprastante, occupa il settore SE
- una limitata fascia di compresenza dei due lobi, con prevalenti facies siltoso-sabbiose .si riscontra nel settore centrale dell'area di studio, in corrispondenza dei pozzi S. Salvo 11, 17 e 18
- dal punto di vista strutturale si evidenziano due distinte culminazioni: NW e SE
- la Culminazione NW è posta in prossimità del limite deposizionale in direzione sud, dove si riscontrano anche i depocentri di sedimentazione, con spessori più elevati e facies marcatamente sabbiose (pozzi Cupello 34 dir e Cupello 35 dir)



- la Culminazione SE è posta in prossimità del limite deposizionale in direzione sud, dove si riscontrano anche i depocentri di sedimentazione, con spessori più elevati e facies marcatamente sabbiose (pozzi S. Salvo 46 dir e S. Salvo 49 dir)







STOGIT

GIAC

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F

Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale

PAG 1 DI 29

AGGIORNAMENTI:

0 0 0 0

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di SAN SALVO - LIVELLO F

Studio Dinamico di giacimento
per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale

Data di emissione: Gennaio 2012

		R. Muharremi	C. Coti	D. Marzorati
	AGGIORNAMENTI	PREPARATO DA	VERIFICATO DA	IL RESPONSABILE

 STOGIT GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 2 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	CONCLUSIONI	4
3	DATI GENERALI, GEOLOGIA E STRUTTURA DEL GIACIMENTO	6
4	STORIA PRODUTTIVA	8
5	MODELLO NUMERICO 3D	11
5.1	INIZIALIZZAZIONE	12
5.1.1	<i>Discretizzazione</i>	12
5.1.2	<i>Pressione iniziale e contatto gas-acqua</i>	12
5.1.3	<i>Caratterizzazione petrofisica</i>	13
5.1.4	<i>Permeabilità relative e pressioni capillari</i>	13
5.1.5	<i>Caratteristiche dei fluidi</i>	13
5.1.6	<i>Caratteristiche dell'acquifero</i>	14
5.1.7	<i>Pressione statica</i>	15
5.1.8	<i>Definizione dei pozzi</i>	15
5.2	CALIBRAZIONE DEL MODELLO (HISTORY MATCH)	15
5.2.1	<i>GOIP dinamico</i>	16
6	SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO FUTURO	17
6.1.1	<i>Scenario base di sviluppo "caso 1"</i>	18
6.3.2	<i>Scenario di sviluppo corrispondente al "caso 2"</i>	20
6.4	CALCOLO DELLE RISERVE.....	24
6.5	DETERMINAZIONE DEL CUSHION GAS.....	24
7	ACRONIMI	25
9	LISTA DEGLI ALLEGATI	26
9	LISTA DELLE TABELLE	27
10	LISTA DELLE FIGURE	28

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 3 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

1 INTRODUZIONE

Il presente rapporto descrive i risultati dello studio dinamico di giacimento condotto da Stogit S.p.A. – *Unità Giacimenti* nell'anno 2011 al fine di valutare le potenziali prestazioni del livello F (Campo di San Salvo – Concessione Fiume Treste Stoccaggio) nell'ipotesi di sviluppo allo stoccaggio di gas naturale.

Dallo studio Geologico 2011, realizzato alla luce di quanto emerso in seguito alla perforazione dei pozzi CU34Dir e CU35Dir, il livello F, così come definito nelle precedenti interpretazioni geologiche, viene differenziato arealmente in due distinte culminazioni, rispettivamente nord-occidentale e sud-orientale, idraulicamente indipendenti tra loro.

Nel modello dinamico le due culminazioni sono state considerate separate idraulicamente e in tal caso il risultato del match è stato soddisfacente confermando l'interpretazione del modello statico 2011. Diversamente le sensitivities realizzate considerando un unico livello (livello F) esteso nelle due culminazioni nord-occidentale e sud-orientale, non hanno riprodotto in termini di match delle pressioni e dei volumi di gas e acqua i valori storici misurati.

Il livello F, della culminazione nord-occidentale, rappresenta uno dei livelli mineralizzati minori del campo di San Salvo ed è entrato in produzione nel Luglio 1969 (pozzo SS06). La sua pressione iniziale al *datum* (931 m ss) era pari a 114,7 barsa. Il primo pozzo produttore del livello è stato San Salvo 6 con una portata di circa 190 kSm³/g. Nell'Agosto 2000 è entrato in produzione San Salvo 13 con una portata di circa 60 kSm³/g. Alla fine della fase di produzione primaria, proseguita fino ad Aprile 2007, la pressione di giacimento era scesa al valore statico di circa 68 barsa a fronte di una produzione cumulativa di gas pari a 585,6 MSm³. La risalita dell'acquifero per effetto della produzione ha evidenziato una debole spinta lungo la direzione NE-SW. Nella zona sud-ovest, invece, il livello si chiude per progressiva variazione di facies da sabbie a silt e argille.

Attualmente, non sono presenti pozzi attivi allo stoccaggio. I pozzi di produzione primaria del livello F della culminazione nord-occidentale (SS06 e SS13) sono utilizzati per il monitoraggio del livello C2 (SS06) e del livello D,E,Eo (SS13).

Una volta calibrato il modello dinamico, è stata analizzata la risposta del sistema secondo diversi possibili scenari, con lo scopo di definire la migliore strategia di sviluppo dello stoccaggio.

Il modello di giacimento è un modello numerico 3D black-oil, realizzato utilizzando il software di simulazione ECLIPSE 100 ed alcuni programmi del pacchetto ad esso connessi.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 4 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

2 CONCLUSIONI

Il processo di calibrazione del modello ha dimostrato l'ipotesi, già evidenziata dal modello statico, di separazione idraulica del livello F tra la culminazione nord-occidentale e la culminazione sud-orientale. Lo scenario di sviluppo allo stoccaggio ha considerato la sola culminazione nord-occidentale del livello F, e prevede la ricostituzione del giacimento ad una pressione pari alla pressione originaria ($P=P_i$: 114,7 barsa).

La scelta di sviluppare allo stoccaggio il livello F solo della culminazione nord-occidentale deriva da alcune considerazioni:

- Carenza di dati dinamici e geostrutturali della culminazione sud-orientale;
- Gas In Place (GIP) della culminazione sud-orientale in quantità tale da non rendere economicamente conveniente lo sviluppo.

Le simulazioni hanno evidenziato che, per sviluppare tale livello della culminazione nord-occidentale allo stoccaggio è necessario perforare 4 nuovi pozzi dalla postazione esistente SS 06. Infatti i due pozzi SS06 e SS13, utilizzati per la produzione primaria, non possono essere utilizzati avendo un completamento non adatto all'attività di stoccaggio.

La scelta del numero dei pozzi da perforare è stata definita tramite due sensitivities differenti solo per il numero dei pozzi (4 e 6 rispettivamente).

Caso 1: (caso base)

Considera l'utilizzo di 4 nuovi pozzi, due orizzontali e due direzionati, a partire dalla postazione esistente del pozzo SS13 verso la culminazione, i principali risultati sono:

- Il *Working gas* @ 68 barsa è pari a **220 MSm³**;
- Il *Cushion gas* @ 68 barsa è pari a **287 MSm³**;
- Il *Cushion gas* ancora da iniettare è pari a **86 MSm³**;
- Le riserve certe originarie sviluppabili @ 45 barsa sono pari a circa **115 MSm³**;
- Le riserve certe originarie totali @ 30 barsa sono pari a circa **201 MSm³**;
- La capacità totale del giacimento (WG+CG) è pari a **507 MSm³**;
- L'efficienza del giacimento allo stoccaggio è pari al **43%**;
- La massima capacità erogativa è pari a **4 MSm³/g**;
- La massima capacità iniettiva è pari a **4 MSm³/g**.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 5 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

Caso 2:

Considera l'utilizzo di 6 nuovi pozzi, due orizzontali e quattro direzionati, a partire dalla postazione esistente del pozzo SS13 verso la culminazione. La realizzazione di ulteriori 2 pozzi direzionati non porta ad un incremento del *Working gas* significativo e decisamente trascurabile rispetto al caso 1. Il solo effetto risultante sarebbe un incremento di punta, sia in erogazione che in iniezione, da 4 MSm³/g a 5 MSm³/g.

Caso 3: (caso ottimale)

Considera l'utilizzo di 3 nuovi pozzi orizzontali, e il pozzo esistente CU35D (ricompletato al livello F), a partire dalla postazione esistente del pozzo SS06 verso la culminazione, i principali risultati sono:

- Il *Working gas* @ 68 barsa è pari a **220 MSm³**;
- Il *Cushion gas* @ 68 barsa è pari a **287 MSm³**;
- Il *Cushion gas* ancora da iniettare è pari a **86 MSm³**;
- Le riserve certe originarie sviluppabili @ 45 barsa sono pari a circa **115 MSm³**;
- Le riserve certe originarie totali @ 30 barsa sono pari a circa **201 MSm³**;
- La capacità totale del giacimento (WG+CG) è pari a **507 MSm³**;
- L'efficienza del giacimento allo stoccaggio è pari al **43%**;
- La massima capacità erogativa è pari a **4 MSm³/g**;
- La massima capacità iniettiva è pari a **4 MSm³/g**.

Un eventuale scenario di sviluppo a pressione superiore alla pressione originaria non è stato analizzato, ma necessita un ulteriore approfondimento in termini geologici in quanto potrebbe esistere una possibile zona di fuga (spill point) localizzata nell'intorno del pozzo SS17 attualmente non attivo. Si consiglia quindi, anche per lo sviluppo a P=Pi, un ricompletamento dei pozzi SS17 e SS11 al fine di monitorare la variazione della tavola d'acqua ed eventuale gas loss.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 6 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

3 DATI GENERALI, GEOLOGIA E STRUTTURA DEL GIACIMENTO

Il Campo di San Salvo è ubicato in provincia di Chieti, circa 50 Km a NE di Campobasso, all'interno della concessione di Fiume Treste (**figura 1**). Il Campo è costituito dall'insieme di più strutture: San Salvo, Cupello, Furci, Scerni, Trigno, Vusco, Lentella e La Coccetta, estese su un'area di circa 100 km². I livelli mineralizzati sono distribuiti all'interno della successione terrigena pliocenica costituente parte del riempimento del Bacino Molisano e all'interno della successione carbonatica terziario-mesozoica ad essa sottostante. La mineralizzazione del reservoir terrigeno era a gas dolce (livelli da B a L), mentre quella del reservoir carbonatico (livello A) era a gas acido. Il pozzo di scoperta fu il S. Salvo 1 perforato nel 1956-57. Attualmente i livelli attivi allo stoccaggio sono i pool B,C,C1, C2 e il pool D,E,E0. La produzione primaria del Pool C2 è iniziata nell'Ottobre 1963 ed è terminata nell'Aprile 1982; a partire dal Luglio 1982 è adibito a stoccaggio. Il Pool B,C,C1 della Culminazione Cupello è entrato in produzione nel Dicembre 1963 ed ha prodotto sino all'Aprile 1982; dal 1991 adibito a stoccaggio.

Il pool D,E,E0, stratigraficamente sovrastante i livelli suddetti è stato autorizzato allo stoccaggio dal Marzo 2000. Con lo stesso decreto è stato inoltre autorizzato il raggiungimento della pressione massima originaria di scoperta per tutti i livelli interessati allo stoccaggio della concessione Fiume Treste.

Il livello F si trova in una posizione stratigrafica sovrastante a quella dei livelli citati. Si tratta di depositi sabbiosi parzialmente canalizzati legati a piccoli sistemi torbidity; le facies sabbiose tendono a colmare le depressioni nelle zone di transizione tra canali e lobi torbidity. Dal punto di vista litologico prevalgono sabbie grossolane in strati massivi ed amalgamati, con presenza di intercalazioni argilloso-siltose in genere prive di estesa continuità laterale. Lo spessore dei livelli è nell'ordine di 30-50 m; la distribuzione dei depocentri e delle litofacies prevalenti, nonché le correlazioni sedimentologiche, indicano che la messa in posto di questi livelli è legata alla presenza di un'area subsidente localizzata.

La trappola è di tipo stratigrafico. La mappa strutturale mostra chiusure per onlap verso W-SW, per troncatura verso Sud contro l'alloctono, mentre verso NE la chiusura è realizzata per pendenza strutturale.

I pochi dati petrofisici relativi ad analisi su campioni di carote di fondo (pozzo S. Salvo 13) e di carote di parete (pozzo S. Salvo 6) indicano porosità nell'ordine del 30-32% e valori di permeabilità di 500-800 mD. Il Net/Gross è nell'ordine del 90%.

Nella tabella seguente sono riportate la caratterizzazione geologica e petrofisica del giacimento.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 7 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E PETROFISICA Livello F culminazione nord-occidentale	
FORMAZIONE	Candela - T. Tona (Pliocene)
LITOLOGIA	Sabbie con intercalazioni argillose
SPESSORE	25-50 m
TIPO DI TRAPPOLA	Stratigrafico - Strutturale
PROFONDITA'	900-1100 m l.m.
DATUM	931 m.l.m.
POROSITA' MEDIA	30%
PERMEABILITA'	500-800 mD (300 mD modello dinamico)
NET/GROSS	90%
COPERTURA	Argille (circa 50 m)
SATURAZIONE IN ACQUA	20% - 22%
SATURAZIONE IN GAS LIMITE	18% - 20%
PRESSIONE ORIGINARIA (Zona Nord-Occidentale)	114,7 barsa
MECCANISMO DI PRODUZIONE	Debole spinta dell'acquifero (NE-SW)
OGWC (Zona Nord-Occidentale)	930 m (S. Salvo 13-6)
OGWC (Zona Sud-Orientale)	946 m (S. Salvo 7)
AGWC	902 m (Cupello 34 dir); 910 m (Cupello 35 dir)
GOIP dinamico (Zona Nord-Occidentale)	984 MSm ³
GIP dinamico (Zona Nord-Occidentale)	586 MSm ³

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 8 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

4 STORIA PRODUTTIVA

Livello F area nord-occidentale

Il livello rappresenta uno dei livelli mineralizzati minori del campo di San Salvo ed è entrato in produzione nel Luglio 1969. La pressione iniziale al *datum* (931 mss) era pari a 114,7 barsa. Il primo pozzo produttore in tale livello è stato San Salvo 6 (Luglio 1969 – Ottobre 1981) con una portata di circa 190 kSm³/g e una produzione cumulativa di 474,1 MSm³. Nell'Agosto 2000 è entrato in produzione San Salvo 13 con una portata di circa 60 kSm³/g, producendo fino all'Aprile 2007 circa 111,5 MSm³.

Pozzo SS06

Il pozzo SS06 dal Giugno 1965 fino al Giugno 1969 ha prodotto (circa 64 MSm³) dai livelli D+E, Eo; in questa data è stato ricompletato sul livello F con un completamento singolo, mentre i livelli D+E, Eo sono stati esclusi attraverso bridge plug. Dal Luglio 1969 fino all'Ottobre 1981, il pozzo ha prodotto 474 MSm³ dal livello F (**allegato 1**). Successivamente al 1981 il pozzo è stato nuovamente ricompletato, cambiando la sua funzione da pozzo produttore a pozzo spia del livello C2. Il suo completamento è attualmente singolo e i livelli D,E,Eo e F sono stati esclusi attraverso packers (**allegato 6**).

Pozzo SS13

Il pozzo SS13 dal Giugno 1965 al Febbraio 1970 ha prodotto dai livelli D+E, Eo con completamento singolo. Da quest'ultima data il pozzo è stato ricompletato con un completamento singolo selettivo sui livelli E1 e F, mentre i livelli sottostanti (D+E, Eo) sono stati esclusi con squeeze e bridge plug. Dal Febbraio 1970 fino ad Aprile 1982 il pozzo ha prodotto dal livello E1, ed è stata registrata una produzione cumulativa di 480,954 MSm³. Nell'Aprile 1995 è stato eseguito un intervento di Work Over, il quale ha riguardato il ricompletamento in doppio selettivo sui livelli Eo e F. Tale intervento ha avuto come scopo quello di trasformare il pozzo come spia sul livello Eo, al fine di monitorare la pressione durante le fasi di iniezione e svasso nell'ambito del progetto di stoccaggio di gas nei livelli D+E ed Eo, separando e verificando l'isolamento idraulico dei livelli Eo ed E1. Inoltre si è utilizzato la stringa corta per produrre dal livello F circa 111,5 MSm³ dall'Agosto 2000 all'Aprile 2007 (**allegato 2**). Attualmente il pozzo risulta aperto al livello F nella stringa Corta e al livello Eo nella stringa Lunga. (**allegato 6**).

 STOGIT GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 9 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

Alla fine della fase di produzione primaria, conclusasi ad Aprile 2007, la pressione di giacimento era scesa al valore statico di circa 68 barsa a fronte di una produzione cumulativa di gas pari a **585,6** MSm³. La risalita dell'acquifero per effetto della produzione ha evidenziato una debole spinta dell'acquifero lungo la direzione NE-SW.

Livello F area sud-orientale

Pozzo SS16 e SS17

la produzione del pozzo SS16, storicamente riferita al livello F dell'area sud-orientale e H, è risultata di 185,9 MSmc, mentre la produzione del pozzo SS 17, storicamente riferita al livello F dell'area sud-orientale è stata di 154,1 MSmc.

Pozzo SS20Dir

Il pozzo San Salvo 20Dir è stato perforato nel marzo 1970, raggiungendo la profondità di 1412 mRT. Il fondo pozzo attuale, costituito dal top del tappo di cemento, si trova a 1206 mRT. Il pozzo è stato completato in singolo sul livello C2 (int. spari 1231-1253 mRT), ed ha prodotto dal gennaio 1971 al Settembre 1972 con una produzione cumulativa di circa 15 MSmc. Nel 1972 il pozzo è stato ricompletato in singolo selettivo sui livelli Eo ed E1 (int. spari 1111-1171 mRT) e sul livello F+G (int. spari 1004-1029 mRT; attuale livello F area sud-orientale), producendo da Eo ed E1 circa 290 MSmc da Ottobre 1972 a Febbraio 1981. Nel Luglio 1981 è stato effettuato il cambio livello aprendo la selettiva su F+G (attuale livello F area sud-orientale), da tale livello è stato prodotto un volume cumulativo di 379 MSmc. Nel Giugno 1995, tramite operazione di Work Over, il pozzo è stato ricompletato in doppio selettivo sul livello Eo (int. spari 1162-1171 mRT), sul livello E1 (int. spari 1111-1119,5 mRT), sul livello F+G (int. spari 1004-1029 mRT, attuale livello F area sud-orientale) e completato sul livello H (int. spari 964-967 mRT). Tale intervento ha avuto come scopo quello di trasformare il pozzo (stringa Lunga) come spia sul livello Eo, al fine di monitorare la pressione durante le fasi di iniezione e svasso nell'ambito del progetto di stoccaggio di gas nei livelli D+E ed Eo, separando e verificando l'isolamento idraulico dei livelli Eo ed E1. Inoltre si è utilizzata la stringa Corta per produrre dal livello H. E' stato prodotto un volume cumulativo di circa 12,3 MSmc da Giugno a Novembre 1995 e da Giugno 2000 a Ottobre 2001. Dal Febbraio 2011 è stato posto un tappo di cemento in corrispondenza del livello Eo della stringa Lunga, lasciando aperta solo la selettiva sul livello F+G (attuale livello F area sud-orientale) al fine di eseguire un profilo statico di pressione su questo livello.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 10 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

Pozzo SS19

Il pozzo San Salvo 19 è stato perforato nel Settembre 1969, raggiungendo la profondità di 1300,3 mRT. Il fondo pozzo attuale, costituito dal top del tappo di cemento, si trova a 1286,5 mRT. Il pozzo è stato completato in singolo sul livello C2 (int. spari 1135,5-1156 mRT), ed ha prodotto dal gennaio 1970 al Settembre 1981 con una produzione cumulativa di circa 108 MSmc. Dal 1982 il pozzo è stato utilizzato come pozzo iniettore nella prima fase di ricostituzione del livello C2 adibito a stoccaggio. Nel Giugno 1995 tramite operazione di Work Over, il pozzo è stato ricompletato in doppio selettivo sui livelli Eo (int. spari 1074-1089 mRT), sul livello F+G (int. spari 949-979,5 mRT, attuale livello F area sud-orientale) e sul livello H (int. spari 907,5-914 mRT) Tale intervento ha avuto come scopo quello di trasformare il pozzo come spia sul livello Eo, al fine di monitorare la pressione durante le fasi di iniezione e svaso nell'ambito del progetto di stoccaggio di gas nei livelli D+E ed Eo, separando e verificando l'isolamento idraulico dei livelli E0 ed E1. Inoltre si è utilizzato la stringa corta per produrre dal livello F+G (attuale livello F area sud-orientale) circa 141 MSmc da Febbraio 1996 a Ottobre 2001. Attualmente la stringa Corta presenta aperto solo il livello H.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 11 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

5 MODELLO NUMERICO 3D

La simulazione del comportamento dinamico del livello F dell'area nord-occidentale (Campo di san Salvo) è stata preceduta da una sensitivity che considerava un unico livello esteso nelle due culminazioni Nord-Ovest e Sud-Est. Sulla base di tale ipotesi il modello non riproduceva in termini di match delle pressioni e dei volumi di gas e acqua i valori storici misurati. Successivamente le due culminazioni sono state considerate separate idraulicamente e in tal caso il risultato del match è stato soddisfacente. Tale ipotesi coincide con l'ultima interpretazione del modello statico 2011.

La simulazione è stata eseguita in tre fasi distinte: inizializzazione, history match e valutazione della risposta del sistema durante la futura attività di stoccaggio (forecast).

Le fasi di inizializzazione e di history match hanno interessato sia il livello F della culminazione nord-occidentale che quella della culminazione sud-orientale. I vari scenari del comportamento futuro del campo hanno interessato esclusivamente il livello F della culminazione nord-occidentale, di cui si è valutata l'ipotesi di sviluppo allo stoccaggio di gas naturale.

Nella fase di inizializzazione è stato costruito il modello geometrico tridimensionale dei livelli, tenendo conto del modello geologico, nonché del contatto gas/acqua e delle caratteristiche termodinamiche dei fluidi di giacimento.

La fase di history match ha previsto la realizzazione delle simulazioni del comportamento dinamico del giacimento, variando progressivamente i parametri di campo e di pozzo, fino ad ottenere una buona riproducibilità delle portate storiche di produzione del gas, delle portate storiche di produzione dell'acqua e delle misure statiche di pressione a fondo pozzo registrate durante la storia del campo.

Una volta calibrato il modello sono state effettuate delle previsioni del comportamento futuro dello stoccaggio secondo diversi criteri di ricostituzione e di gestione dei cicli di erogazione e di iniezione, con l'obiettivo di individuare lo scenario di sviluppo migliore e la strategia di gestione del campo più efficace. In particolare lo studio ha avuto la finalità di valutare il comportamento del campo in caso di sviluppo allo stoccaggio alla pressione iniziale del giacimento.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 12 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

5.1 Inizializzazione

In fase di modellizzazione dinamica sono stati considerati entrambi i livelli F della culminazione nord-occidentale (pozzi SS06, SS13) che quella della culminazione sud-orientale (pozzi SS19, SS20Dir).

5.1.1 Discretizzazione

La discretizzazione areale adottata nel grid globale del modello dinamico, che comprende il livello F delle due culminazioni, è pressoché uniforme (**figura 2**). Le celle hanno una dimensione in pianta che varia da 102 a 114 m in direzione X e da 100 a 130 m in direzione Y. Per quanto riguarda la discretizzazione verticale, i due livelli sopra indicati sono suddivisi in 6 layers. La discretizzazione è stata effettuata per descrivere adeguatamente la successione stratigrafica ma anche i completamenti di ogni pozzo e per permettere la segregazione dei fluidi presenti.

Lo spessore verticale delle celle del modello dinamico varia da un minimo di circa 1 m fino a un massimo di circa 8 m. Il modello impiegato nel presente studio è costituito complessivamente da 98 x 44 x 6 celle (25872), di cui 1848 attive. Nelle **figure 6, 7** sono riportate, per il livello F della culminazione nord-occidentale, rispettivamente il grid del modello dinamico con la distribuzione della profondità del top delle celle e la suddivisione in layers.

5.1.2 Pressione iniziale e contatto gas-acqua

Il modello dinamico del livello F è stato inizializzato definendo due regioni di equilibratura; con differenti GWC iniziali e P_i @ datum comune (931 mTVD I.m.)

Livello F culminazione nord-occidentale:

- GWC = 930 m TVD ss (Studio Geologico, Interpretazione Logs SS06 e SS13);
- P_i @ datum (931 m TVD I.m.) = 114,7 barsa.

Livello F culminazione sud-orientale:

- GWC = 946 m TVD ss (Studio Geologico, Interpretazione Logs SS07 e SS02);
- P_i @ datum (931 m TVD I.m.) = 102,9 barsa

I due livelli risultano quindi separati e con regimi idraulici differenti.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 13 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

5.1.3 Caratterizzazione petrofisica

La stima della porosità (\emptyset), la saturazione in acqua irriducibile (SWL) e permeabilità (K) è stata effettuata sulla base dei riscontri di alcune analisi eseguite su campioni di carote di fondo del pozzo SS13 e su carote di parete del pozzo SS06. I valori misurati indicano una porosità nell'ordine del 30-32%, saturazione in acqua irriducibile del 22% e permeabilità di 500-800 mD. Per entrambi i livelli F delle due culminazioni in fase di history match le grandezze petrofisiche sono state variate al fine di ottenere il miglior risultato dinamico. Per entrambe le culminazioni si è ottenuto un valore medio di porosità del 30%, un valore di saturazione in acqua irriducibile del 22% per il livello della culminazione nord-occidentale e del 20% per il livello F della culminazione sud-orientale. Un valore di permeabilità orizzontale nella zona gas di 300 mD per la culminazione nord-occidentale e di 200 mD per la culminazione sud-orientale. Un valore di permeabilità orizzontale nell'acquifero di 200 mD per la culminazione nord-occidentale e di 100 mD per la culminazione sud-orientale. Per tenere conto della presenza di intercalazioni argillose che influenzano la comunicazione verticale è stato assegnato permeabilità verticale $0.1 \cdot K_{orizz}$ per entrambi i livelli in modo da poter riprodurre adeguatamente il comportamento del sistema storicamente osservato. La stima del net to gross (NTG) è stata effettuata sulla base dei logs del potenziale spontaneo (SP); è stato stimato un valore di circa 90%. Nel modello dinamico è stato considerato il medesimo valore per tutte e due le culminazioni. Nella **tabella 1** è riportato un prospetto riassuntivo dei valori di porosità, di net/gross, e di permeabilità orizzontali assegnati a ciascun layer del modello dinamico.

5.1.4 Permeabilità relative e pressioni capillari

A causa della carenza di informazioni da carote, le curve di permeabilità relativa, in assenza di dati di laboratorio, sono state definite per analogia con formazioni litologicamente simili. Le curve sono state opportunamente normalizzate rispettando il valore di saturazione in acqua irriducibile per entrambe le culminazioni. Gli end points (**tabella 3**) delle curve di permeabilità relativa sono stati successivamente modificati e calibrati in fase di history match per riprodurre il comportamento dinamico del giacimento. Le curve di permeabilità relativa adottate per le due culminazioni sono riportate nella **figura 3**. Nel modello dinamico è stato assunto un valore di pressione capillare pari a zero.

5.1.5 Caratteristiche dei fluidi

Le analisi composizionali del gas prelevato durante la produzione primaria indicano la presenza di gas secco con una percentuale di metano pari al 99,2% (**allegato 8**). I parametri termodinamici

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 14 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

della miscela gassosa sono stati ottenuti utilizzando l'equazione di stato di Peng – Robinson (temperatura del giacimento pari a 43°C). I casi di forecast sono stati condotti ipotizzando di iniettare gas con le stesse caratteristiche chimico-fisiche del gas prodotto durante la fase di produzione primaria.

La curva del fattore di volume e della viscosità del gas in funzione della pressione sono riportate rispettivamente nella **figura 4** e nella **figura 5**.

L'acqua presente nei livelli di entrambe le culminazioni è stata campionata durante la produzione primaria e ha una densità pari a 1024 kg/m³ (**allegato 9**). Il fattore di volume dell'acqua è stato assunto pari a 1,009 m³_{rc}/m³_{sc}, mentre la viscosità è stata assunta pari a 0.49 cP. La compressibilità dell'acqua impiegata nel modello dinamico è stata assunta pari a 3,6*10⁻⁵ bar⁻¹. Per definire questi ultimi tre parametri si è fatto ricorso a valori di letteratura.

5.1.6 Caratteristiche dell'acquifero

Poiché entrambi i livelli F delle due culminazioni hanno evidenziato una leggerissima ripressurizzazione durante il periodo di chiusura seguito alla fase di produzione primaria, si può ragionevolmente ritenere che i livelli siano caratterizzati dalla presenza di acquiferi con spinta debole. Sulla base della produzione di acqua e dei tempi di breakthrough osservati per i singoli pozzi, oltre che delle pressioni misurate e della produzione storica di acqua a livello di campo, è risultata evidente la presenza di due acquiferi: uno per la culminazione nord-occidentale e l'altro per la culminazione sud-orientale. Per riprodurre il comportamento storicamente osservato si è dimostrato efficace utilizzare acquiferi periferici di tipo analitico Carter-Tracy (**tabella 4**). Per modulare l'ingresso di acqua in giacimento è stato considerato, per gli acquiferi, un diverso valore di permeabilità, pari a 200 mD per il livello F della culminazione nord-occidentale e 100 mD per il livello F della culminazione sud.orientale.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 15 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

5.1.7 *Pressione statica*

Sulla base dell'andamento delle pressioni misurate (**allegato 5**), ottenute mediante profili statici eseguiti durante la storia del campo, è stato possibile identificare, per la zona Nord-Occidentale, un andamento rappresentativo del comportamento dinamico (**figura 14**), per la zona Sud-Orientale il comportamento dinamico è stato verificato dal match eseguito sul solo pozzo 20D, unico pozzo con pressioni statiche misurate. (**figura 24**).

5.1.8 *Definizione dei pozzi*

Per i pozzi SS06, SS13 del Livello F della culminazione nord-occidentale e i pozzi SS19 e SS20Dir della culminazione sud-orientale sono state verificate con particolare attenzione la profondità degli spari originari, la storia dei completamenti, e le date di eventuali workover e/o di chiusura alla produzione (**allegati 6,7**). Nella **tabella 2** sono riportati, per ciascun pozzo di produzione primaria delle due zone, la posizione X, Y nel grid, i layers di modello aperti alla produzione, il blocco di appartenenza e le dimensioni del tubing.

5.2 **Calibrazione del modello (History match)**

La calibrazione del modello dinamico, eseguita con l'ausilio del simulatore ECLIPSE, è stata effettuata confrontando i valori simulati con i dati storici delle pressioni statiche di giacimento a fondo pozzo e della produzione di acqua registrati a partire dall'Agosto 1969 al mese di Aprile 2007 per il livello F della culminazione nord-occidentale, e dall'Ottobre 1981 fino al mese di Ottobre 2001 per il livello F della culminazione sud-orientale, ovvero al termine della produzione primaria per entrambi i livelli.

Per la fase di history match sono state eseguite due sensitivities. La prima sensitivity ha considerato i due livelli in comunicazione idraulica, adottando un unico GWC e un'unica pressione iniziale. La seconda sensitivity ha considerato due livelli separati con due GWC e pressioni iniziali differenti. Il primo caso ha evidenziato una discrepanza fra i valori simulati e i valori misurati di pressione. Per quanto riguarda l'acqua prodotta non si è ottenuto un match sia per il volume totale sia per le portate per singolo pozzo.

Nel secondo caso si è raggiunto un match soddisfacente fra l'andamento simulato della pressione di fondo pozzo (WBP) e i valori misurati durante la vita del giacimento (WBPH), ed anche per le portate di acqua simulata (WWPR) e le portate di acqua misurate (WWPRH) per singolo pozzo. Tale sensitivity è stata quindi considerata valida confermando la separazione idraulica tra le due culminazioni. A conferma di quanto sopra descritto il modello ha riprodotto il valore di pressione al

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 16 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

fondo registrato durante il profilo statico eseguito in febbraio 2011 al pozzo SS20Dir. I risultati del match di pressione sono riportati, pozzo per pozzo, nelle **figure 15,16,17** per il livello F della culminazione nord-occidentale e nelle **figure 23, 24** per il livello F della culminazione sud-orientale. Dall'analisi dei risultati si può osservare che le differenze fra le pressioni simulate e i valori misurati sono generalmente molto contenute. In particolare si evidenzia come per il livello F della culminazione sud-orientale siano disponibili valori di pressione solo per il pozzo SS20Dir.

I risultati del match delle portate di acqua prodotta per singolo pozzo sono riportati nelle **figure 19, 20** per il livello F della culminazione nord-occidentale e nelle **figure 25, 26** per il livello F della culminazione sud-orientale. Inoltre nella **figura 18** è riportata il risultato del match del volume totale dell'acqua prodotta per il livello F della culminazione nord-occidentale. Si fa notare che sono stati adeguatamente riprodotti sia il volume totale che le portate di acqua osservati e i tempi di breakthrough ai pozzi riproducendo correttamente la dinamica di avanzamento del fronte dell'acquifero.

Le **figure 6, 7** rappresentano per il livello F della culminazione nord-occidentale rispettivamente il grid del modello dinamico con la distribuzione della profondità del top delle celle e i layers del modello dinamico. Le mappe del top-livello e le sezioni con indicazione della saturazione in gas iniziale e a fine produzione primaria sono riportate rispettivamente nelle **figure 8-13** (culminazione nord-occidentale) e nelle **figure 21, 22** (culminazione sud-orientale).

5.2.1 *GOIP dinamico*

Il volume originario del gas in posto (GOIP) è stato calcolato per via dinamica in seguito alla calibrazione dei parametri petrofisici nella fase di history match. Il GOIP della zona culminazione Nord-Occidentale del Livello F è pari a 984 MSm³.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 17 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

6 SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO FUTURO

Una volta ottenuta una calibrazione soddisfacente, si sono eseguite una serie di simulazioni per valutare le migliori modalità di sviluppo allo stoccaggio sotterraneo di gas naturale sulla culminazione nord-occidentale del livello F.

6.1 Scenari di forecast

Le simulazioni del comportamento futuro del giacimento hanno assunto come ipotesi di studio:

- Ricostituzione fino alla pressione originaria di giacimento pari a 114,7 barsa.
- Durata dei cicli di stoccaggio pari a 5 mesi per la fase di erogazione (Novembre-Marzo) e di 7 mesi per la fase di iniezione (Aprile-Ottobre).
- Durata delle simulazioni pari a 10 cicli di stoccaggio.
- Pressione minima di erogazione a testa pozzo (FTHP) pari alla minima di ingresso nella Rete nazionale di gasdotti 68 barsa.

Nella fase di forecast i pozzi esistenti (SS06 e SS13), utilizzati per il monitoraggio del Livello C2 e D,E,E0, sono stati considerati non idonei alla conversione ad attività di stoccaggio.

I casi di riferimento considerano la realizzazione di 4 nuovi pozzi (2 orizzontali e 2 verticali) denominati: HW1, HW2, VW1, VW2 per lo scenario di sviluppo caso 1 (caso base), 6 nuovi pozzi (2 orizzontali e 4 verticali), denominati: HW1, HW2, VW1, VW2, VW3, VW4 per lo scenario corrispondente al caso 2 e 3 nuovi pozzi orizzontali, denominati: HW1, HW2, HW3, con il pozzo CU35D (già esistente e ricompletato al Livello F) per lo scenario base caso 3 (caso ottimale). In entrambi i casi considerati si è previsto che i pozzi da realizzare ex novo fossero completati con tubini di produzione da 4,5" o da 5".

La valutazione dell'ubicazione dei nuovi pozzi da realizzare è stata effettuata secondo un processo di ottimizzazione, mirato a massimizzare il valore del working gas e le prestazioni di campo.

Nella **tabella 8** è riportato un riassunto degli scenari possibili simulati.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 18 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

6.1.1 Scenario di sviluppo corrispondente al “caso 1” (caso base)

Lo scenario di sviluppo “caso 1”, prevede la realizzazione di quattro nuovi pozzi (2 orizzontali e 2 verticali) a partire dalla postazione esistente del pozzo SS13 e la cui ubicazione nel giacimento è evidenziata in **figura 27**, mentre nella **tabella 5** sono riportati i rispettivi intervalli produttivi e le tipologie di completamento adottate.

I vincoli adottati per la simulazione sono:

- pressione massima a fondo pozzo pari a 114,7 barsa.
- portata massima di iniezione di campo pari a $4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$;
- portata massima di erogazione di campo pari a $4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$;
- portata massima di iniezione/erogazione di pozzo pari a $1,500 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$ per i pozzi orizzontali con tubino di produzione da 4,5” e pari a $500 \cdot 10^3 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$ per i pozzi verticali con tubino di produzione da 5”;
- portata minima di produzione di pozzo pari a $50-100 \cdot 10^3 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$;
- WGR massimo di pozzo pari a $1 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{sm}^3$.

I risultati delle simulazioni hanno evidenziato la possibilità ricostituire il giacimento alla pressione iniziale in un unico ciclo di stoccaggio iniettando un volume pari a $308 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc}}$ in tal modo la pressione media di giacimento si avvicinerebbe alla pressione originaria, e sarebbe pertanto possibile dare inizio all’attività di stoccaggio.

Dopo tre cicli di stoccaggio si raggiunge un Working Gas pari a $220 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$, pressoché stabilizzato e bilanciato. Nelle **figure 30, 31** si riportano rispettivamente l’andamento del working gas e della BHP in funzione del tempo. La durata del plateau di produzione risulta essere pari a 14 giorni, mentre l’acqua prodotta durante la fase di svaso risulta di entità non significativa.

Il comportamento del campo durante l’attività di stoccaggio risulta più stabile mantenendo il volume erogato per ciclo uguale o inferiore al WG; la pressione tende a stabilizzarsi su valori di poco inferiori a quella iniziale. Il campo appare nel singolo ciclo in grado di erogare un volume superiore al WG, tuttavia ciò porta ad una maggiore instabilità con il progressivo incremento del volume in posto.

Le curve di massima erogabilità/iniettività del campo, riferite al 3° ciclo di stoccaggio, del “caso 1” (4 pozzi) sono riportate nelle **figure 36-39**.

Nella **tabella 9** viene descritto lo scenario di forecast analizzato con l’indicazione dei vincoli di esercizio imposti del “caso 1”.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 19 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

Nella **tabella 10** vengono riassunti tutti i risultati dello scenario base (caso 1) analizzato con l'indicazione del valore del working gas, del gas iniettato, dello stock massimo e del volume di acqua cumulativamente prodotto per ogni ciclo di stoccaggio simulato.

Nella **tabella 15** viene descritto il caso 1-Libero (4 pozzi), in cui il comportamento del campo viene simulato sfruttando il suo massimo potenziale pari a 4 MSm³/g, e nella **tabella 16** vengono riassunti i risultati della simulazione.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 20 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

6.3.2 Scenario di sviluppo corrispondente al “caso 2”

Lo scenario di sviluppo “caso 2”, prevede la realizzazione di sei nuovi pozzi (2 orizzontali e 4 verticali) la cui ubicazione nel giacimento è evidenziata in **figura 28**, mentre nella **tabella 6** sono riportati i rispettivi intervalli produttivi e le tipologie di completamento adottate.

I vincoli adottati per la simulazione sono:

- pressione massima a fondo pozzo pari a 114,7 barsa.
- portata massima di iniezione di campo pari a $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$.
- portata massima di erogazione di campo pari a $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$.
- portata massima di iniezione/erogazione di pozzo pari a $1,500 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$ per i pozzi orizzontali con tubino di produzione da 4,5” e pari a $500 \cdot 10^3 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$ per i pozzi verticali con tubino di produzione da 5”.
- portata minima di produzione di pozzo pari a $50-100 \cdot 10^3 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$.
- WGR massimo di pozzo pari a $1 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{sm}^3$.

I risultati delle simulazioni hanno evidenziato la possibilità ricostituire il giacimento alla pressione iniziale in un unico ciclo di stoccaggio iniettando un volume paragonabile al caso 1, in tal modo la pressione media di giacimento si avvicinerebbe alla pressione originaria, e sarebbe pertanto possibile dare inizio all’attività di stoccaggio.

Dopo tre cicli di stoccaggio si raggiunge un Working Gas pari a $220 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$, pressoché stabilizzato e bilanciato. Nelle **figure 32, 33** si riportano rispettivamente l’andamento del working gas e della BHP in funzione del tempo. La durata del plateau di produzione risulta essere pari a 11 giorni nel caso di erogazione a $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc/g}}$, mentre l’acqua prodotta durante la fase di svasso risulta di entità non significativa.

Il comportamento del campo durante l’attività di stoccaggio risulta più stabile mantenendo il volume erogato per ciclo uguale o inferiore al WG; la pressione tende a stabilizzarsi su valori di poco inferiori a quella iniziale. Il campo appare nel singolo ciclo in grado di erogare un volume superiore al WG, tuttavia ciò porta ad una maggiore instabilità con il progressivo incremento del volume in posto.

Le curve di massima erogabilità/iniettività del campo, riferite al 3° ciclo di stoccaggio, del “caso 2” (6 pozzi) sono riportate nelle **figure 40-43**. Nella **tabella 11** viene descritto lo scenario di forecast analizzato con l’indicazione dei vincoli di esercizio imposti nel “caso 2”.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 21 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

Nella **tabella 12** vengono riassunti tutti i risultati del “caso 2” analizzato con l’indicazione del valore del working gas, del gas iniettato, dello stock massimo e del volume di acqua cumulativamente prodotto per ogni ciclo di stoccaggio simulato.

Nella **tabella 17** viene descritto il caso 2-Libero (6 pozzi), in cui il comportamento del campo viene simulato sfruttando il suo massimo potenziale pari a 5 MSm³/g, e nella **tabella 18** vengono riassunti i risultati della simulazione.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 22 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

6.1.3 Scenario di sviluppo “caso 3” (caso ottimale)

Lo scenario di sviluppo “caso 3”, prevede la realizzazione di tre nuovi pozzi orizzontali e CU35D (ricompletato al Livello F) a partire dalla postazione esistente del pozzo SS06 per i due pozzi orizzontali HW1 e HW2 e dalla postazione esistente del pozzo SS13 per il terzo pozzo orizzontale HW3, la cui ubicazione nel giacimento è evidenziata in **figura 29**, mentre nella **tabella 7** sono riportati i rispettivi intervalli produttivi e le tipologie di completamento adottate.

I vincoli adottati per la simulazione sono:

- pressione massima a fondo pozzo pari a 114,7 barsa.
- portata massima di iniezione di campo pari a $4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc/g}$;
- portata massima di erogazione di campo pari a $4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc/g}$;
- portata massima di iniezione/erogazione di pozzo pari a $1,500 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc/g}$ per i pozzi orizzontali con tubino di produzione da 4,5” e pari a $500 \cdot 10^3 \text{ m}^3_{sc/g}$ per i pozzi verticali con tubino di produzione da 5”;
- portata minima di produzione di pozzo pari a $50-100 \cdot 10^3 \text{ m}^3_{sc/g}$;
- WGR massimo di pozzo pari a $1 \cdot 10^{-6} \text{ sm}^3/\text{sm}^3$.

I risultati delle simulazioni hanno evidenziato la possibilità ricostituire il giacimento alla pressione iniziale in un unico ciclo di stoccaggio iniettando un volume pari a $307 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc}$ in tal modo la pressione media di giacimento si avvicinerebbe alla pressione originaria, e sarebbe pertanto possibile dare inizio all’attività di stoccaggio.

Dopo tre cicli di stoccaggio si raggiunge un Working Gas pari a $220 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc/g}$, pressoché stabilizzato e bilanciato. Nelle **figure 34, 35** si riportano rispettivamente l’andamento del working gas e della BHP in funzione del tempo. La durata del plateau di produzione risulta essere pari a 32 giorni, mentre l’acqua prodotta durante la fase di svasso risulta di entità non significativa.

Il comportamento del campo durante l’attività di stoccaggio risulta più stabile mantenendo il volume erogato per ciclo uguale o inferiore al WG; la pressione tende a stabilizzarsi su valori di poco inferiori a quella iniziale. Il campo appare nel singolo ciclo in grado di erogare un volume superiore al WG, tuttavia ciò porta ad una maggiore instabilità con il progressivo incremento del volume in posto.

Le curve di massima erogabilità/iniettività del campo, riferite al 3° ciclo di stoccaggio, del “caso 3” (4 pozzi) sono riportate nelle **figure 44-47**.

Nella **tabella 13** viene descritto lo scenario di forecast analizzato con l’indicazione dei vincoli di esercizio imposti del “caso 3”.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 23 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

Nella **tabella 14** vengono riassunti tutti i risultati dello scenario base (caso 3) analizzato con l'indicazione del valore del working gas, del gas iniettato, dello stock massimo e del volume di acqua cumulativamente prodotto per ogni ciclo di stoccaggio simulato.

Nella **tabella 19** viene descritto il caso 1-Libero (4 pozzi), in cui il comportamento del campo viene simulato sfruttando il suo massimo potenziale pari a 4 MSm³/g, e nella **tabella 20** vengono riassunti i risultati della simulazione.

Il confronto tra le curve di massima erogabilità/iniettività, riferite al 3° ciclo di stoccaggio, del "caso 1" (4 pozzi), "caso 2" (6 pozzi) e del "caso 3" (4 pozzi) sono riportate nelle **figure 48, 49**.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 24 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

6.4 Calcolo delle riserve

La determinazione delle riserve è stata effettuata utilizzando i quattro nuovi pozzi (due orizzontali e due direzionati).

La valutazione è stata effettuata assegnando ai pozzi attivi del campo due diversi valori limite di pressione minima alla testa (FTHP min): 45 Barsa (Riserve @ 45 Barsa) e 30 Barsa (Riserve @ 30 Barsa), e imponendo i seguenti limiti:

- portata di campo massima pari a $600 \cdot 10^3 \text{ m}^3_{sc/g}$;
- portata di campo minima pari a $100 \cdot 10^3 \text{ m}^3_{sc/g}$;
- portata di pozzo massima pari a $200 \cdot 10^3 \text{ m}^3_{sc/g}$ per i pozzi orizzontali, e $100 \cdot 10^3 \text{ m}^3_{sc/g}$ per i pozzi direzionati (portata media storica di produzione primaria del campo);
- WGR_{max} pari a $0.000001 \text{ m}^3_{sc} / \text{m}^3_{sc}$.

Le riserve @ 45 Barsa sono state valutate pari a 115 Mm^3_{sc} e risultano producibili in 1-2 anni; mentre le riserve @ 30 Barsa sono risultate pari a 201 Mm^3_{sc} e risultano producibili in 1-2 anni.

6.5 Determinazione del Cushion Gas

La valutazione del volume del Cushion Gas è stata effettuata nel modo seguente:

$$\text{Cushion Gas} = \text{Riserve @ 30 Barsa} + \text{Stock massimo iniettato} - \text{Working Gas @ 68 Barsa} .$$

Lo Stock massimo iniettato e il Working Gas sono entrambi riferiti al 3° ciclo del caso 1, ritenuto il più rappresentativo della ricostituzione e delle future condizioni di esercizio del campo. Poiché le riserve @ 30 Barsa sono risultate pari a 201 Mm^3_{sc} e avendo preso a riferimento lo Stock massimo e il Working gas @ 68 Barsa del 3° ciclo del caso 1, rispettivamente pari a 306 Mm^3_{sc} e 220 Mm^3_{sc} , il Cushion Gas risulta pari a 287 Mm^3_{sc} . Il Cushion Gas da iniettare in giacimento (CG – Riserve @ 30 Barsa) è risultato pari a circa 86 Mm^3_{sc} . L'efficienza del giacimento allo stoccaggio $[\text{WG}/(\text{WG}+\text{CG})]$ è pari al 43% circa.

In **tabella 21** sono riportati i dati storici e le prestazioni di stoccaggio risultanti dal modello dinamico.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 25 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

7 ACRONIMI

A titolo di riferimento, nel seguito si riportano alcuni degli acronimi utilizzati dal simulatore ECLIPSE e frequentemente adoperati, per brevità, anche nel presente rapporto.

- FGIP (Field Gas in Place): Volume campo di gas in posto.
- FGPR (Field Gas Production Rate): portata di gas erogata dal campo.
- FGPT (Field Gas Production Total): volume di gas cumulativamente erogato dal campo.
- FGIR (Field Gas Injection Rate): portata di gas iniettata a livello di campo.
- FGIT (Field Gas Injection Total): volume di gas cumulativamente iniettato a livello di campo.
- FWPR (Field Water Production Rate): portata di acqua erogata dal campo.
- FWPT (Field Water Production Total): volume di acqua cumulativamente prodotto dal campo.
- FWPTH (Field Water Production Total History): volume di acqua cumulativamente prodotto dal campo storico.
- WWPR (Well Water Production Rate): portata di acqua erogata dal singolo pozzo.
- WWPRH (Well Water Production Rate History): portata di acqua erogata dal singolo pozzo storico.
- FPR (Field Pressure): pressione di fondo, media campo.
- WBP (Well Bottom Pressure): pressione di fondo pozzo.
- WBHPH (Well Bottom Hole Pressure History): pressione di fondo pozzo storico.
- FTTHP (Flowing Tubing Head Pressure): pressione di testa pozzo in condizioni dinamiche.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 26 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

9 LISTA DEGLI ALLEGATI

- All.1: Storia Produttiva Pozzo SS06;
- All.2: Storia Produttiva Pozzo SS13;
- All.3: Storia Produttiva – Pozzo SS20Dir;
- All.4: Storia Produttiva – Pozzo SS19;
- All.5: SBHP - Profili statici di pressione;
- All.6: Schema di completamento dei pozzi – Produzione Primaria – Stato attuale;
- All.7: Interventi Pozzi Produzione Primaria;
- All.8: Bollettino analisi del gas;
- All.9: Bollettino analisi dell'acqua.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 27 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

9 LISTA DELLE TABELLE

- Tab. 1: Valori di porosità, net/gross e permeabilità orizzontale assegnati nel modello dinamico;
- Tab. 2: Posizione dei pozzi della produzione primaria nel grid del modello e layer aperti alla produzione;
- Tab. 3: End Points delle saturazioni e permeabilità relativi delle fasi gas acqua;
- Tab. 4: Parametri l'acquifero Carter-Tracy;
- Tab. 5: Posizione dei pozzi nuovi nel grid del modello layer aperti e tipologia di completamento (Caso 1);
- Tab. 6: Posizione dei pozzi nuovi nel grid del modello layer aperti e tipologia di completamento (Caso 2);
- Tab. 7: Posizione dei pozzi nuovi nel grid del modello layer aperti e tipologia di completamento (Caso 3);
- Tab. 8: Scenari di forecast - Casi teorici;
- Tab. 9: Descrizione dello scenario di sviluppo (caso 1);
- Tab. 10: Riepilogo dei risultati per lo scenario di sviluppo (caso 1);
- Tab. 11: Descrizione dello scenario di sviluppo (caso 2);
- Tab. 12: Riepilogo dei risultati per lo scenario di sviluppo (caso 2);
- Tab. 13: Descrizione dello scenario di sviluppo (caso 3);
- Tab. 14: Riepilogo dei risultati per lo scenario di sviluppo (caso 3);
- Tab. 15: Descrizione dello scenario della massima capacità erogativa/iniettiva (caso 1-Libero);
- Tab. 16: Riepilogo dei risultati per lo scenario (caso 1-Libero);
- Tab. 17: Descrizione dello scenario della massima capacità erogativa/iniettiva (caso 2-Libero);
- Tab. 18: Riepilogo dei risultati per lo scenario (caso 2-Libero);
- Tab. 19: Descrizione dello scenario della massima capacità erogativa/iniettiva (caso 3-Libero);
- Tab. 20: Riepilogo dei risultati per lo scenario (caso 3-Libero);
- Tab. 21: Prestazioni di stoccaggio e dati storici.

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 28 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

-

10 LISTA DELLE FIGURE

- Fig.1: Mappa ubicazione del campo;
- Fig.2: Grid globale del modello dinamico
- Fig.3: Curve di permeabilità relativa;
- Fig.4: Curva del fattore di volume del gas;
- Fig.5: Curva della viscosità del gas;
- Fig.6: Grid del modello dinamico e distribuzione della profondità del top delle celle (Livello F della culminazione nord-occidentale);
- Fig.7: Layers del modello dinamico (Livello F culminazione nord-occidentale);
- Fig.8: Top del Livello F culminazione nord-occidentale con indicazione della saturazione in gas iniziale (01/07/1969);
- Fig.9: Sezione longitudinale NW-SE, Inizio della produzione primaria (Livello F culminazione nord-occidentale);
- Fig.10: Sezione trasversale SW-NE, Inizio della produzione primaria (Livello F della culminazione nord-occidentale);
- Fig.11: Top del Livello F culminazione nord-occidentale con indicazione della saturazione a fine produzione primaria (01/04/2007);
- Fig.12: Sezione longitudinale NW-SE, Fine della produzione primaria (Livello F culminazione nord-occidentale);
- Fig.13: Sezione trasversale NE-SW, Fine della produzione primaria (Livello F culminazione nord-occidentale);
- Fig.14: Produzione primaria e pressioni statiche misurate ai pozzi (Livello F culminazione nord-occidentale);
- Fig.15: Pressione campo simulata verso pressioni statiche misurate ai pozzi (Livello F culminazione nord-occidentale);
- Fig.16: PozzoSS06 - Confronto tra pressione di fondo pozzo simulata (WBP) e misurata (WBHP);
- Fig.17: PozzoSS13 - Confronto tra pressione di fondo pozzo simulata (WBP) e misurata (WBHP);
- Fig.18: Confronto tra il volume totale di acqua simulata (FWPT) e il volume totale di acqua misurata (FWPTH) (Livello F culminazione nord-occidentale);
- Fig.19: Pozzo SS06 - Confronto tra portata di acqua simulata (WWPR) e la portata di acqua misurata (WWPRH);
- Fig.20: Pozzo SS13 - Confronto tra portata di acqua simulata (WWPR) e la portata di acqua misurata (WWPRH);
- Fig.21: Top del Livello F culminazione sud-orientale con indicazione della saturazione in gas iniziale (Ott.1981);

 <p>STOGIT</p> <p>GIAC</p>	<p>CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO</p> <p>Campo di San Salvo - Livello F</p> <p>Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale</p>	PAG 29 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

- Fig.22: Top del Livello F culminazione sud-orientale con indicazione della saturazione a fine produzione primaria (Sett.2001);
- Fig.23: PozzoSS19 - Andamento della pressione di fondo pozzo simulata (WBP);
- Fig.24: PozzoSS20D - Confronto tra pressione di fondo pozzo simulata (WBP) e misurata (WBHP);
- Fig.25: Pozzo SS19 - Confronto tra portata di acqua simulata (WWPR) e la portata di acqua misurata (WWPRH);
- Fig.26: Pozzo SS20D - Confronto tra portata di acqua simulata (WWPR) e la portata di acqua misurata (WWPRH);
- Fig.27: Top del Livello F culminazione nord-occidentale con indicazione della posizione dei nuovi pozzi - scenario corrispondente al caso 1;
- Fig.28: Top del Livello F culminazione nord-occidentale con indicazione della posizione dei nuovi pozzi - scenario corrispondente al caso 2;
- Fig.29: Top del Livello F culminazione nord-occidentale con indicazione della posizione dei nuovi pozzi - scenario corrispondente al caso 3;
- Fig.30: Working Gas vs Tempo, scenario corrispondente al caso 1;
- Fig.31: Field Pressure vs Tempo scenario corrispondente al caso 1;
- Fig.32: Working Gas vs Tempo scenario corrispondente al caso 2;
- Fig.33: Field Pressure vs Tempo scenario corrispondente al caso 2;
- Fig.34: Working Gas vs Tempo scenario corrispondente al caso 3;
- Fig.35: Field Pressure vs Tempo scenario corrispondente al caso 3;
- Fig.36: Curva di erogabilità (max punta) vs Tempo - Caso1 (4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.37: Curva di erogabilità (max punta) vs WG@68barsa - Caso1 (4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.38: Curva di iniettività (max punta) vs Tempo - Caso1 (4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.39: Curva di iniettività (max punta) vs WG@68barsa - Caso1 (4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.40: Curva di erogabilità (max punta) vs Tempo - Caso2 (6 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.41: Curva di erogabilità (max punta) vs WG@68barsa - Caso2 (6 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.42: Curva di iniettività (max punta) vs Tempo - Caso2 (6 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.43: Curva di iniettività (max punta) vs WG@68barsa - Caso2 (6 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.44: Curva di erogabilità (max punta) vs Tempo – Caso3 (4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.45: Curva di erogabilità (max punta) vs WG@68barsa – Caso1 (4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.46: Curva di iniettività (max punta) vs Tempo – Caso3 (4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;

 GIAC	CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F Studio Dinamico di giacimento per la conversione ad attività di stoccaggio di gas naturale	PAG 30 DI 29			
		AGGIORNAMENTI:			
		0	0	0	0

- Fig.47: Curva di iniettività (max punta) vs WG@68barsa – Caso3 (4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.48: Curva di erogabilità (max punta) vs Tempo@68barsa - Caso1 (4 pozzi),Caso2 (6 pozzi) e Caso3 (4 pozzi), riferite al 3° ciclo di stoccaggio;
- Fig.49: Curva di iniettività (max punta) vs WG@68barsa Caso1 (4 pozzi), Caso2 (6 pozzi) e Caso3 (4 pozzi), riferite al 3° ciclo di stoccaggio.



STOGIT

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
Campo di San Salvo - Livello F

TABELLE

Tab.1: Valori di porosità, net/gross e permeabilità orizzontale assegnati nel modello dinamico.

Layer Geologico	Layer di modello	Porosità	Net/Gross	Permeabilità orizzontale
		(%)	(%)	(mD)
Livello F (Nord-Occidentale)	1-6	30	90	300
Livello F (Sud-Orientale)	1-6	30	80	200

Tab.2: Posizione dei pozzi della produzione primaria nel grid del modello e layer aperti alla produzione.

Pozzo	I - location	J – location	Layer aperti	Zona	Tubing (inch)
SS06	46	38	2-2	Nord-Occidentale	2"7/8
SS13	39	34	1-2	Nord-Occidentale	2"7/8
SS19	87	35	1-6	Sud-Orientale	2"7/8
SS20Dir	89	33	1-2	Sud-Orientale	2"7/8

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F

Tab.3: End Points delle saturazioni e permeabilità relativi delle fasi gas acqua.

Campo San Salvo	Zona	Swi	Swcr	Sgcr	Krg max (a Swi)	Krw max (a Sgcr)
Livello F	Nord-Occidentale	0,22	0.25-0.29	0,20	0,42	0,65
Livello F	Sud-Orientale	0,20	0,20-0,30	0,20	0,42	0,65

Tab.4: Parametri dell'acquifero Carter-Tracy.

Parametro	Simbolo	=	Zona Nord-Occidentale	Zona Sud-Orientale	Unità
Permeabilità dell'acquifero	K	=	200	100	mD
Porosità sistema	Ø	=	0,30	0,30	
Profondità al Datum	D	=	931	931	mlm
Pressione al Datum	P	=	114,7	102,9	barsa
Compressibilità totale dell'acquifero (roccia + acqua)	Ct	=	0,0000815	0,0000815	1/bar
Raggio esterno del reservoir (raggio interno dell'acquifero)	Ro	=	400	400	m
Spessore dell'acquifero	h	=	28	28	m
Angolo di influenza	Theta	=	160	230	degrees
Rapporto raggio acquifero/giacimento	rd	=	50	50	

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
 Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Tab.5: Posizione dei pozzi nuovi nel grid del modello, layer aperti e tipologia di completamento Caso 1: (caso base).

Pozzo	I - location	J - location	Layer aperti	Zona	Tubing (inch)
HW1	39	38	2-2	Nord-Occidentale	4,5"
HW2	36	35	2-2	Nord-Occidentale	4,5"
VW1	42	38	1-2	Nord-Occidentale	5"
VW2	35	40	1-2	Nord-Occidentale	5"

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
 Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Tab.6: Posizione dei pozzi nuovi nel grid del modello, layer aperti e tipologia di completamento (Caso 2).

Pozzo	I - location	J - location	Layer aperti	Zona	Tubing (inch)
HW1	39	38	2-2	Nord-Occidentale	4,5"
HW2	36	35	2-2	Nord-Occidentale	4,5"
VW1	42	38	1-2	Nord-Occidentale	5"
VW2	35	40	1-2	Nord-Occidentale	5"
VW3	37	36	1-2	Nord-Occidentale	5"
VW4	32	38	1-2	Nord-Occidentale	5"

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
 Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Tab.7: Posizione dei pozzi nuovi nel grid del modello, layer aperti e tipologia di completamento Caso 3: (caso ottimale).

Pozzo	I - location	J - location	Layer aperti	Zona	Tubing (inch)
HW1	42	39	2-2	Nord-Occidentale	4,5"
HW2	40	37	2-2	Nord-Occidentale	4,5"
HW3	34	36	2-2	Nord-Occidentale	5"
CU35D	37	39	1-2	Nord-Occidentale	5"

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
 Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Tab.8: Scenari di forecast - Casi teorici.

Caso	Pozzi	Q _{prod} CAMPO	Q _{inj} CAMPO	THP _{min}	BHP _{max}	Q _w max pozzo	Dur. PROD	Dur. IND	P=Pi
		(10 ⁶ m ³ _{sc/g})	(10 ⁶ m ³ _{sc/g})	(barsa)	(barsa)	(10 ⁶ m ³ _{sc/g})	(mesi)	(mesi)	
1	2hor+2dir	4	4	68	114,7	0.5-1.5	5	7	SI
2	2hor+4dir	5	5	68	114,7	0.5-1.5	5	7	SI
Caso ottimale	3	4	4	68	114,7	0.5-1.5	5	7	SI

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Tab. 9: Descrizione dello scenario base di sviluppo Caso 1: (caso base).

Caso	Descrizione scenario
1	4 pozzi (2 orizzontali e 2 devianti), 6 mesi di ricostituzione Vincoli di svaso: $Q_{prod} = 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc}/g$; $Q_{inj} = 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc}/g$; $p=p_i$; $FTHP_{min} = 68$ barsa

Tab. 10: Riepilogo dei risultati per lo scenario di sviluppo Caso 1: (caso base).

CICLO	ANNI	WG (10^6 m^3_{sc})	INJ (10^6 m^3_{sc})	WATER (m^3_{st})	Stock MAX (10^6 m^3_{sc})
Ciclo 1	2011-2012	221	220	0	306
Ciclo 2	2012-2013	220	220	0	306
Ciclo 3	2013-2014	220	220	0	306
Ciclo 4	2014-2015	219	220	0	307
Ciclo 5	2015-2016	219	220	0	308
Ciclo 6	2016-2017	218	220	0	310
Ciclo 7	2017-2018	217	220	0	313
Ciclo 8	2018-2019	217	220	0	316
Ciclo 9	2019-2020	218	220	0	317
Ciclo 10	2020-2021	217	220	0	320

Il campo è limitato ad erogare e iniettare un volume pari al WG

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Tab. 11: Descrizione dello scenario di sviluppo Caso 2.

Caso	Descrizione scenario
2	6 pozzi (2 orizzontali e 4 deviati), 6 mesi di ricostituzione Vincoli di svaso: $Q_{prod} = 5 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc}/g$; $Q_{inj} = 5 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc}/g$; $p=p_i$; $F_{THP}_{min} = 68$ barsa

Tabella 12: Riepilogo dei risultati per lo scenario di sviluppo Caso 2.

CICLO	ANNI	WG (10^6 m^3_{sc})	INJ (10^6 m^3_{sc})	WATER (m^3_{st})	Stock MAX (10^6 m^3_{sc})
Ciclo 1	2011-2012	221	220	0	306
Ciclo 2	2012-2013	220	220	0	306
Ciclo 3	2013-2014	220	220	0	306
Ciclo 4	2014-2015	220	220	0	306
Ciclo 5	2015-2016	221	220	0	305
Ciclo 6	2016-2017	219	220	0	305
Ciclo 7	2017-2018	219	220	0	306
Ciclo 8	2018-2019	219	220	0	307
Ciclo 9	2019-2020	219	220	0	308
Ciclo 10	2020-2021	218	220	0	310

Il campo è limitato ad erogare e iniettare un volume pari al WG

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Tab. 13: Descrizione dello scenario di sviluppo Caso 3: (caso ottimale).

Caso	Descrizione scenario
3	4 pozzi (3 orizzontali e 1 deviati), 6 mesi di ricostituzione Vincoli di svaso: $Q_{prod} = 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc}/g$; $Q_{inj} = 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc}/g$; $p=p_i$; $F_{THP}_{min} = 68$ barsa

Tabella 14: Riepilogo dei risultati per lo scenario di sviluppo Caso 3: (caso ottimale).

CICLO	ANNI	WG (10^6 m^3_{sc})	INJ (10^6 m^3_{sc})	WATER (m^3_{st})	Stock MAX (10^6 m^3_{sc})
Ciclo 1	2011-2012	221	220	0	306
Ciclo 2	2012-2013	220	220	0	306
Ciclo 3	2013-2014	220	220	0	306
Ciclo 4	2014-2015	220	220	0	306
Ciclo 5	2015-2016	221	220	0	304
Ciclo 6	2016-2017	219	220	0	305
Ciclo 7	2017-2018	219	220	0	307
Ciclo 8	2018-2019	219	220	0	308
Ciclo 9	2019-2020	219	220	0	309
Ciclo 10	2020-2021	218	220	0	310

Il campo è limitato ad erogare e iniettare un volume pari al WG

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Tab. 15: Descrizione dello scenario della massima capacità erogativa/iniettiva Caso 1: (caso base-Libero).

Caso	Descrizione scenario
1-Libero	4 pozzi (2 orizzontali e 2 deviati), 6 mesi di ricostituzione Vincoli di svaso: $Q_{prod} = 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc}/g$; $Q_{inj} = 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{sc}/g$; $p=p_i$; $FTHP_{min} = 68$ barsa

Tab. 16: Riepilogo dei risultati per lo scenario di sviluppo Caso 1: (caso base-Libero).

CICLO	ANNI	WG (10^6 m^3_{sc})	INJ (10^6 m^3_{sc})	WATER (m^3_{st})	Stock MAX (10^6 m^3_{sc})
Ciclo 1	2011-2012	268	282	0	321
Ciclo 2	2012-2013	272	282	0	331
Ciclo 3	2013-2014	277	286	0	339
Ciclo 4	2014-2015	280	288	0	347
Ciclo 5	2015-2016	284	292	0	355
Ciclo 6	2016-2017	288	295	0	361
Ciclo 7	2017-2018	290	296	0	368
Ciclo 8	2018-2019	292	298	0	374
Ciclo 9	2019-2020	293	299	0	379
Ciclo 10	2020-2021	296	302	0	385

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Tab. 17: Descrizione dello scenario della massima capacità erogativa/iniettiva Caso 2: (Libero).

Caso	Descrizione scenario
2-Libero	6 pozzi (2 orizzontali e 4 deviati), 6 mesi di ricostituzione Vincoli di svaso: $Q_{\text{prod}} = 5 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc}}/\text{g}$; $Q_{\text{inj}} = 5 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc}}/\text{g}$; $p=p_i$; $\text{FTHP}_{\text{min}} = 68 \text{ barsa}$

Tab. 18: Riepilogo dei risultati per lo scenario di sviluppo Caso 2: (Libero).

CICLO	ANNI	WG ($10^6 \text{ m}^3_{\text{sc}}$)	INJ ($10^6 \text{ m}^3_{\text{sc}}$)	WATER (m^3_{st})	Stock MAX ($10^6 \text{ m}^3_{\text{sc}}$)
Ciclo 1	2011-2012	268	280	0	320
Ciclo 2	2012-2013	271	280	0	329
Ciclo 3	2013-2014	276	285	0	338
Ciclo 4	2014-2015	278	286	0	346
Ciclo 5	2015-2016	281	288	0	353
Ciclo 6	2016-2017	285	291	0	359
Ciclo 7	2017-2018	286	292	0	366
Ciclo 8	2018-2019	289	295	0	372
Ciclo 9	2019-2020	292	297	0	377
Ciclo 10	2020-2021	294	299	0	383

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Tab. 19: Descrizione dello scenario della massima capacità erogativa/iniettiva Caso 3: (caso ottimale-Libero).

Caso	Descrizione scenario
3-Libero	4 pozzi (3 orizzontali e 1 deviati), 6 mesi di ricostituzione Vincoli di svaso: $Q_{\text{prod}} = 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc}}/\text{g}$; $Q_{\text{inj}} = 4 \cdot 10^6 \text{ m}^3_{\text{sc}}/\text{g}$; $p=p_i$; $\text{FTHP}_{\text{min}} = 68 \text{ barsa}$

Tab. 20: Riepilogo dei risultati per lo scenario di sviluppo Caso 3: (caso ottimale-Libero).

CICLO	ANNI	WG ($10^6 \text{ m}^3_{\text{sc}}$)	INJ ($10^6 \text{ m}^3_{\text{sc}}$)	WATER (m^3_{st})	Stock MAX ($10^6 \text{ m}^3_{\text{sc}}$)
Ciclo 1	2011-2012	270	282	0	319
Ciclo 2	2012-2013	272	282	0	328
Ciclo 3	2013-2014	277	286	0	337
Ciclo 4	2014-2015	281	289	0	344
Ciclo 5	2015-2016	284	291	0	352
Ciclo 6	2016-2017	286	293	0	358
Ciclo 7	2017-2018	290	296	0	365
Ciclo 8	2018-2019	292	297	0	371
Ciclo 9	2019-2020	294	299	0	376
Ciclo 10	2020-2021	296	297	0	377

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Tab.21: Prestazioni di stoccaggio e dati storici.

Casi	GOIP (MSm3)	Prd.Prim. (MSm3)	GIP inizio stock (MSm3)	RISERVE 45 barsa (MSm3)	RISERVE 30 barsa (MSm3)	SBHPi barsa	STOCKmax (MSm3)	W.G. (MSm3)	C.G. (MSm3)	C.G. da iniettare (MSm3)	Capacità Stoccaggio (MSm3)	Efficienza
1 Base (P=Pi)	984	585,6	398	115	201	114,7	306	220	287	86	507	43%
2 (P=Pi)	984	585,6	398	119	209	114,7	306	220	295	86	515	43%
3 Ottimale (P=Pi)	984	585,6	398	115	201	114,7	306	220	287	86	507	43%

NOTE:

1. I valori di working gas e portata di punta per ciascun caso sono stati elaborati con una FTHPmin=68 barsa
2. Le prestazioni allo stoccaggio sopra riportate sono relative all'esercizio del campo a regime

FIGURE

Fig.1: Mappa ubicazione del campo.

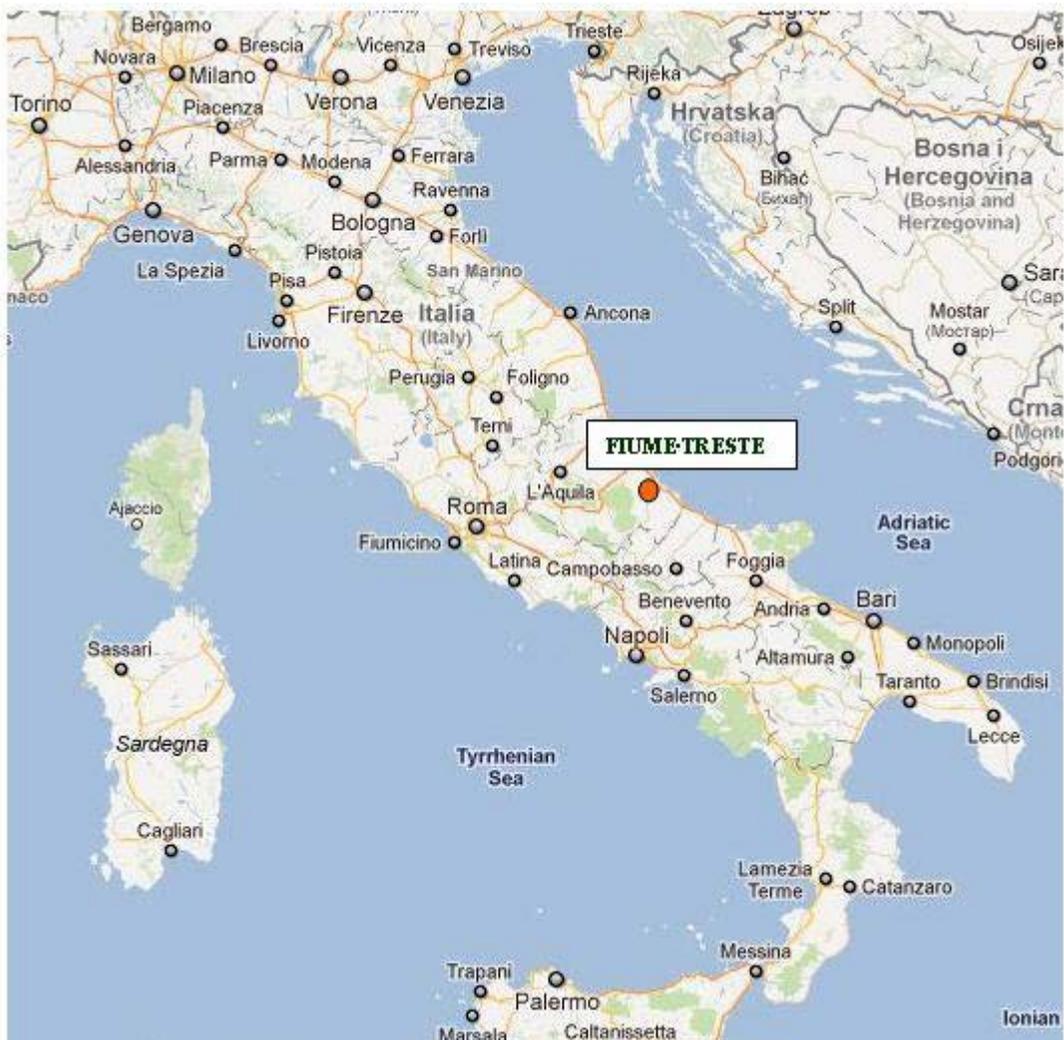


Fig.2: Grid globale del modello dinamico.

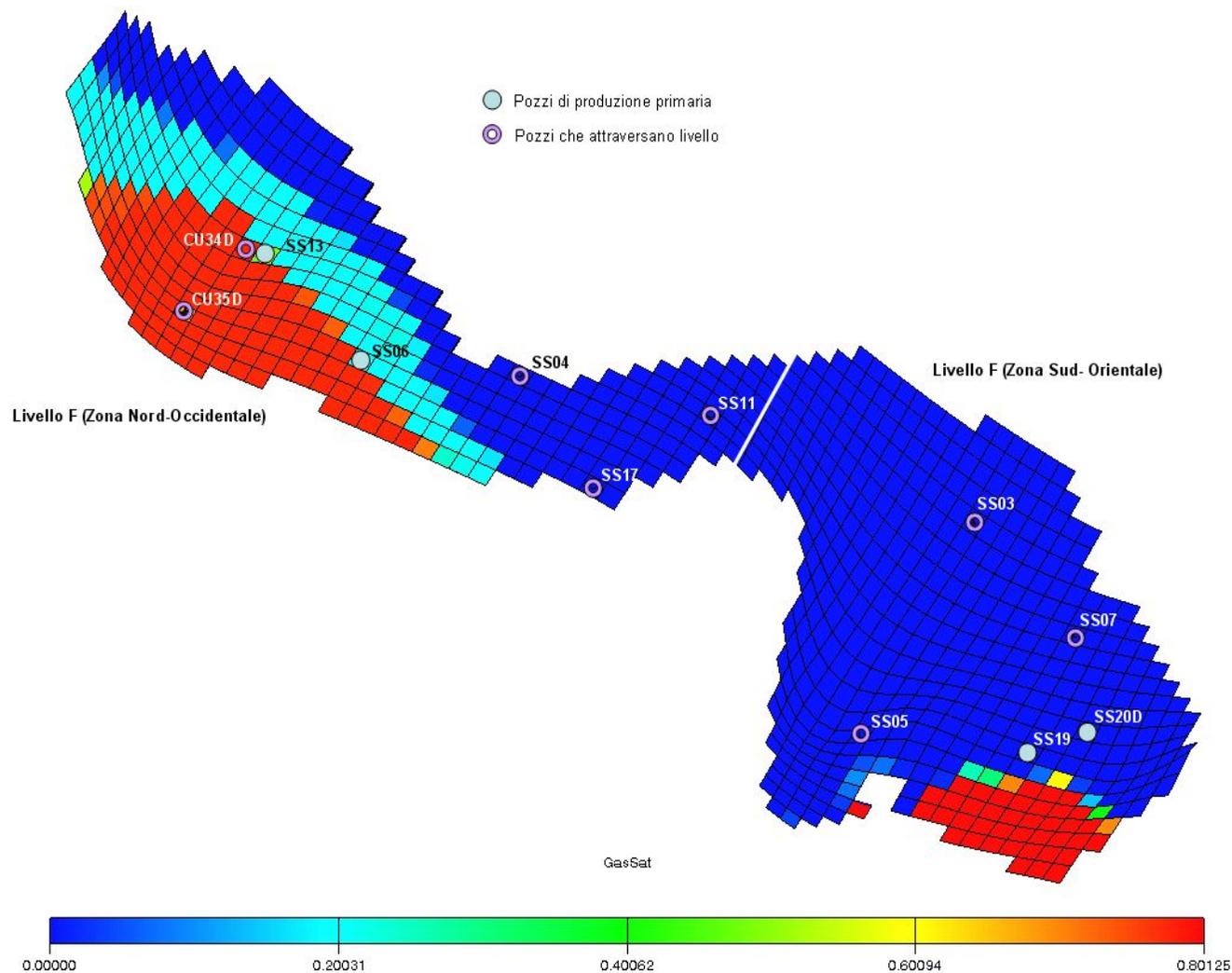


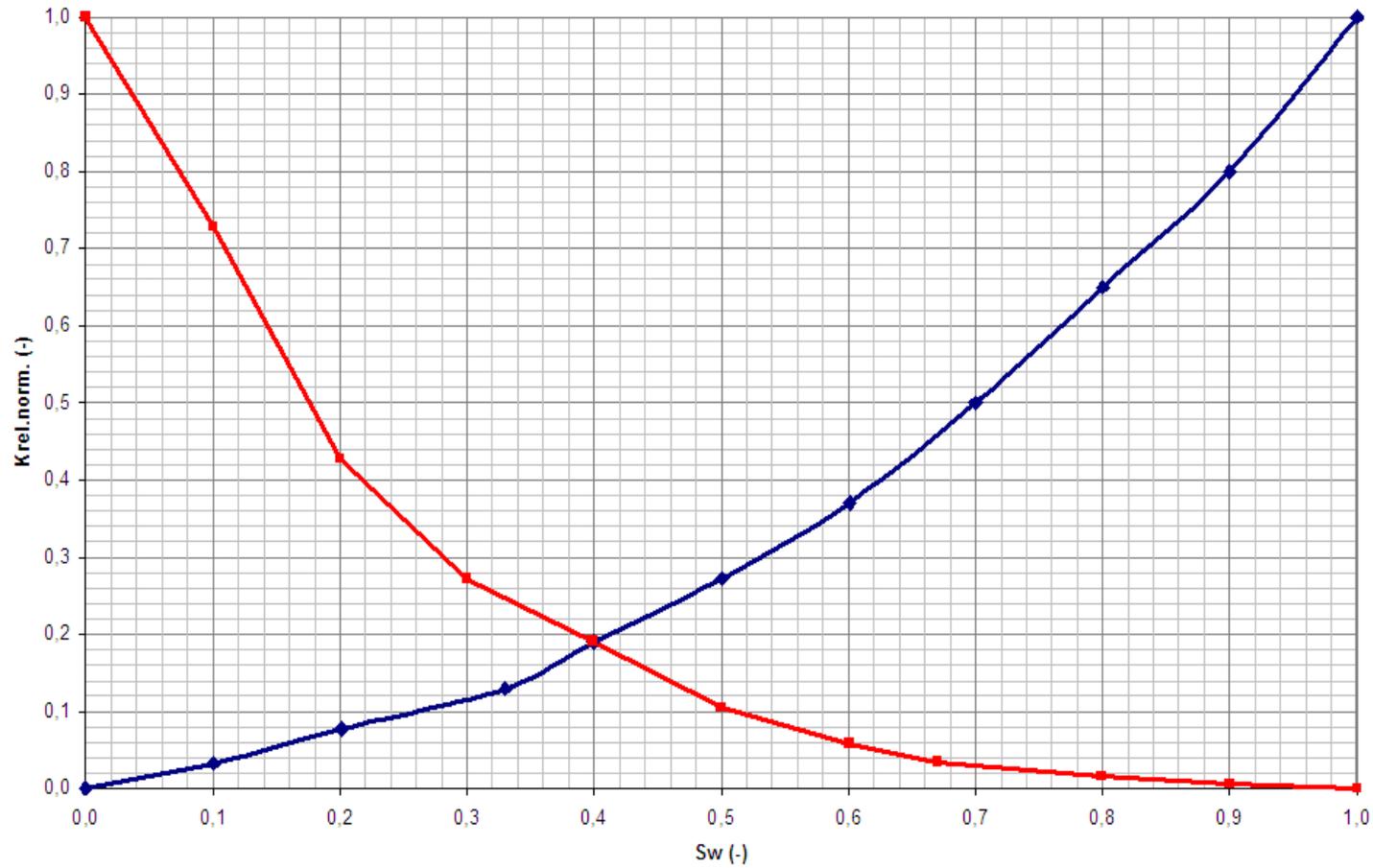
Fig.3: Curve di permeabilità relativa.

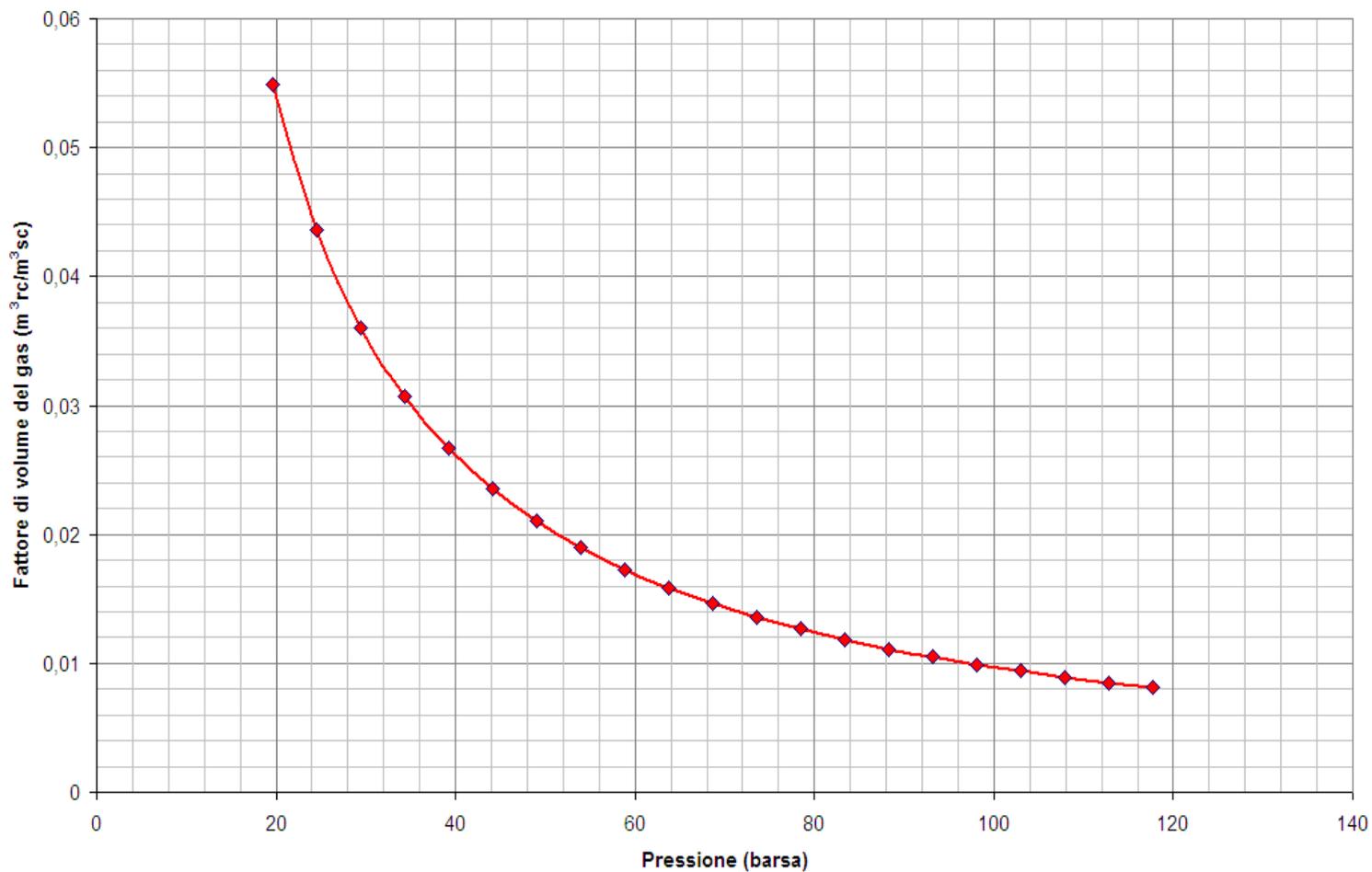
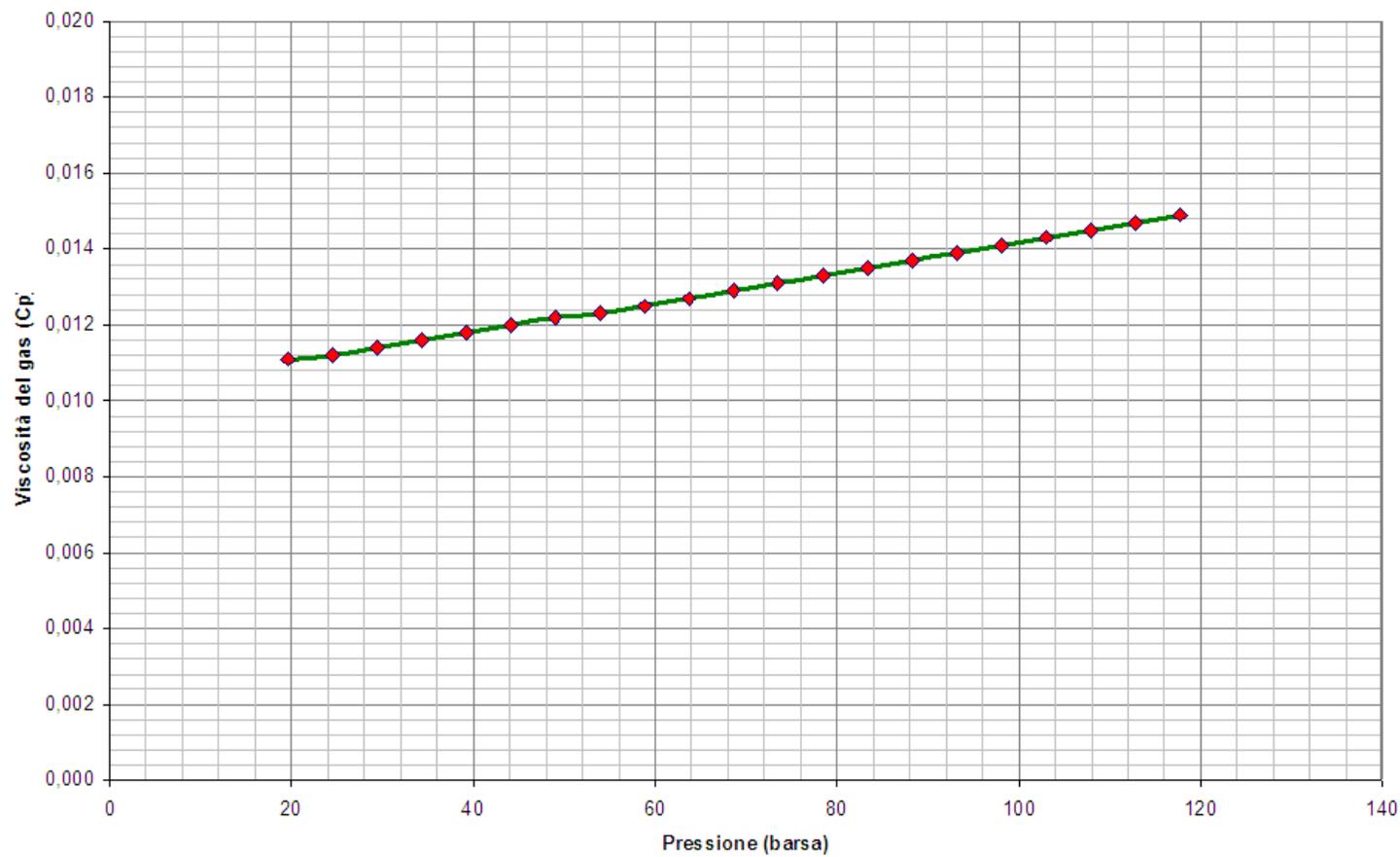
Fig.4: Curva del fattore di volume del gas.

Fig.5: Curva della viscosità del gas.





CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Fig.6: Grid del modello dinamico e distribuzione della profondità delle celle.

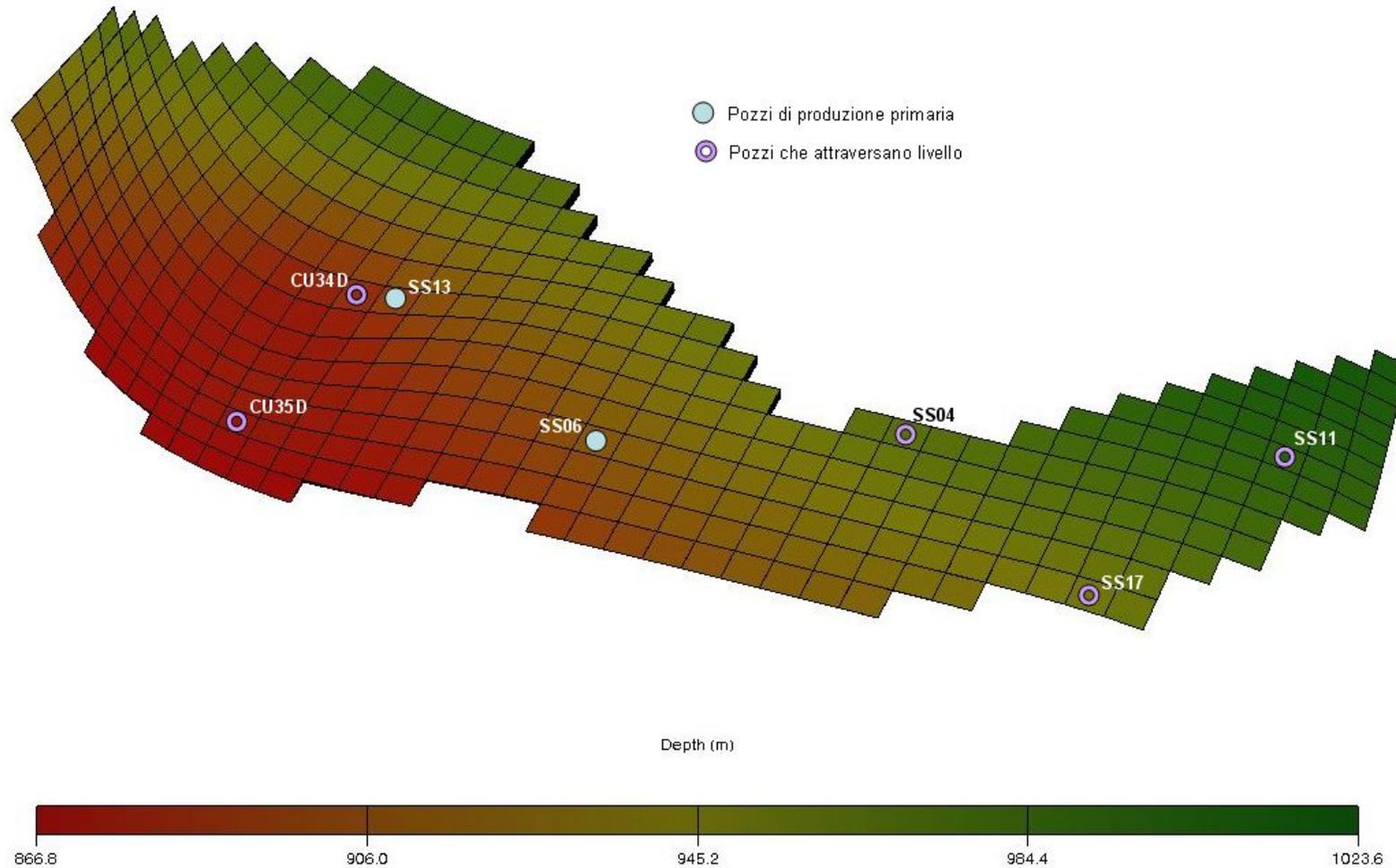
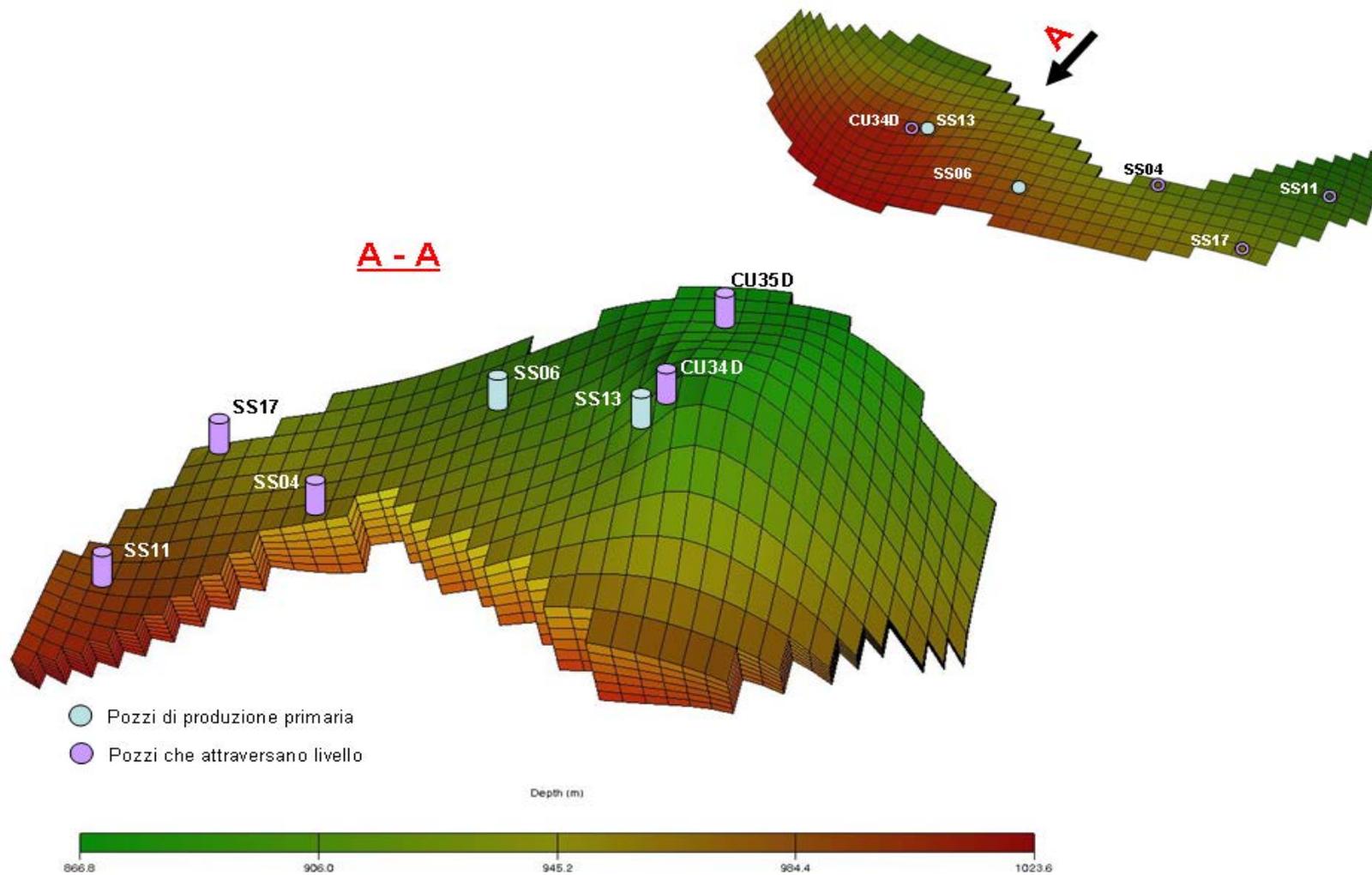


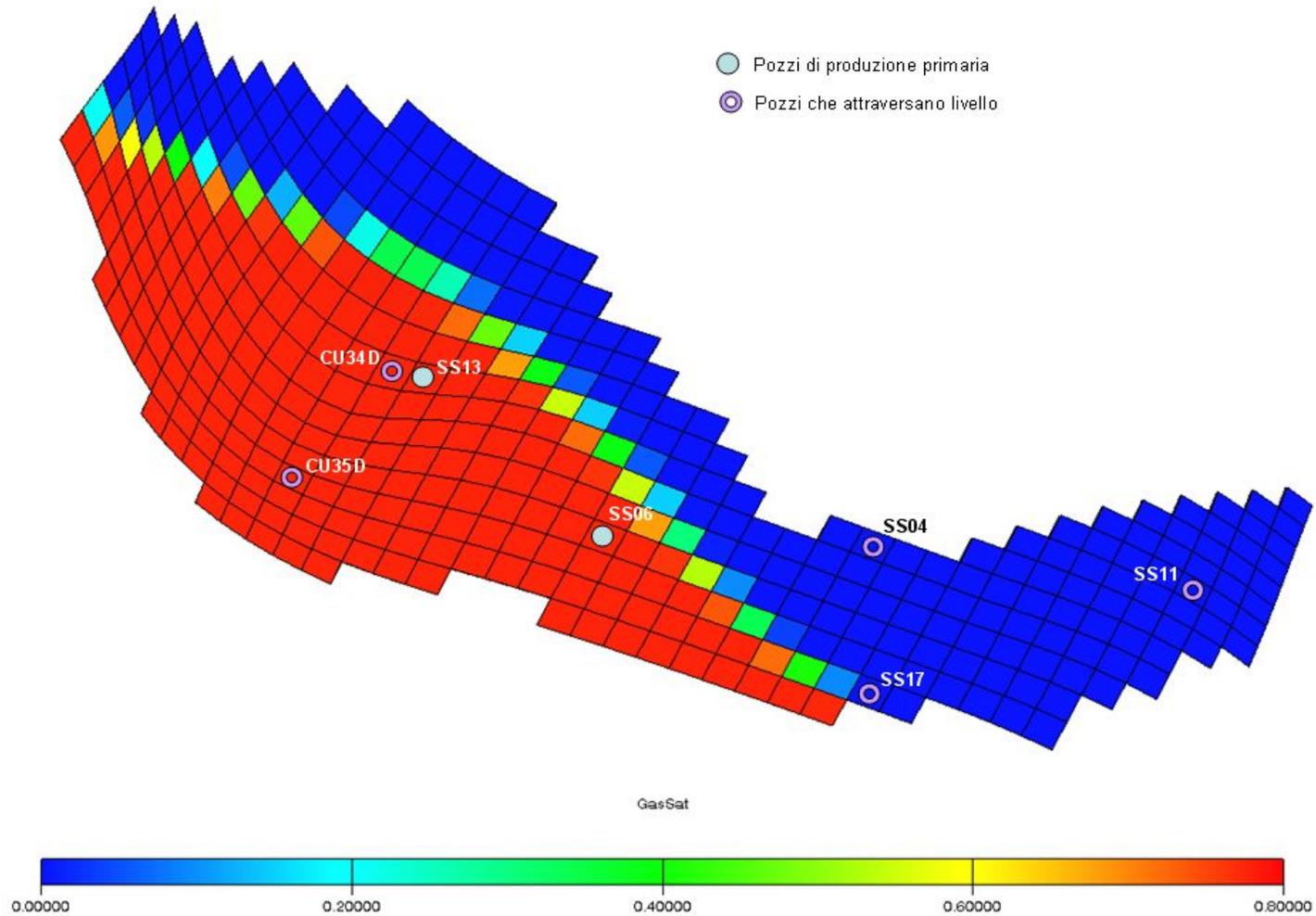
Fig.7: Layers del modello dinamico.





CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

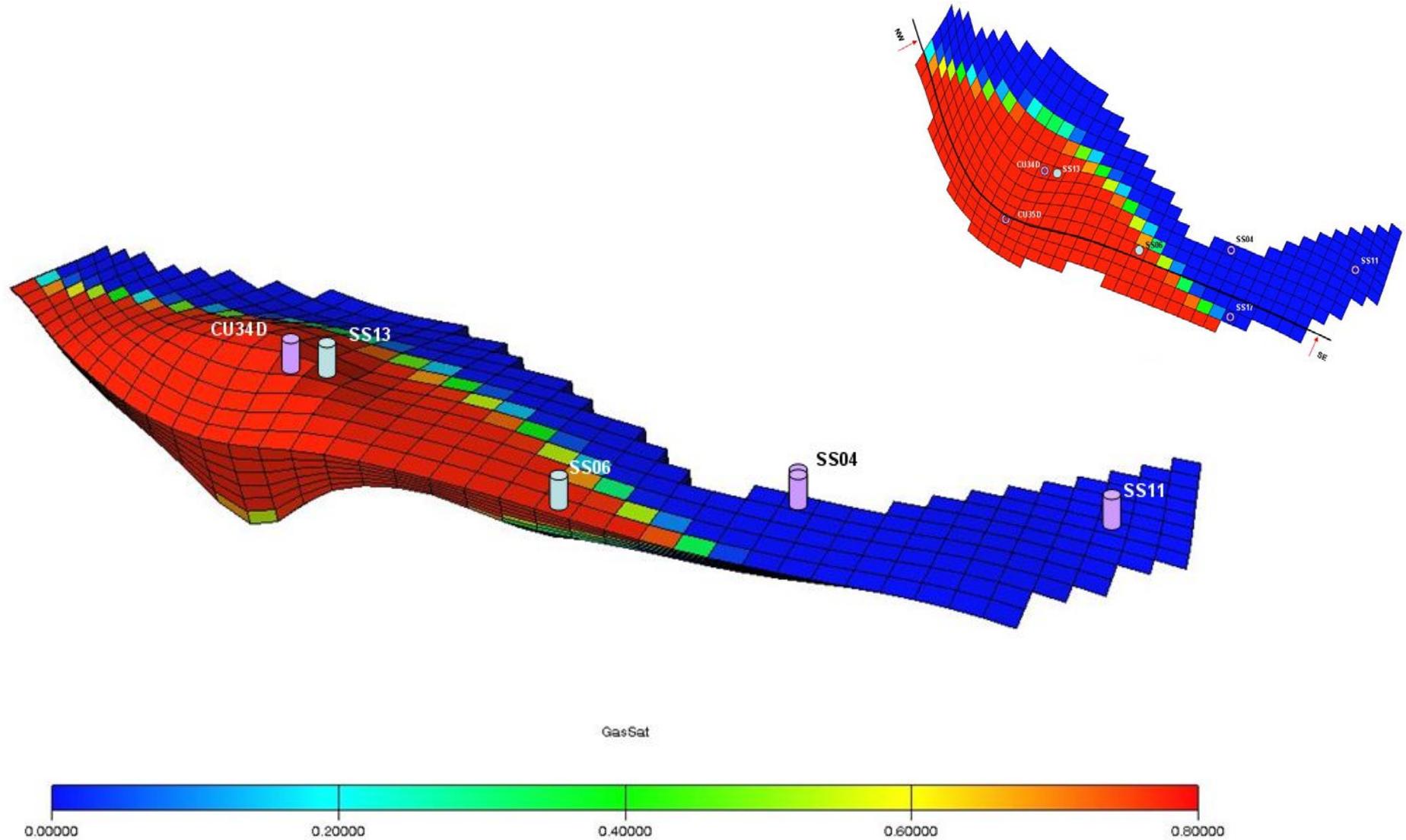
Fig.8: Top della culminazione con l'indicazione della saturazione in gas iniziale (01/07/1969).





CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

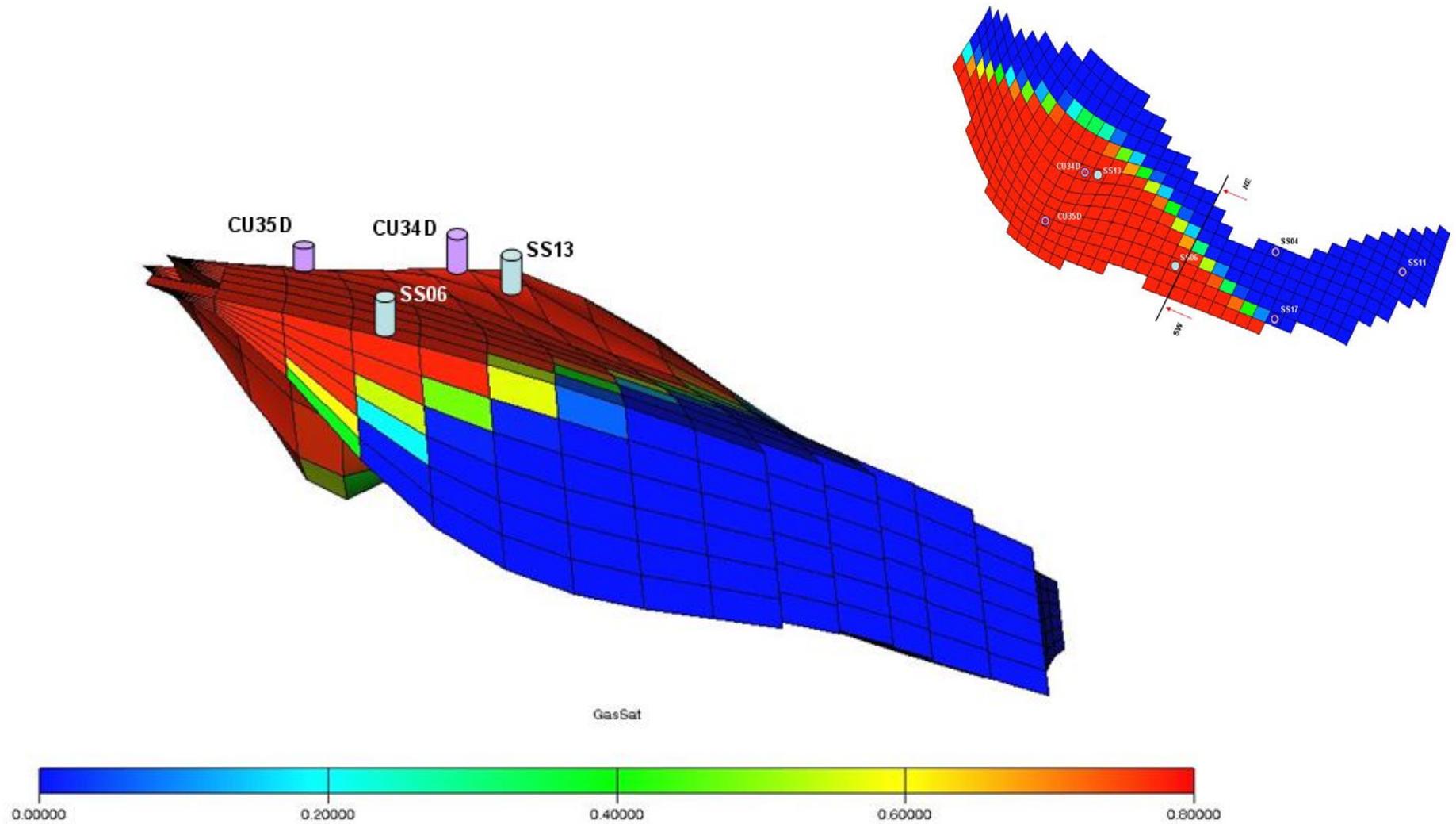
Fig.9: Sezione longitudinale NW-SE inizio produzione primaria.(01/07/1969).





CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Fig.10: Sezione trasversale SW-NE inizio produzione primaria.(01/07/1969).

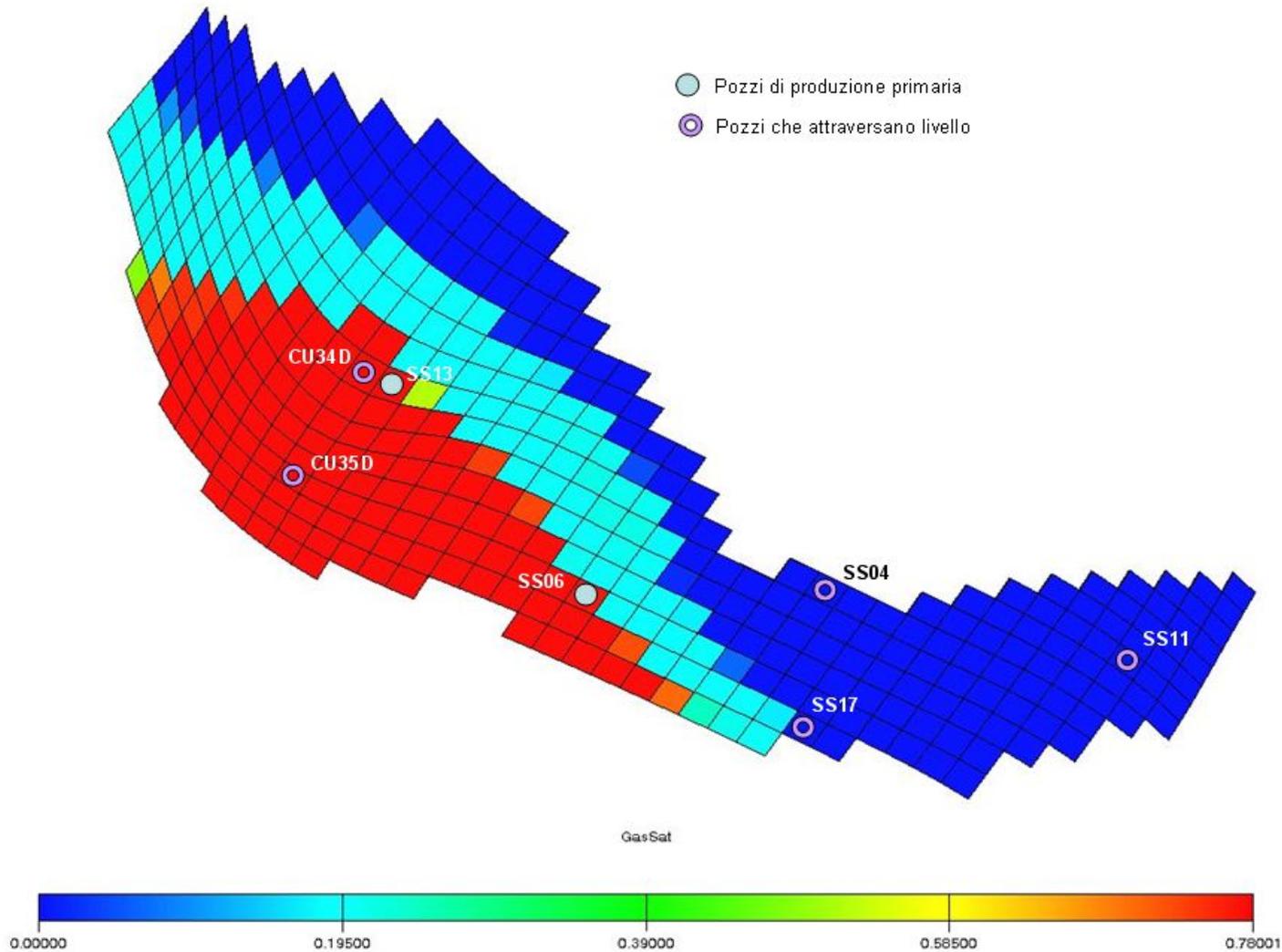




CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

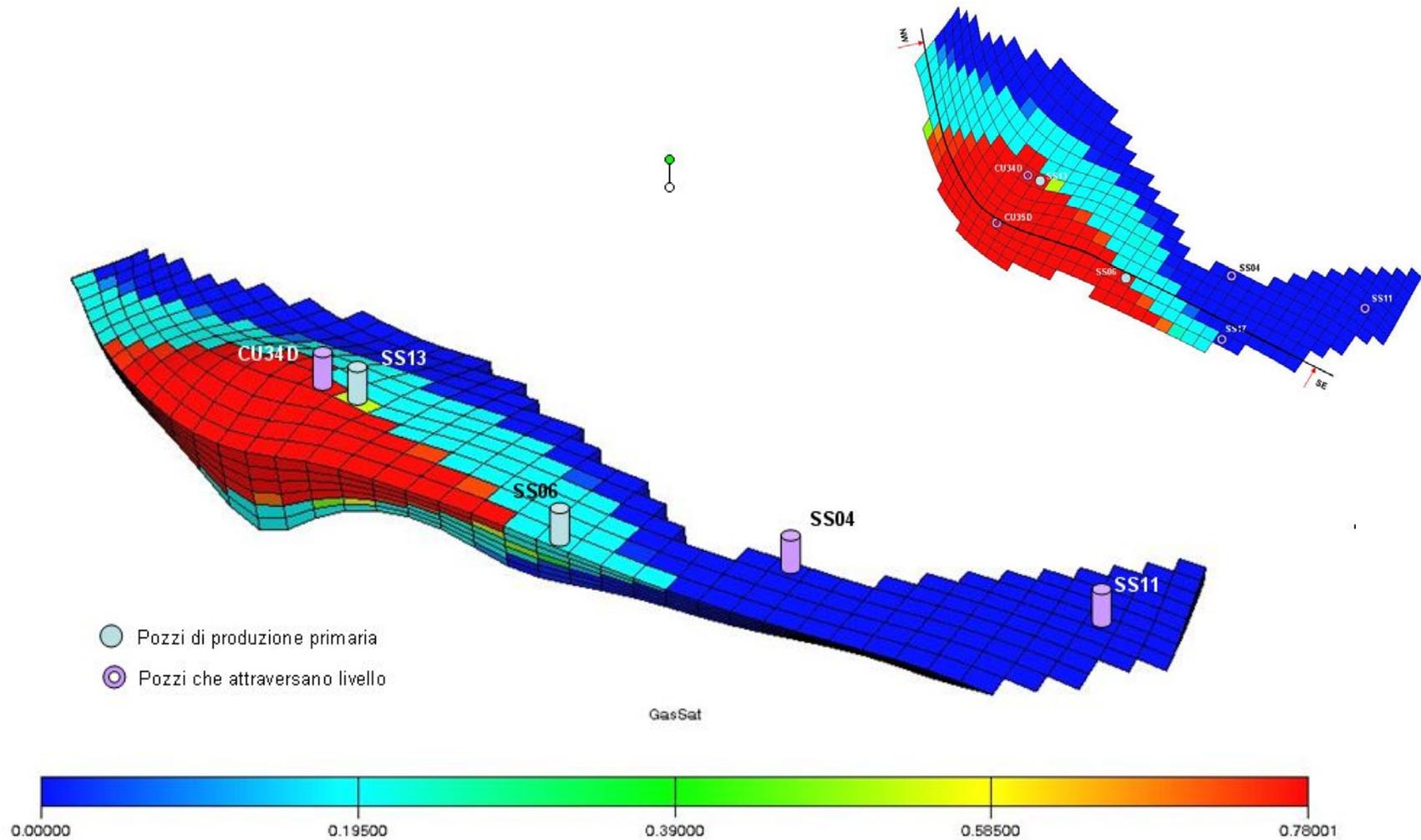
Fig.11: Top della culminazione con l'indicazione della saturazione in gas a fine produzione primaria (01/04/2007).





CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Fig.12: Sezione longitudinale NW-SE fine produzione primaria. (01/04/2007).





CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Fig.13: Sezione trasversale SW-NE fine produzione primaria. (01/04/2007).

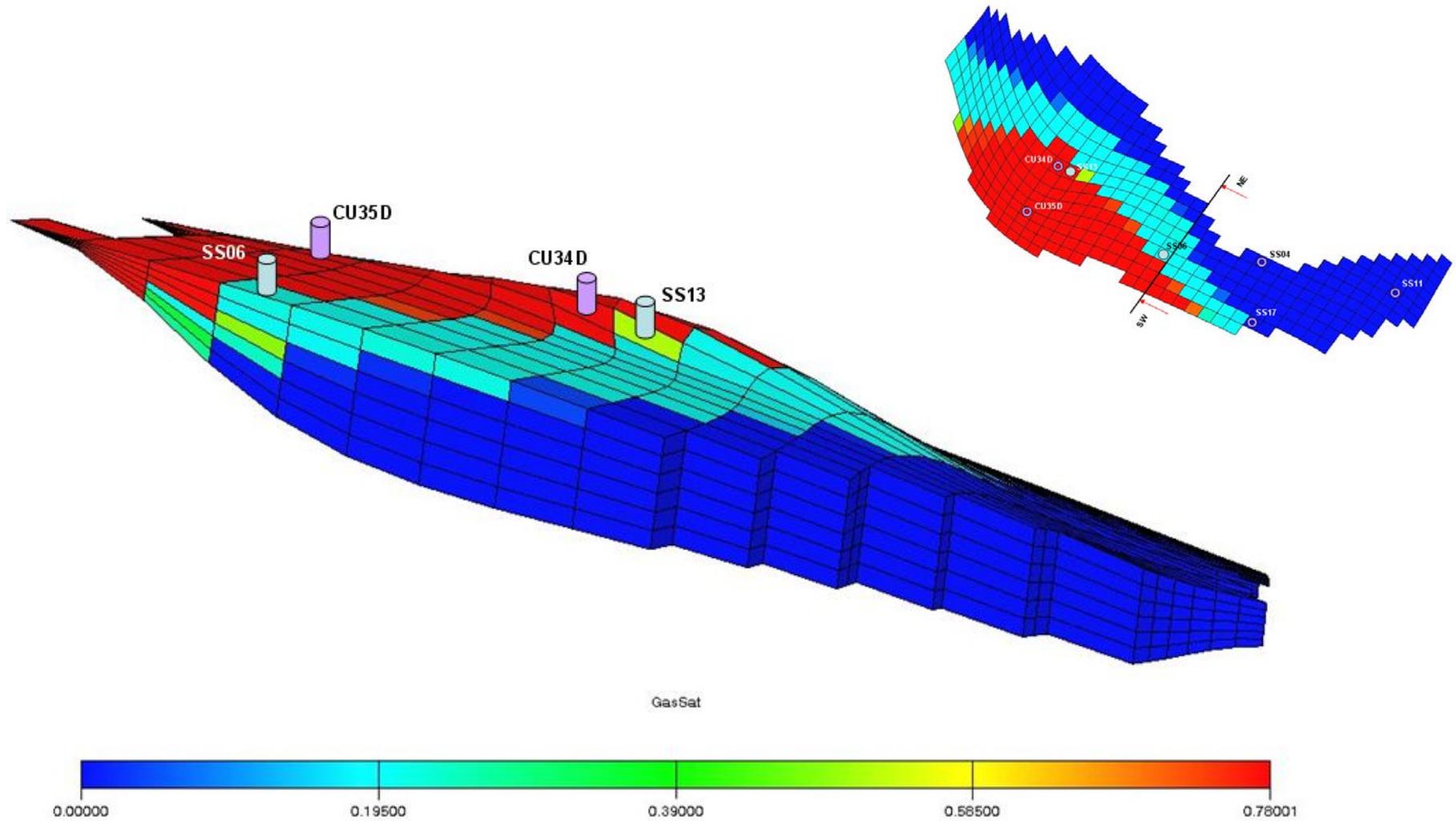
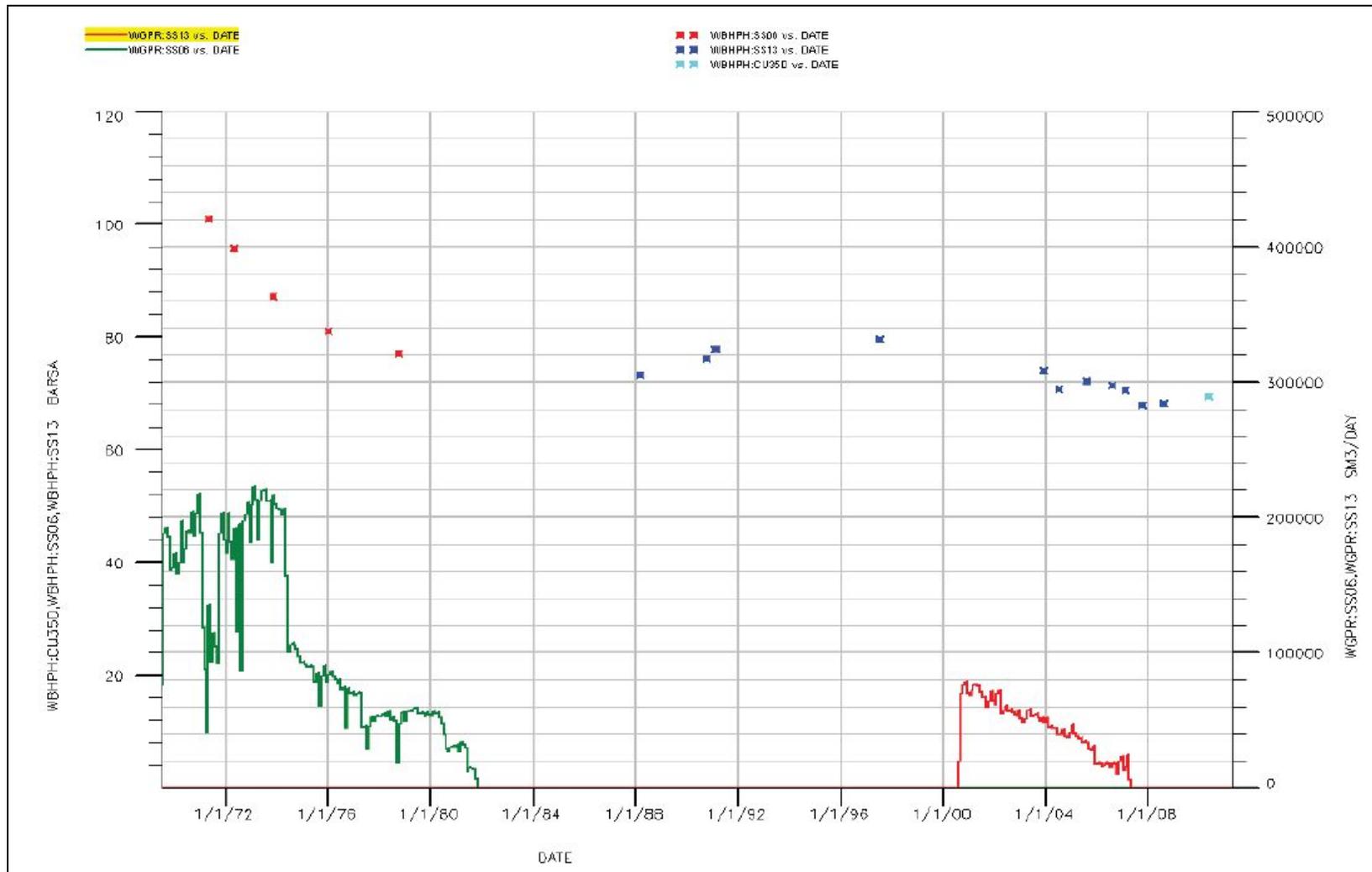


Fig.14: Produzione primaria e pressioni statiche misurate ai pozzi.





CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Fig.15: Pressione campo simulata verso pressioni statiche misurate ai pozzi.

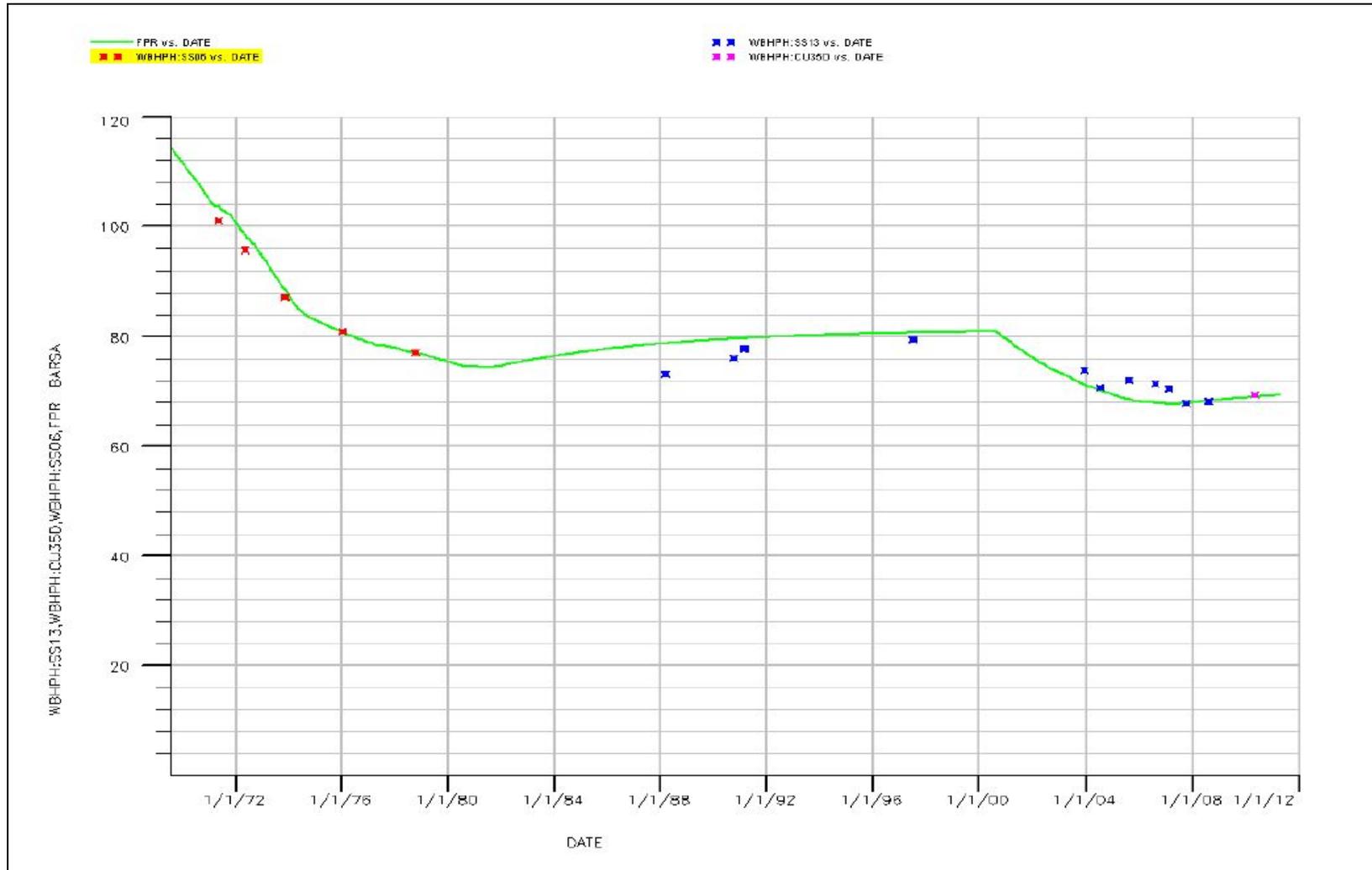
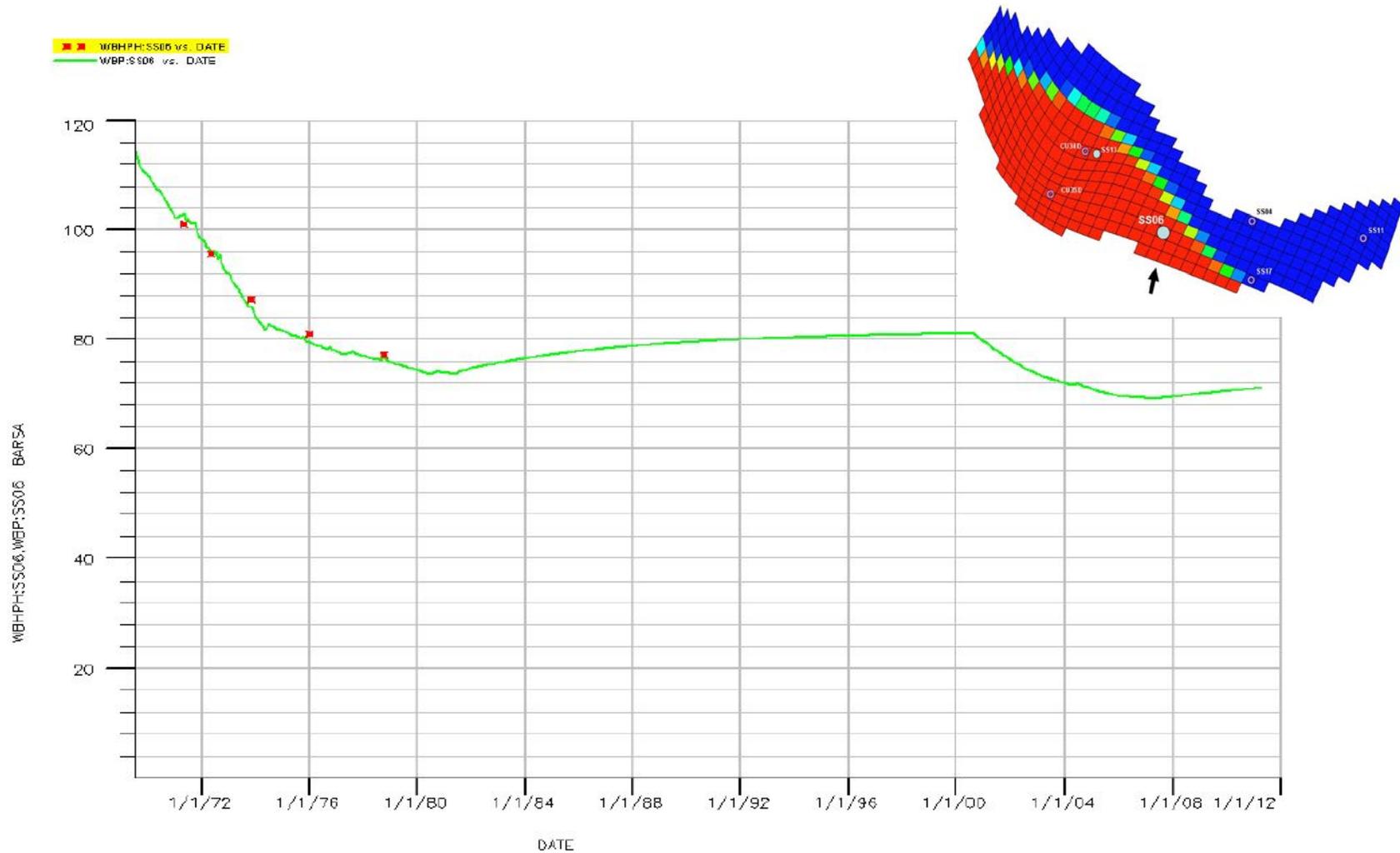


Fig.16: Pozzo SS06 – Confronto tra pressione di fondo pozzo simulata (WBP) e misurata (WBHP).





CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Fig.17: Pozzo SS13 – Confronto tra pressione di fondo pozzo simulata (WBP) e misurata (WBHP).

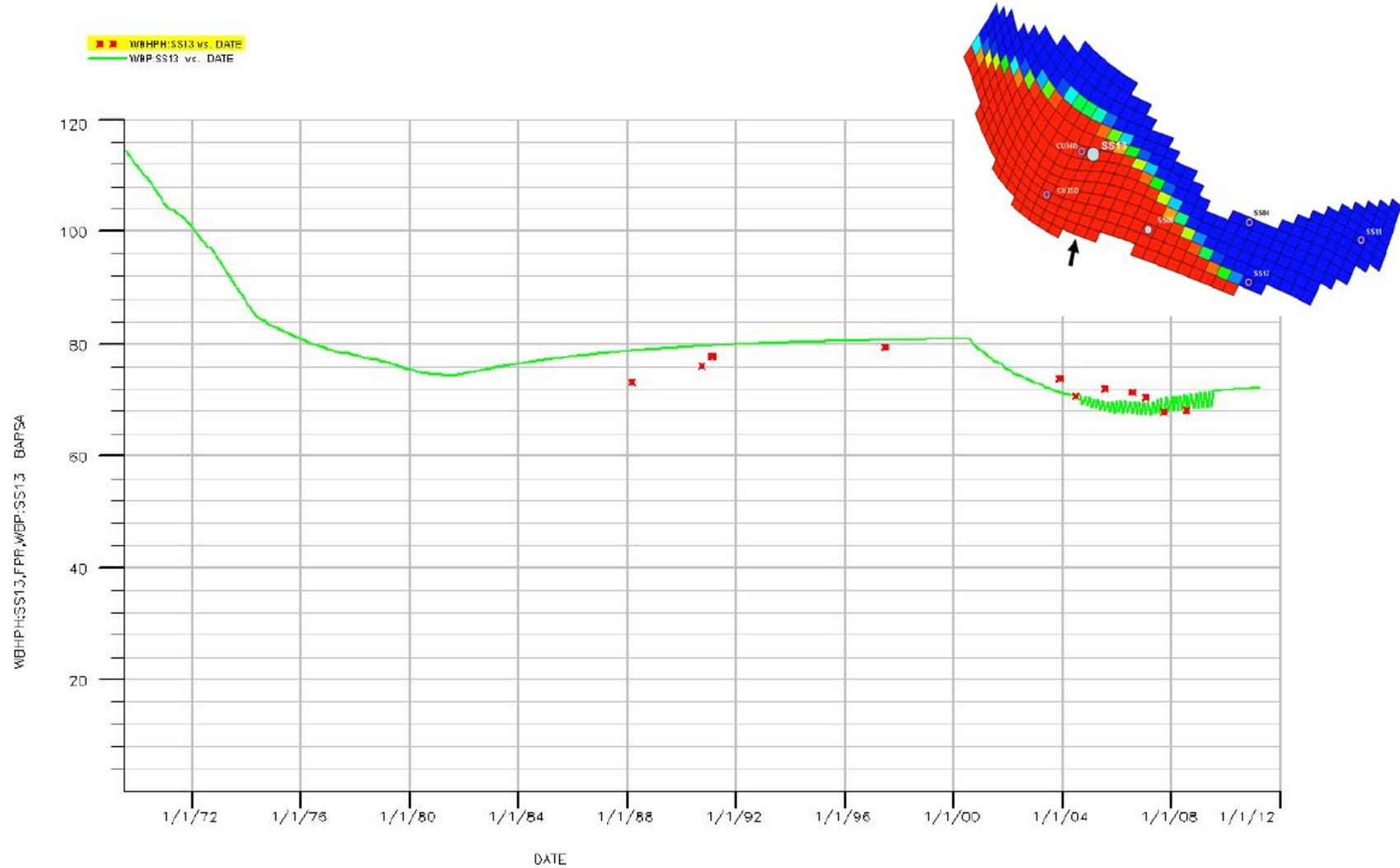


Fig.18: Confronto tra il volume totale di acqua simulata (FWPT) e il volume totale di acqua misurata (FWPTH).

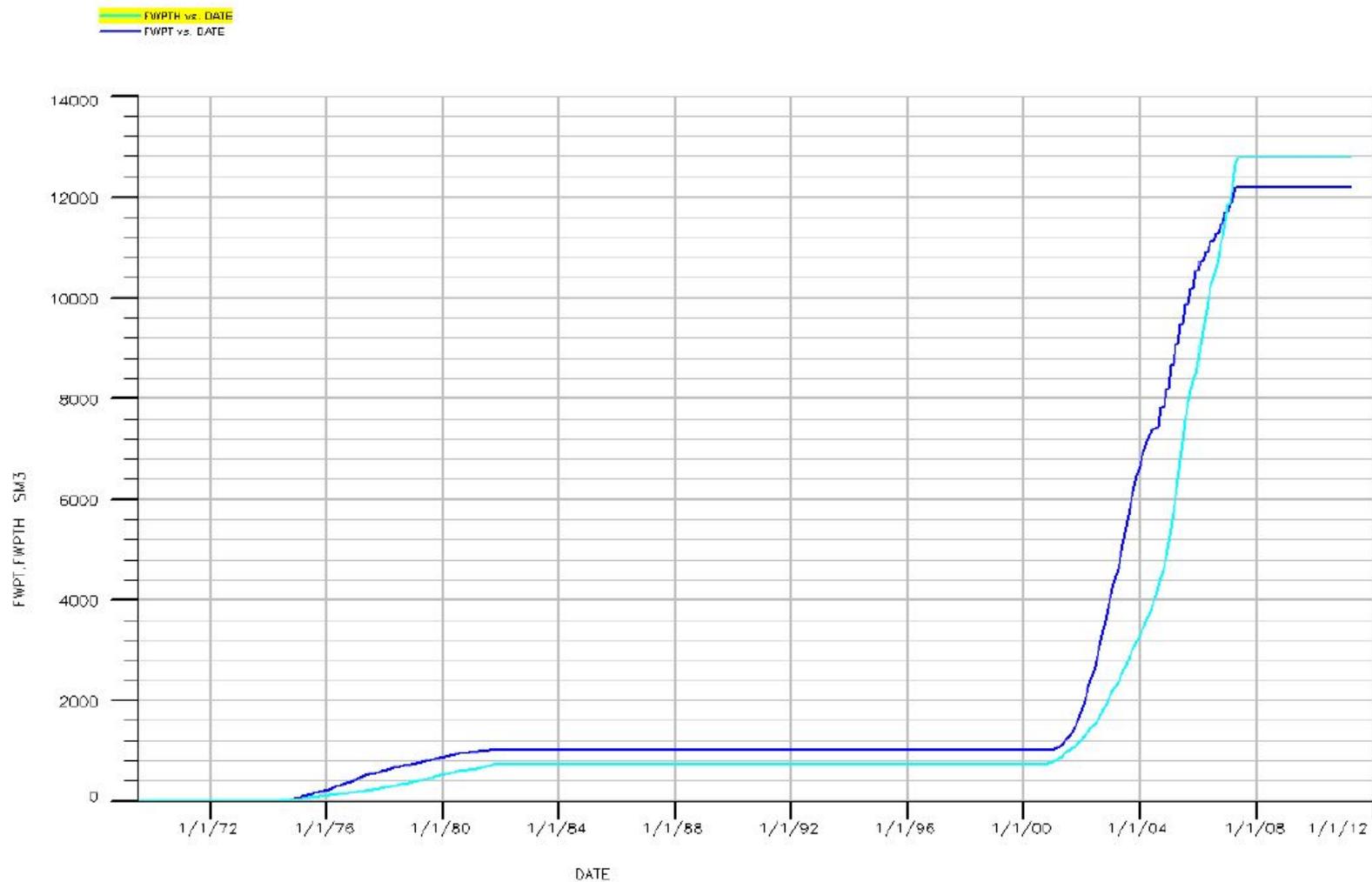


Fig.19: Pozzo SS06 - Confronto tra portata di acqua simulata (WWPR) e la portata di acqua misurata (WWPRH).

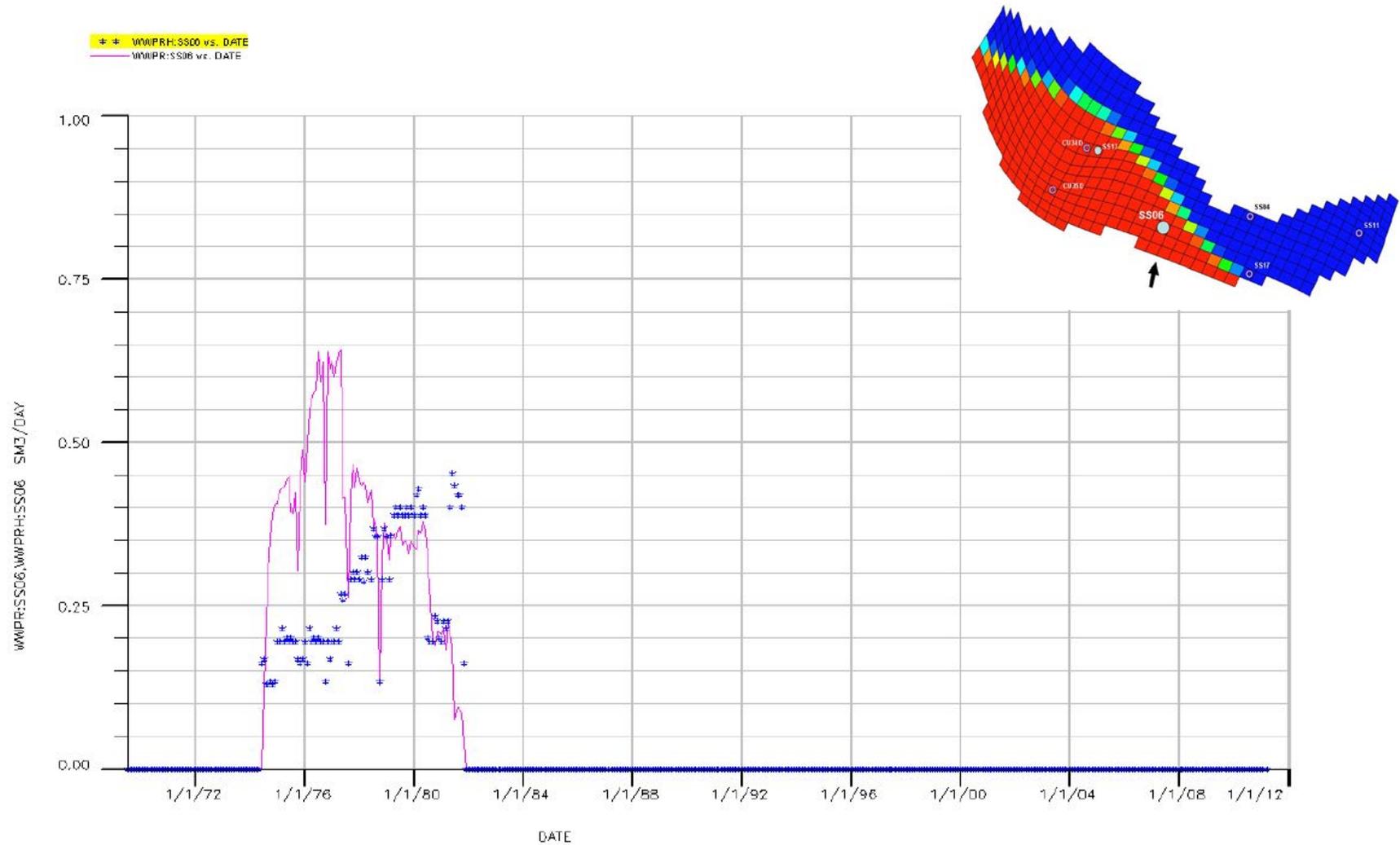
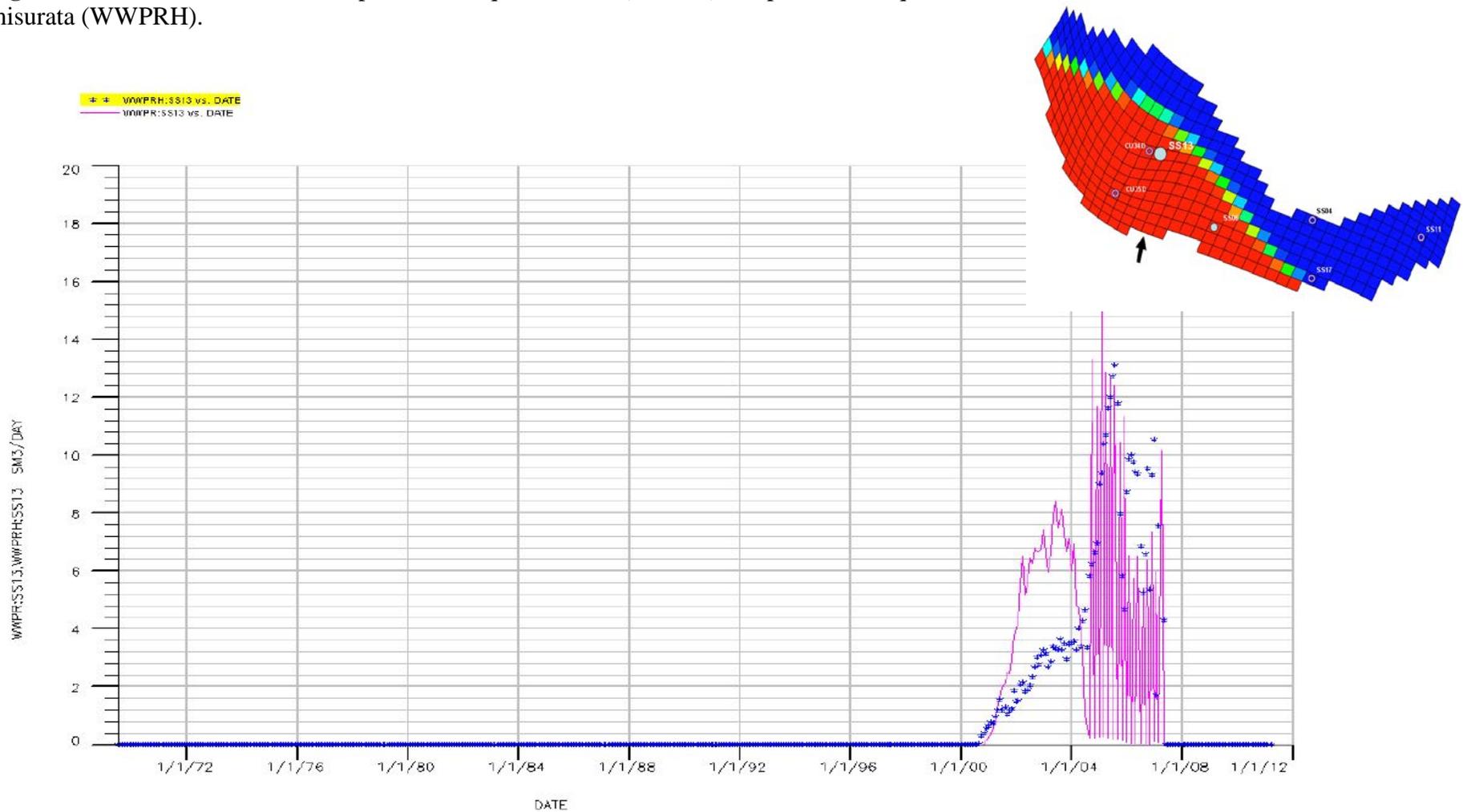


Fig.20: Pozzo SS13 - Confronto tra portata di acqua simulata (WWPR) e la portata di acqua misurata (WWPRH).

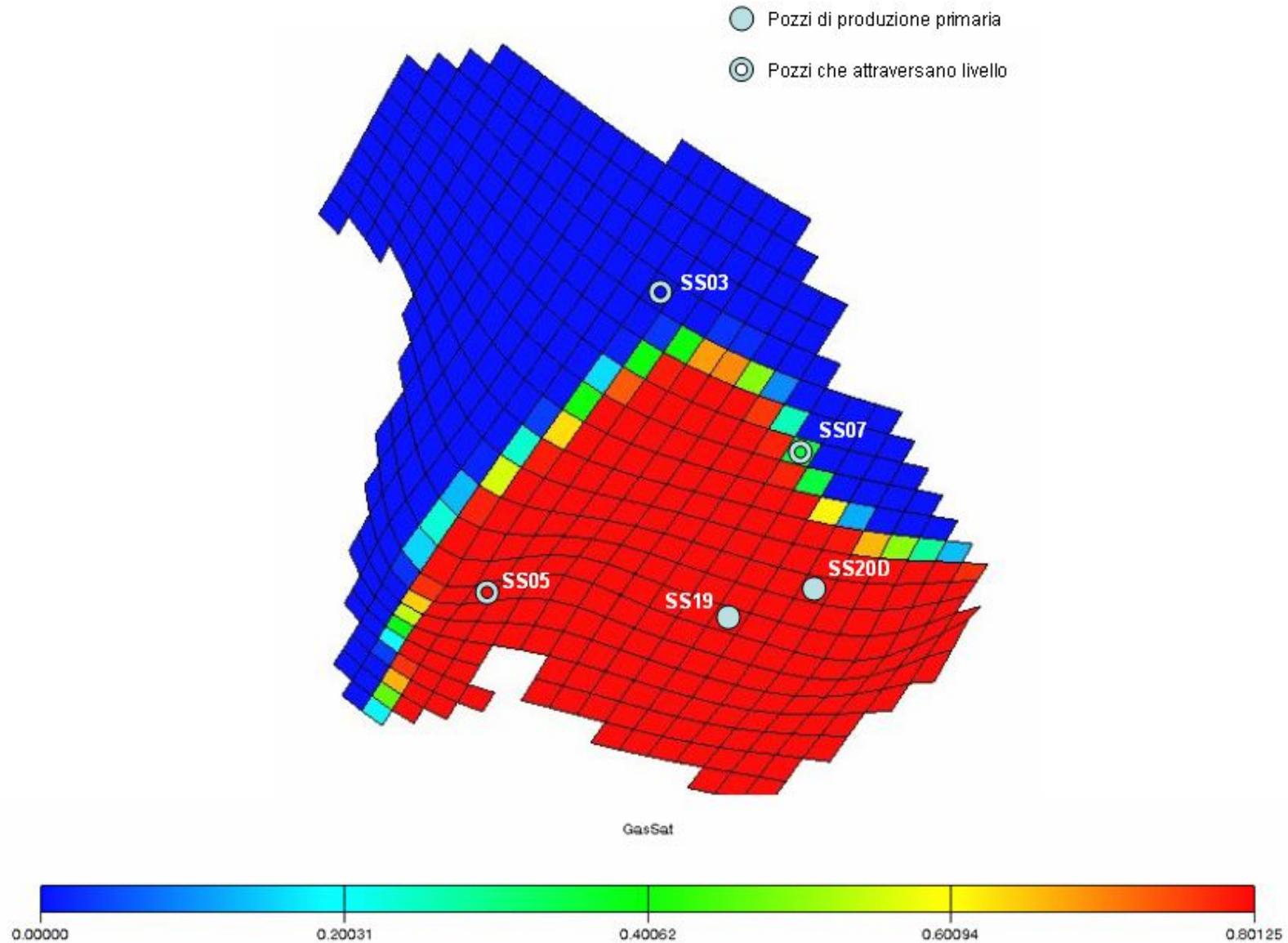




CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Sud-Orientale)

Fig.21: Top della culminazione con l'indicazione della saturazione in gas iniziale (Ott.1981).



CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Sud-Orientale)

Fig.22: Top della culminazione con l'indicazione della saturazione a fine produzione primaria (Sett.2001).

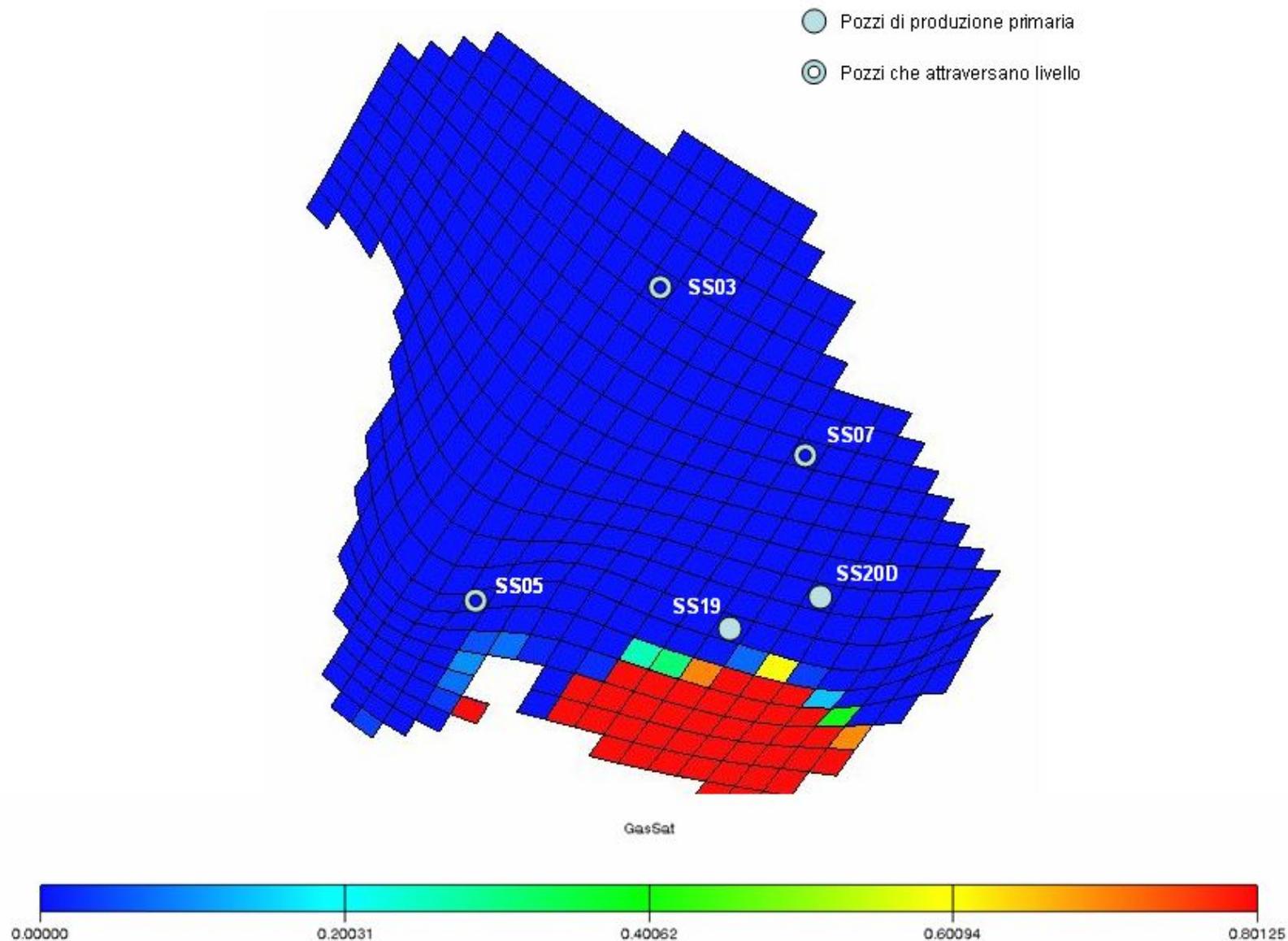


Fig.23: Pozzo SS19 – Anadamento della pressione di fondo pozzo simulata (WBP).

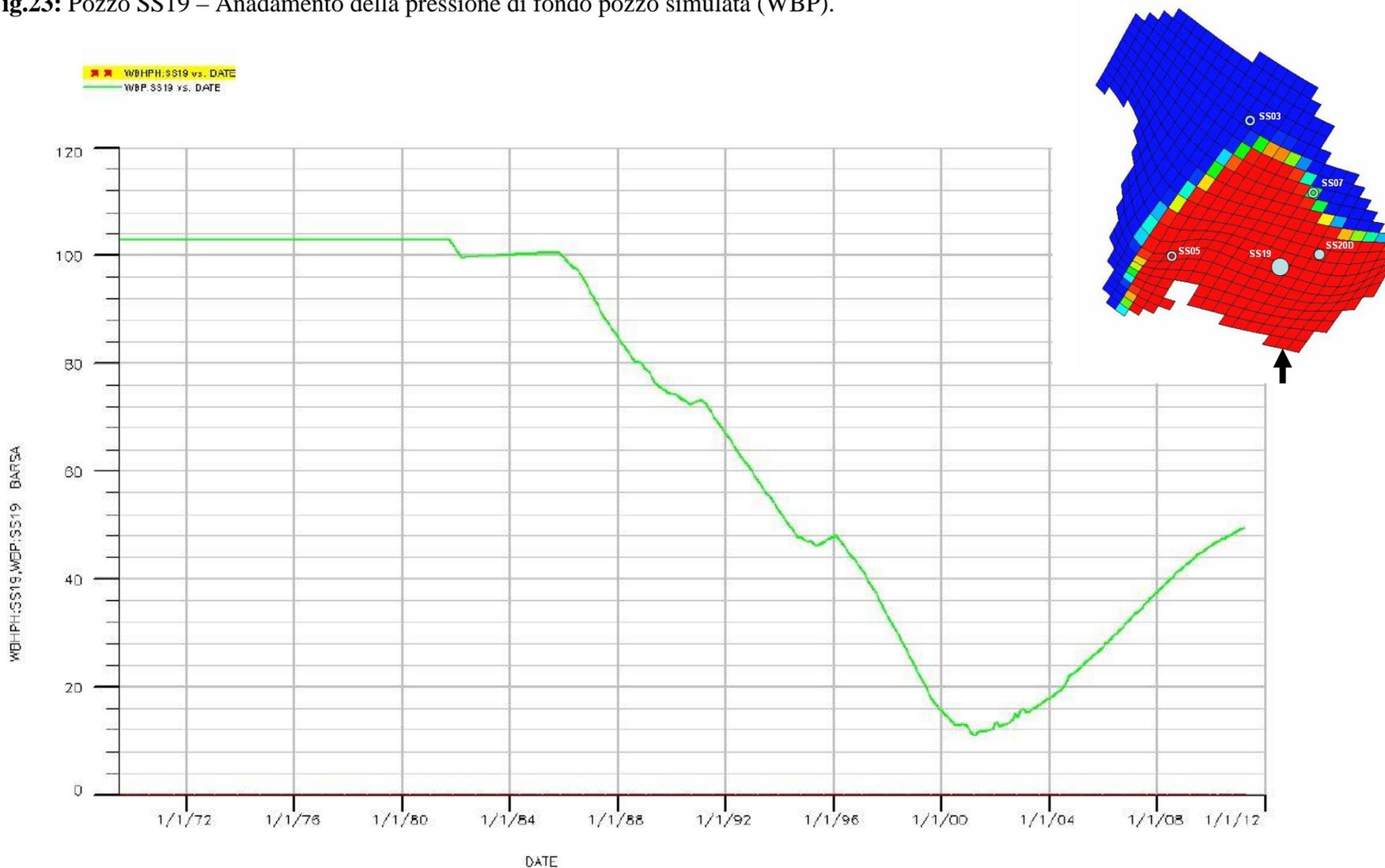


Fig.24: Pozzo SS20D – Confronto tra pressione di fondo pozzo simulata (WBP) e misurata (WBHP).

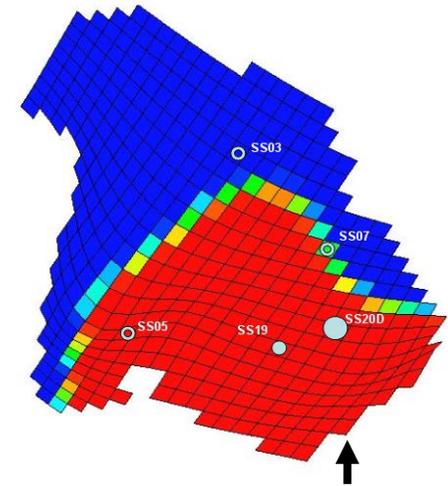
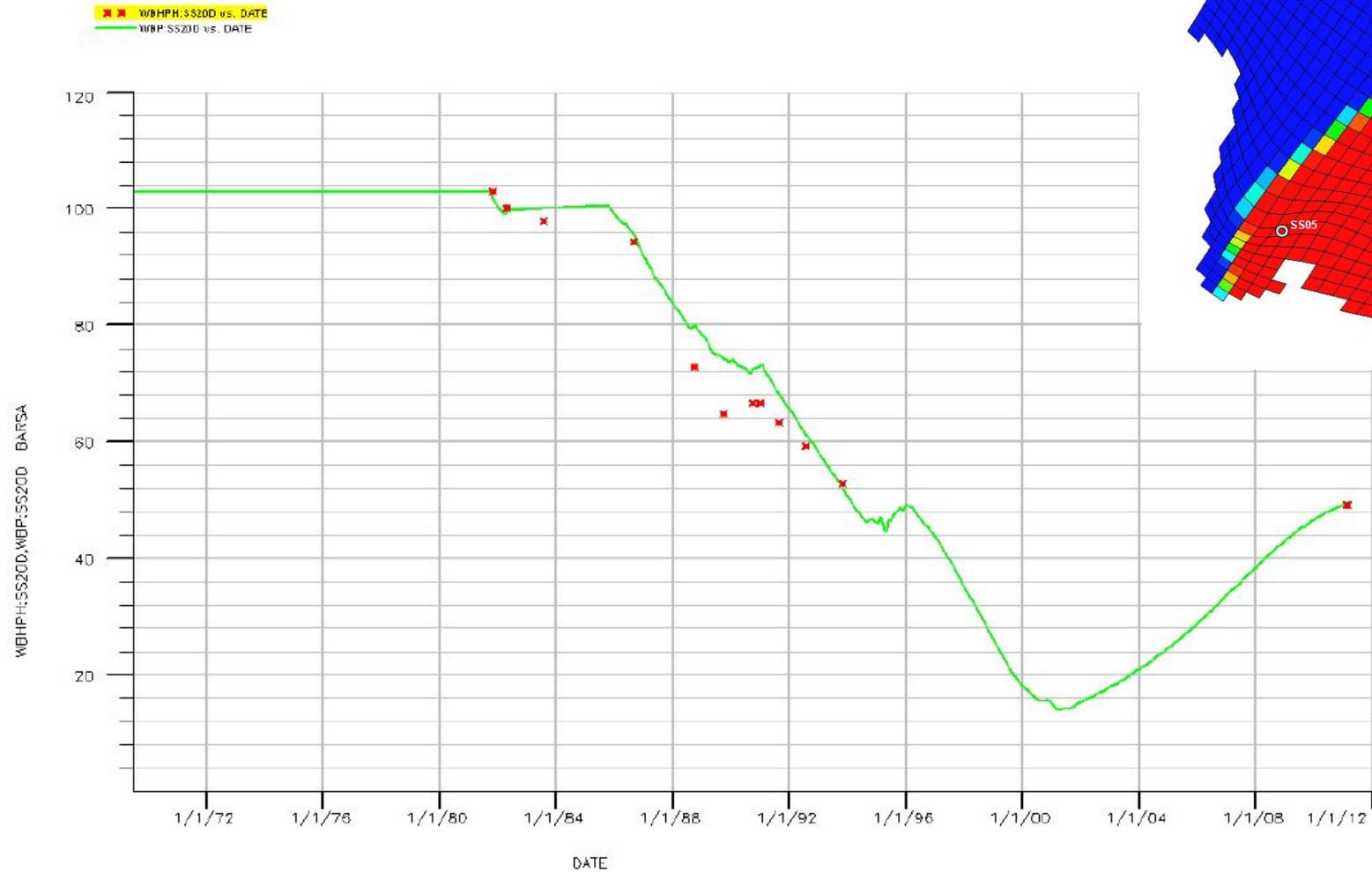


Fig.25: Pozzo SS19 – Confronto tra portata di acqua simulata (WWPR) e la portata di acqua misurata (WWPRH).

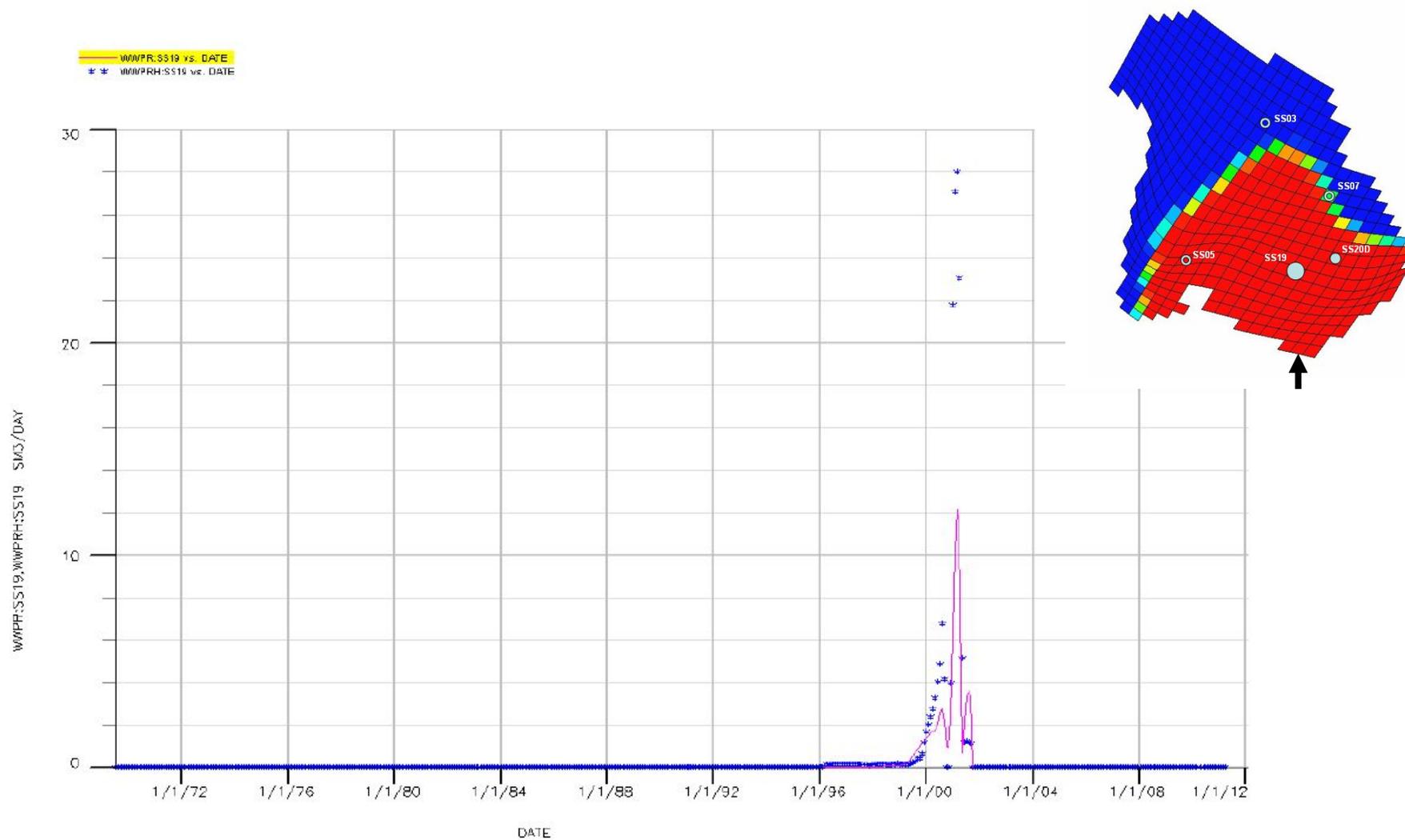
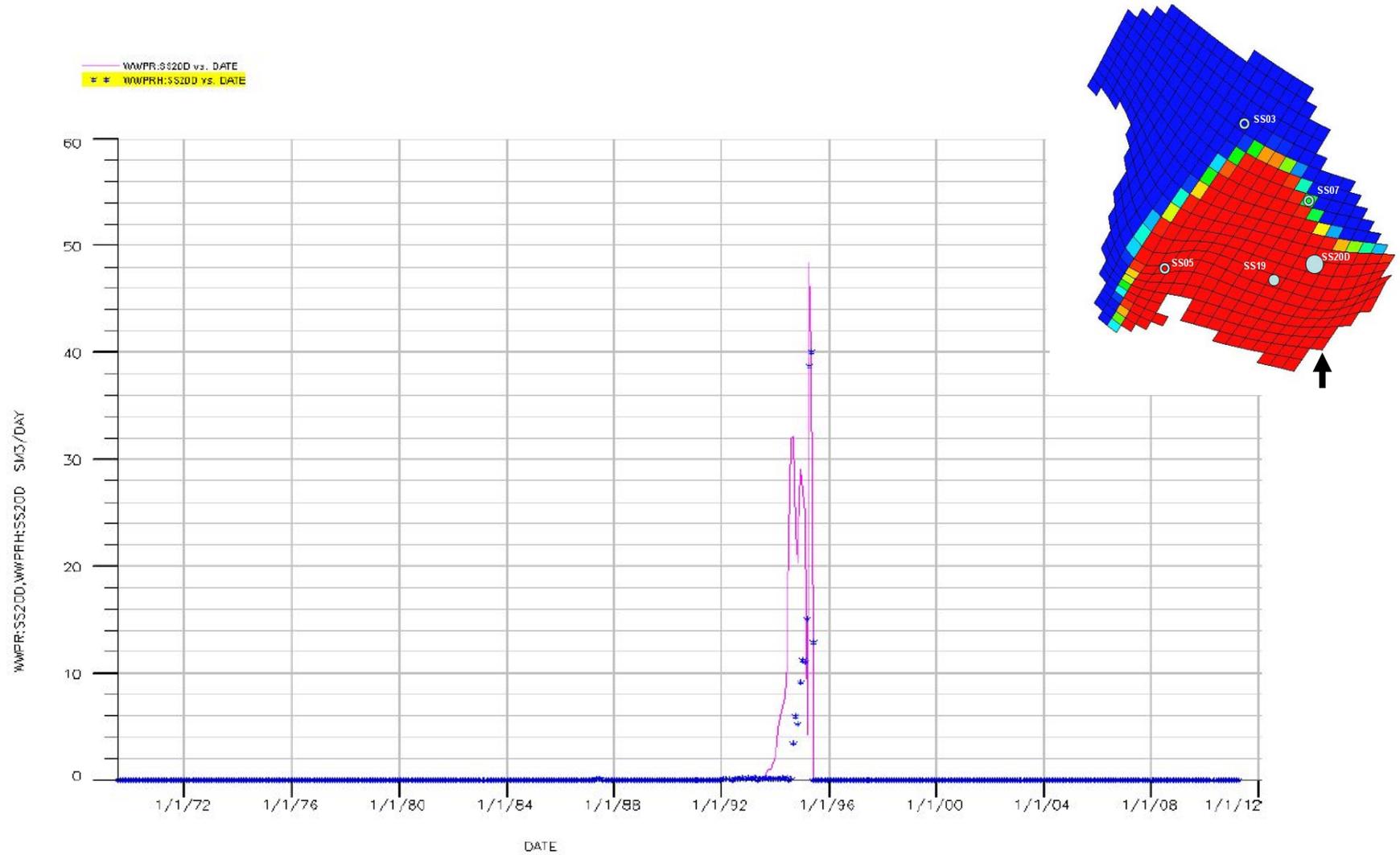


Fig.26: Pozzo SS20D – Confronto tra portata di acqua simulata (WWPR) e la portata di acqua misurata (WWPRH).

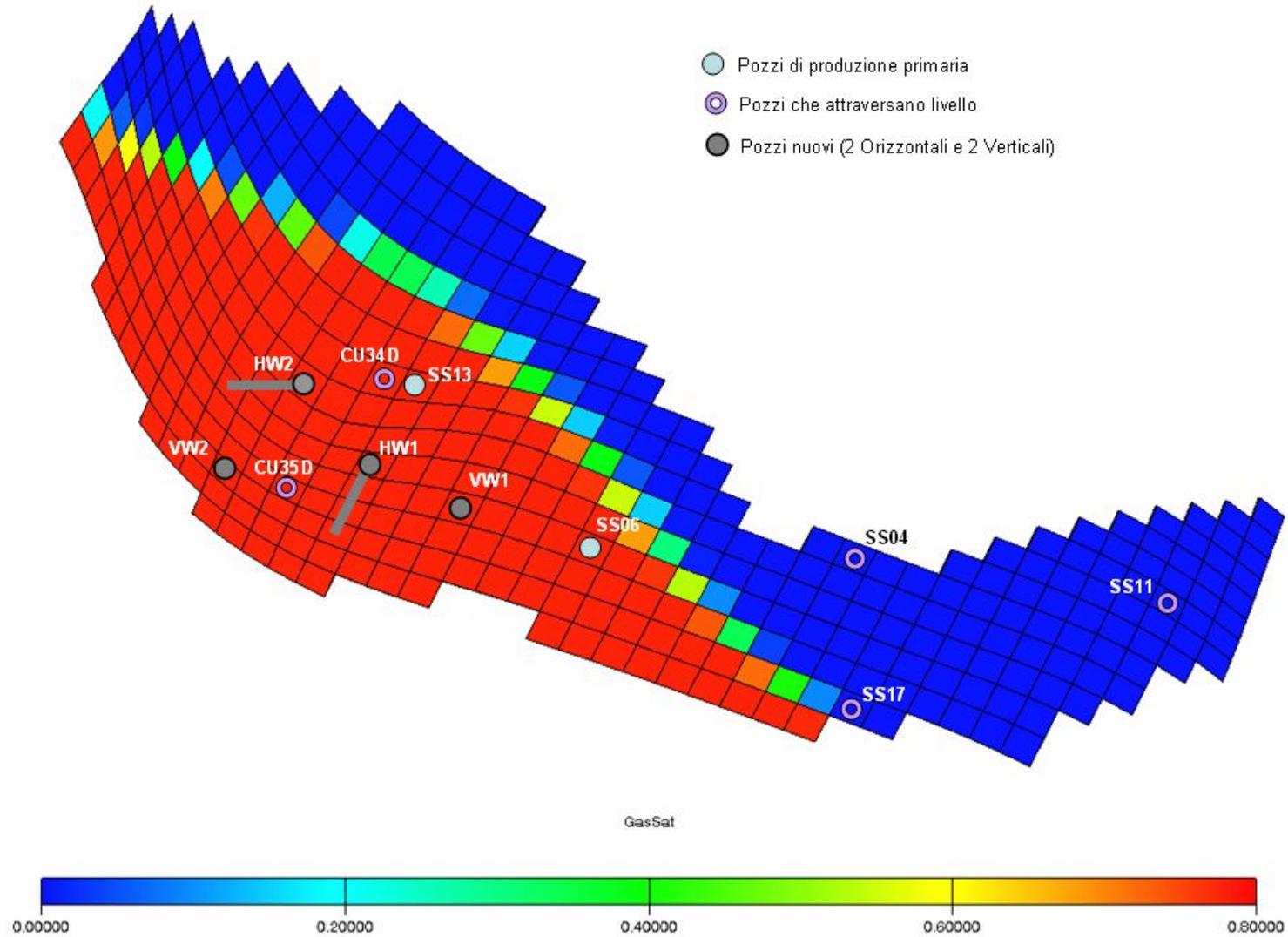




CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Fig.27: Top della culminazione con l'indicazione della posizione dei nuovi pozzi – scenario corrispondente al Caso 1: (caso base).

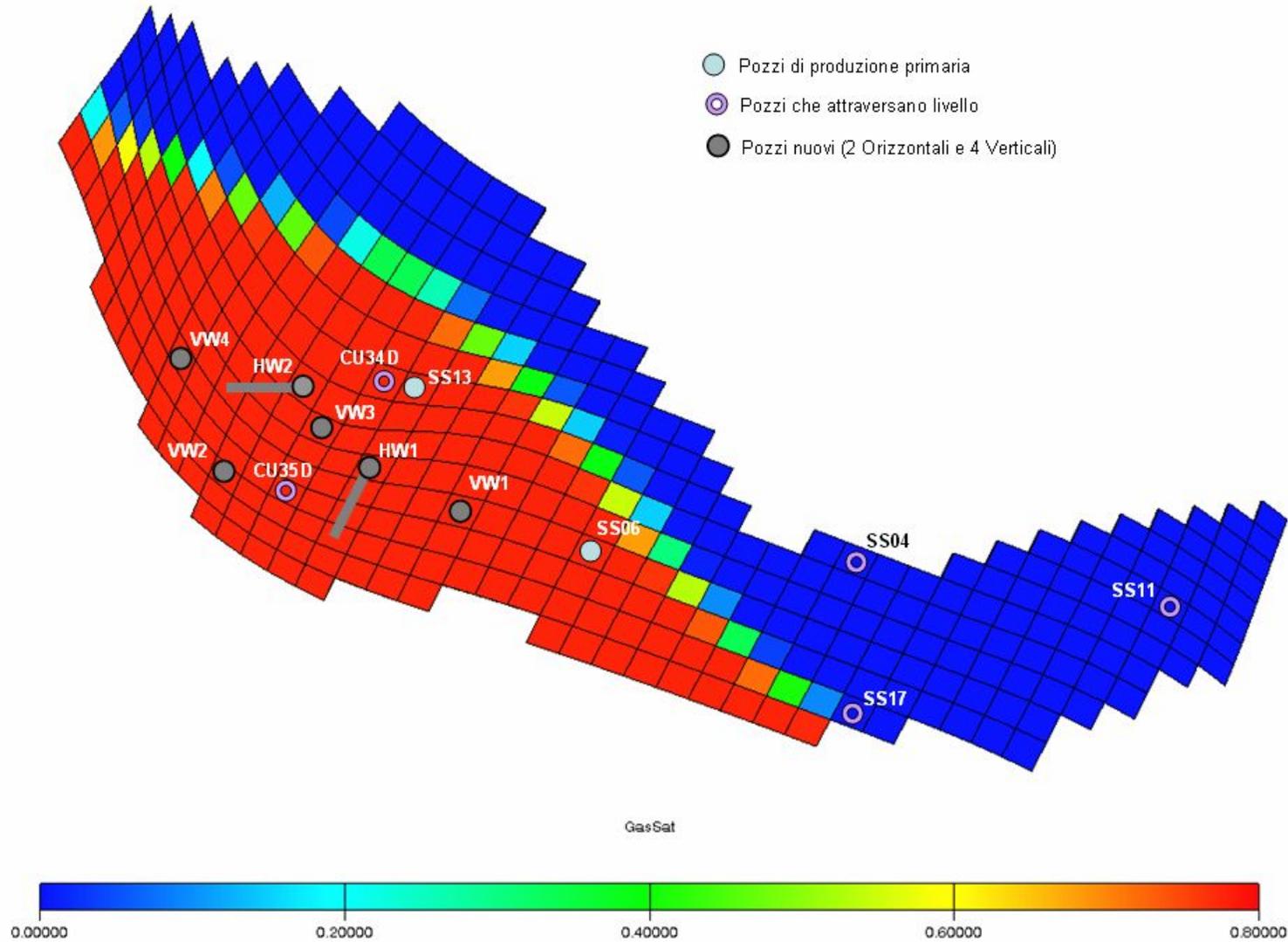




CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Fig.28: Top della culminazione con l'indicazione della posizione dei nuovi pozzi – scenario corrispondente al Caso 2.





CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO

Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Fig.29: Top della culminazione con l'indicazione della posizione dei nuovi pozzi – scenario corrispondente al Caso 3: (caso ottimale).

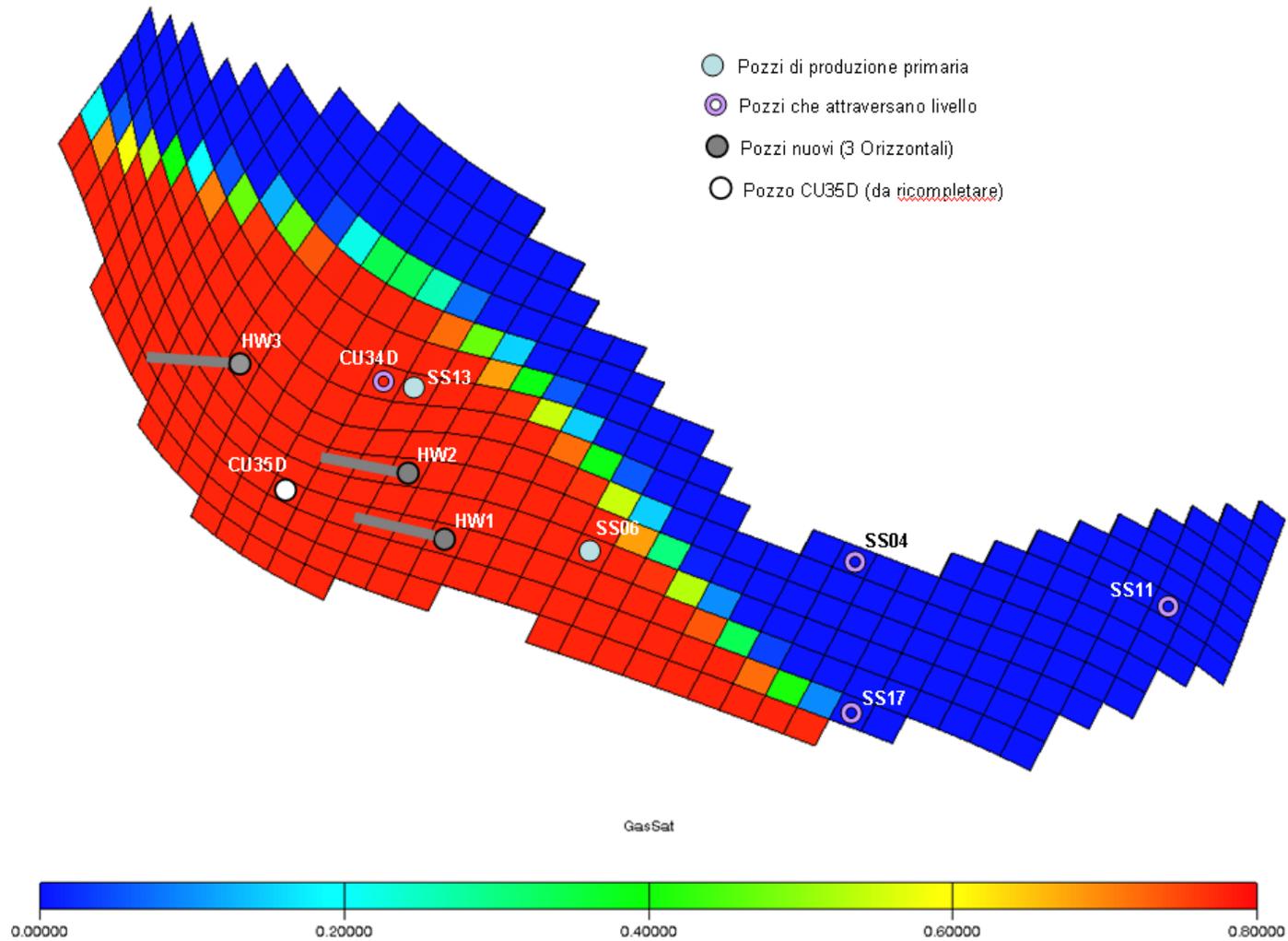




Fig.30: Working Gas vs Tempo, scenario corrispondente al Caso 1: (caso base).

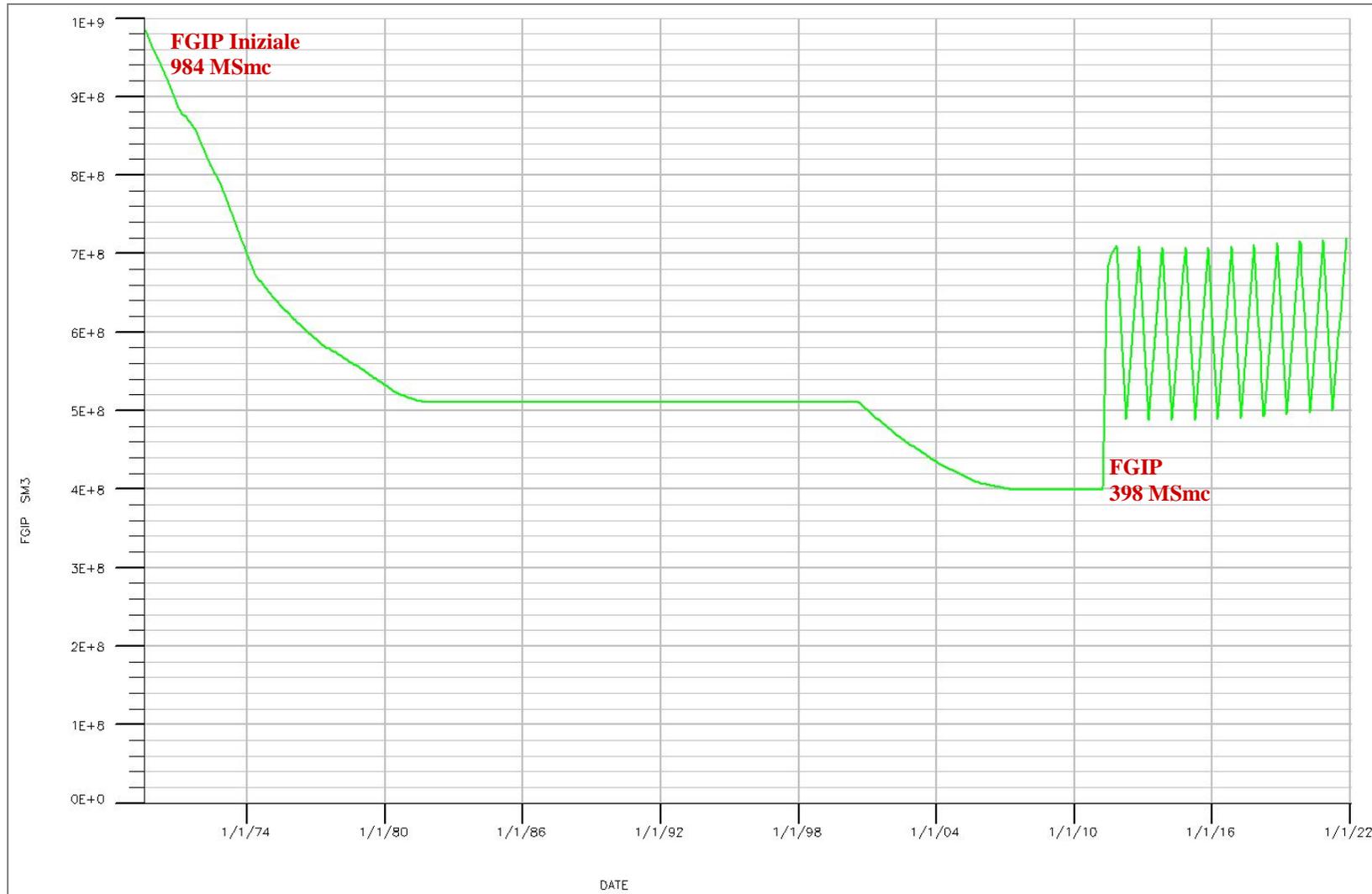


Fig.31: Field Pressure vs Tempo, scenario corrispondente al Caso 1: (caso base).

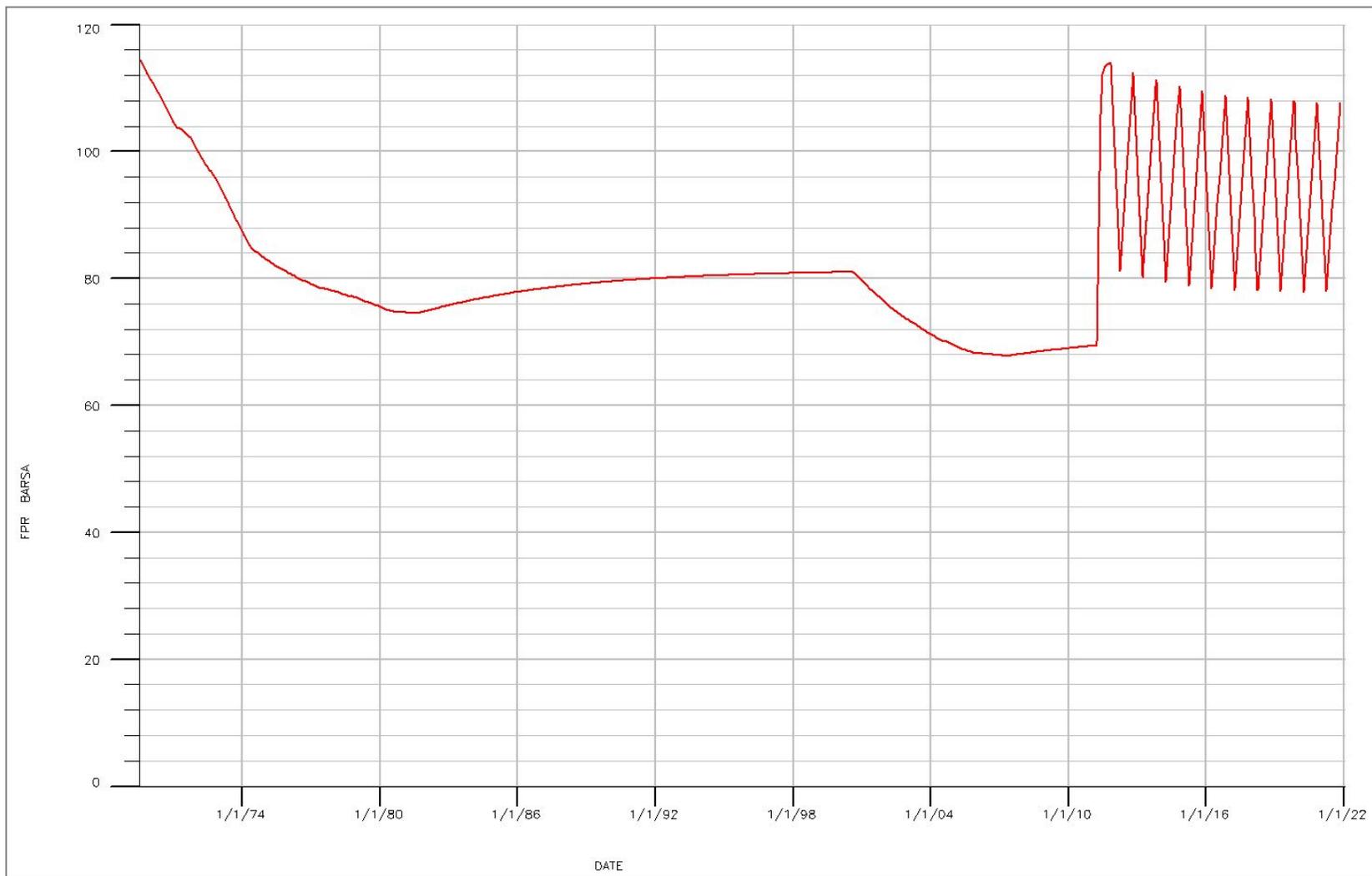


Fig.32: Working Gas vs Tempo, scenario corrispondente al Caso 2.

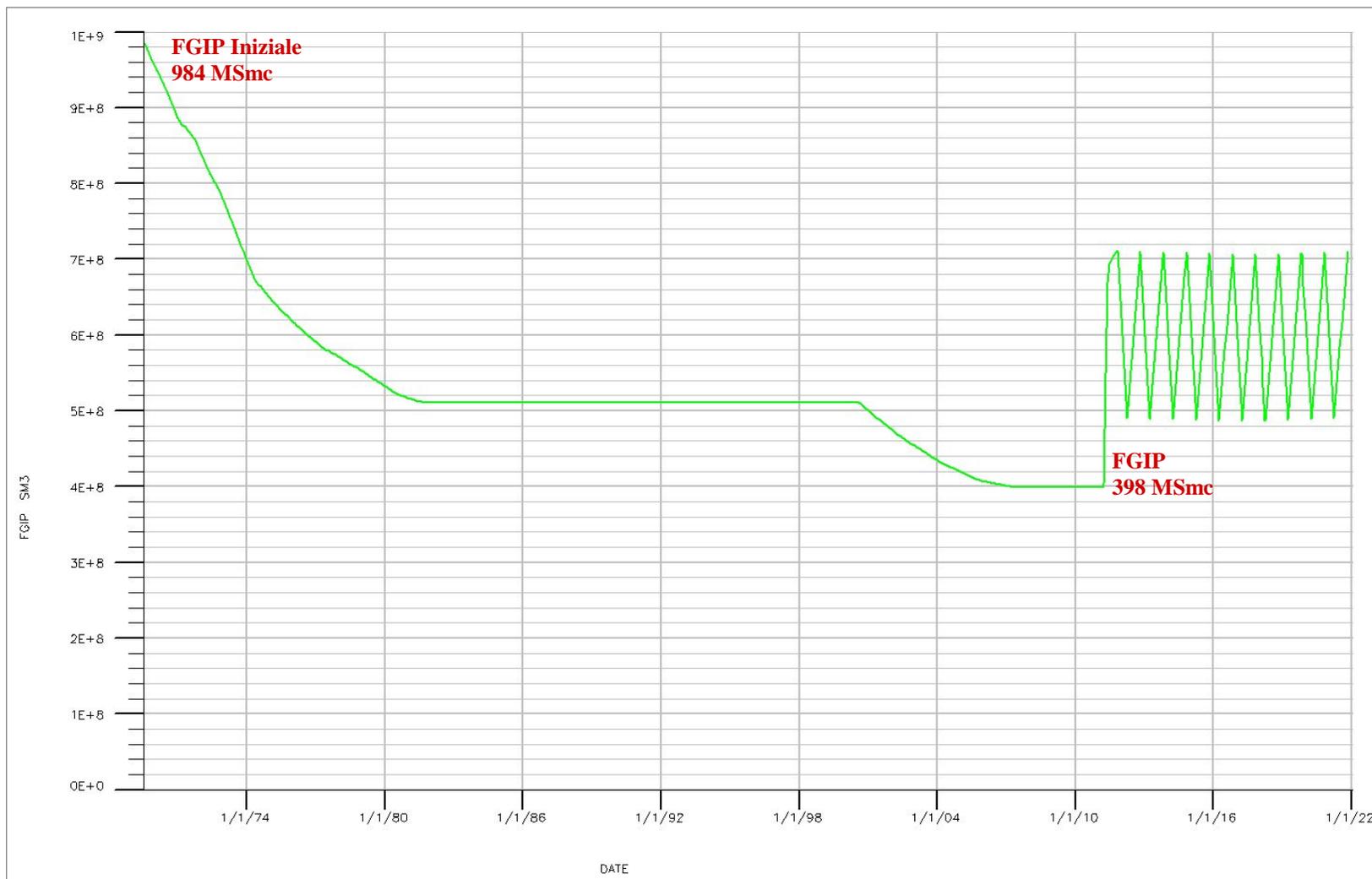


Fig.33: Field Pressure vs Tempo, scenario corrispondente al Caso 2.

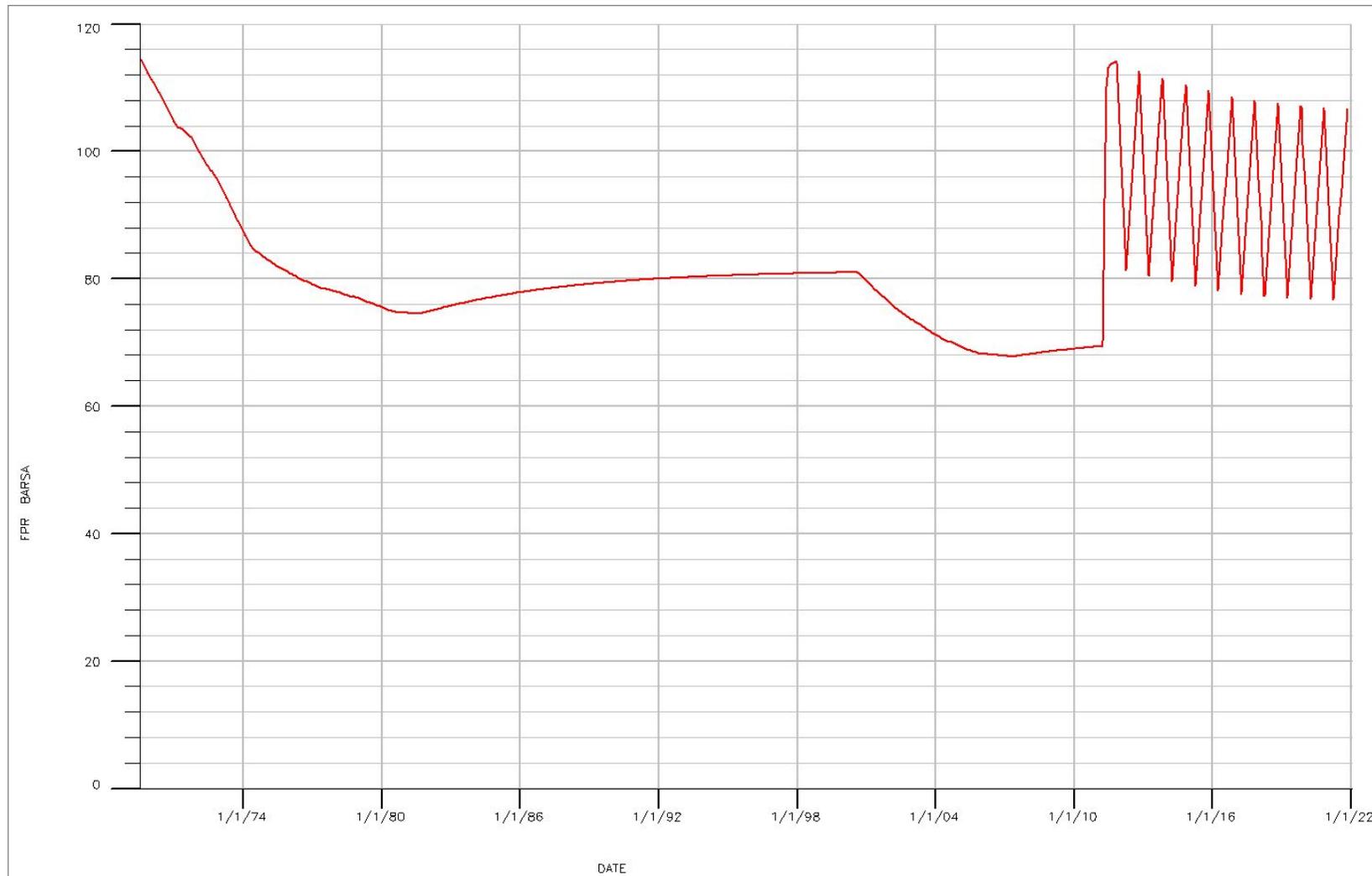


Fig.34: Working Gas vs Tempo, scenario corrispondente al Caso 3: (caso ottimale).

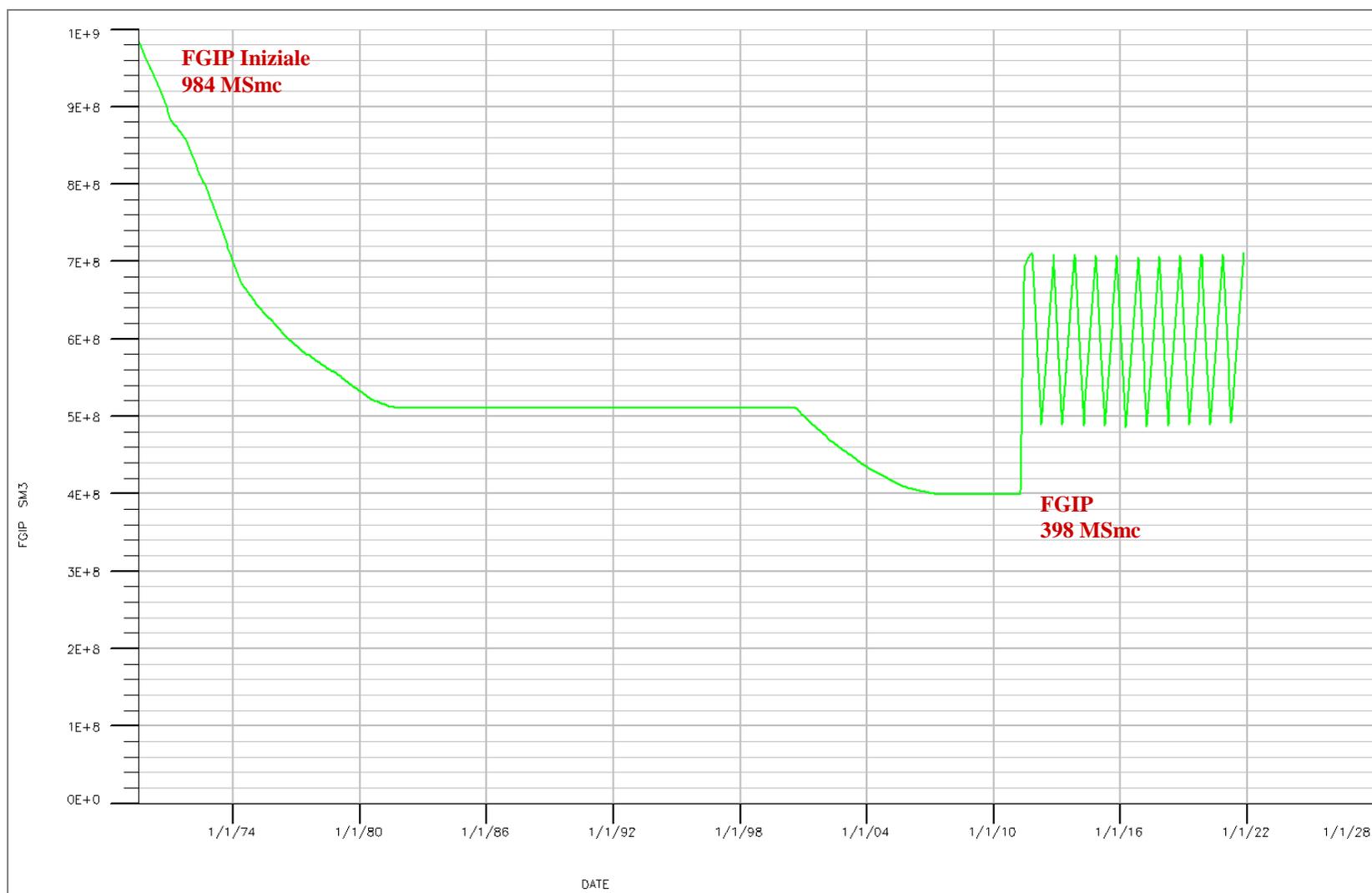


Fig.35: Field Pressure vs Tempo, scenario corrispondente al Caso 3: (caso ottimale).

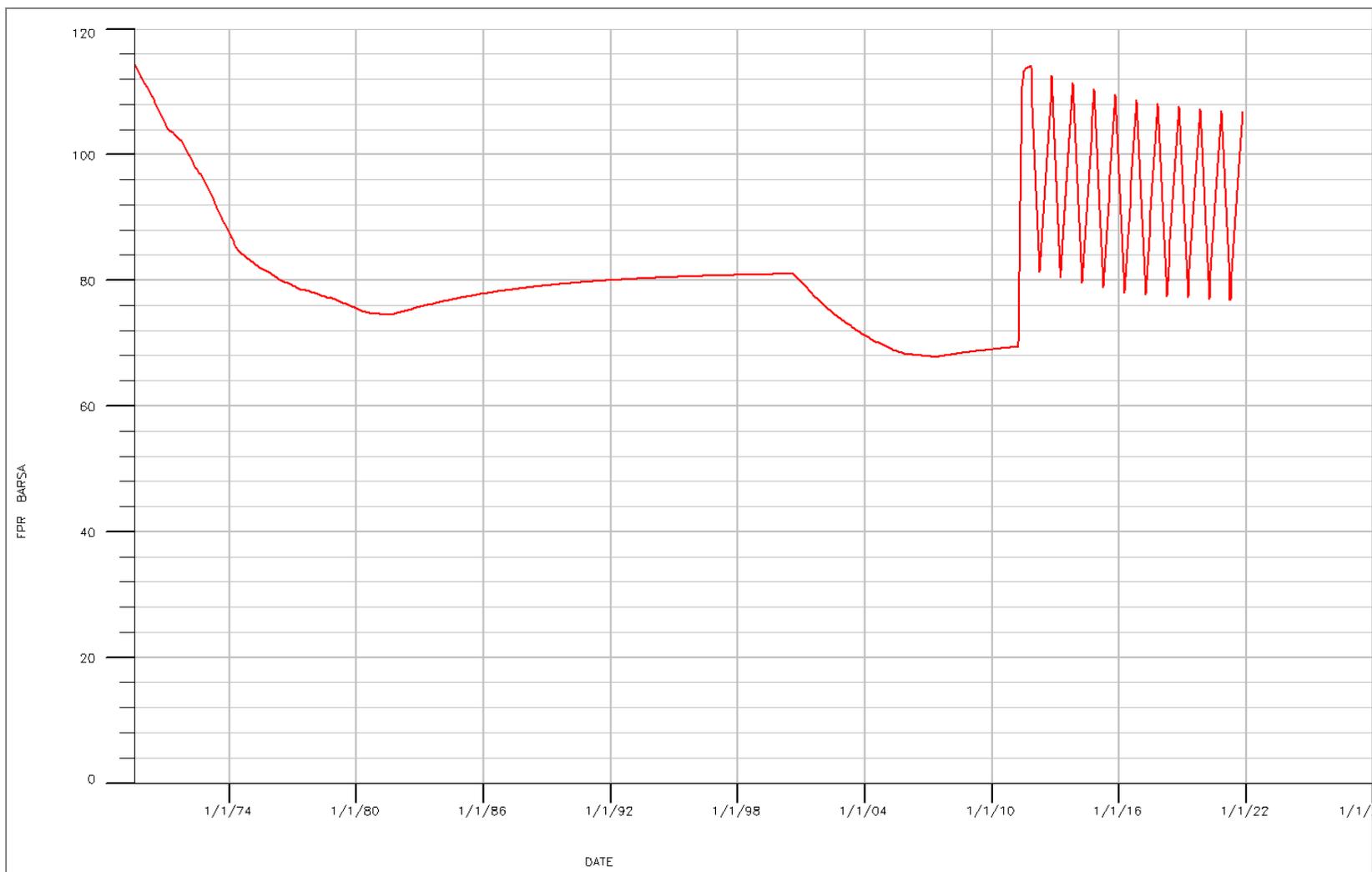


Fig.36: Curva di erogabilità (max punta) vs Tempo – Caso 1: (caso base-4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.

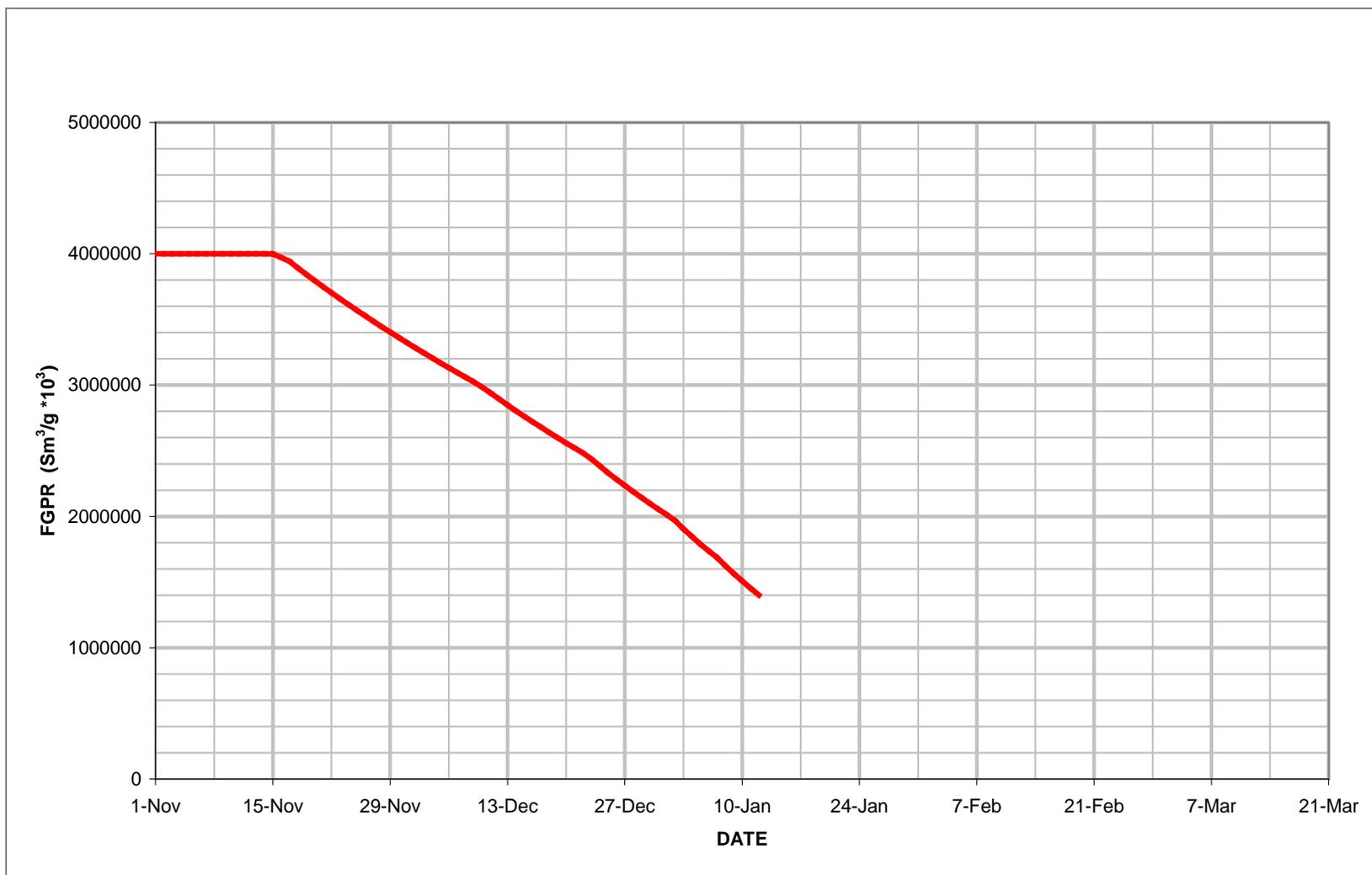


Fig.37: Curva di erogabilità (max punta) vs WG@68barsa – Caso 1: (caso base-4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.

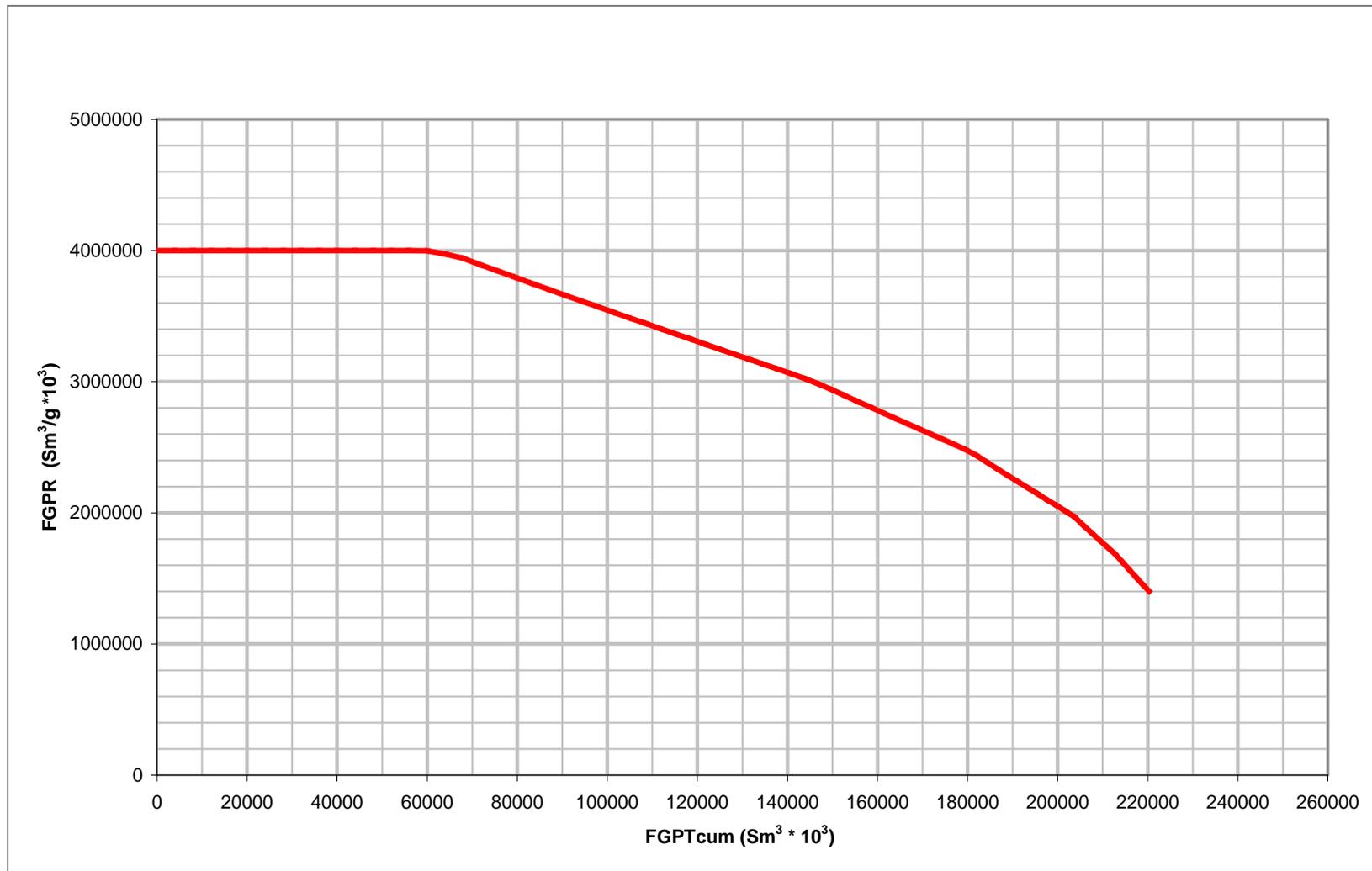


Fig.38: Curva di iniettività (max punta) vs Tempo – Caso 1: (caso base-4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.

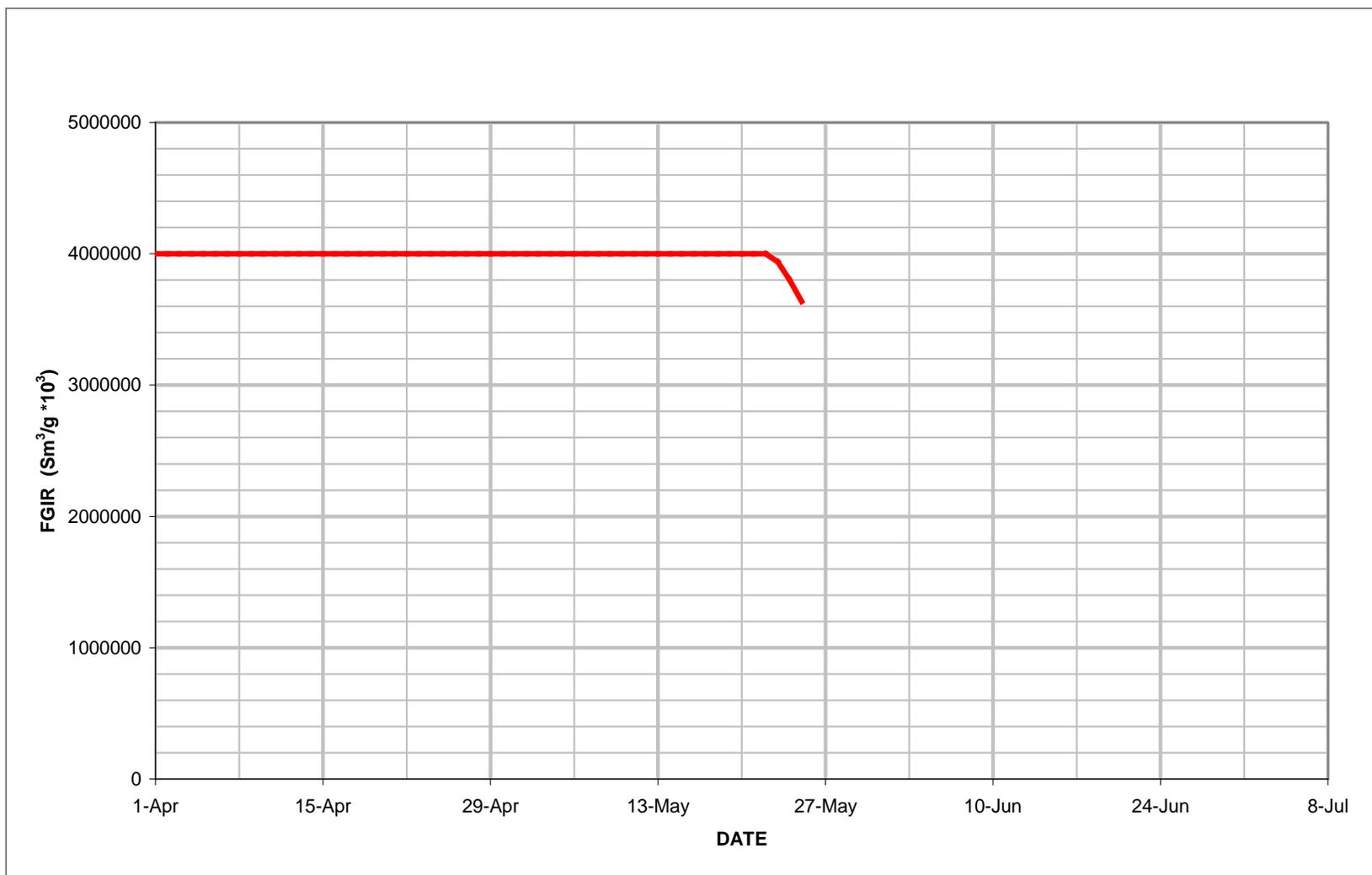


Fig.39: Curva di iniettività (max punta) vs WG@68barsa – Caso 1: (caso base-4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.

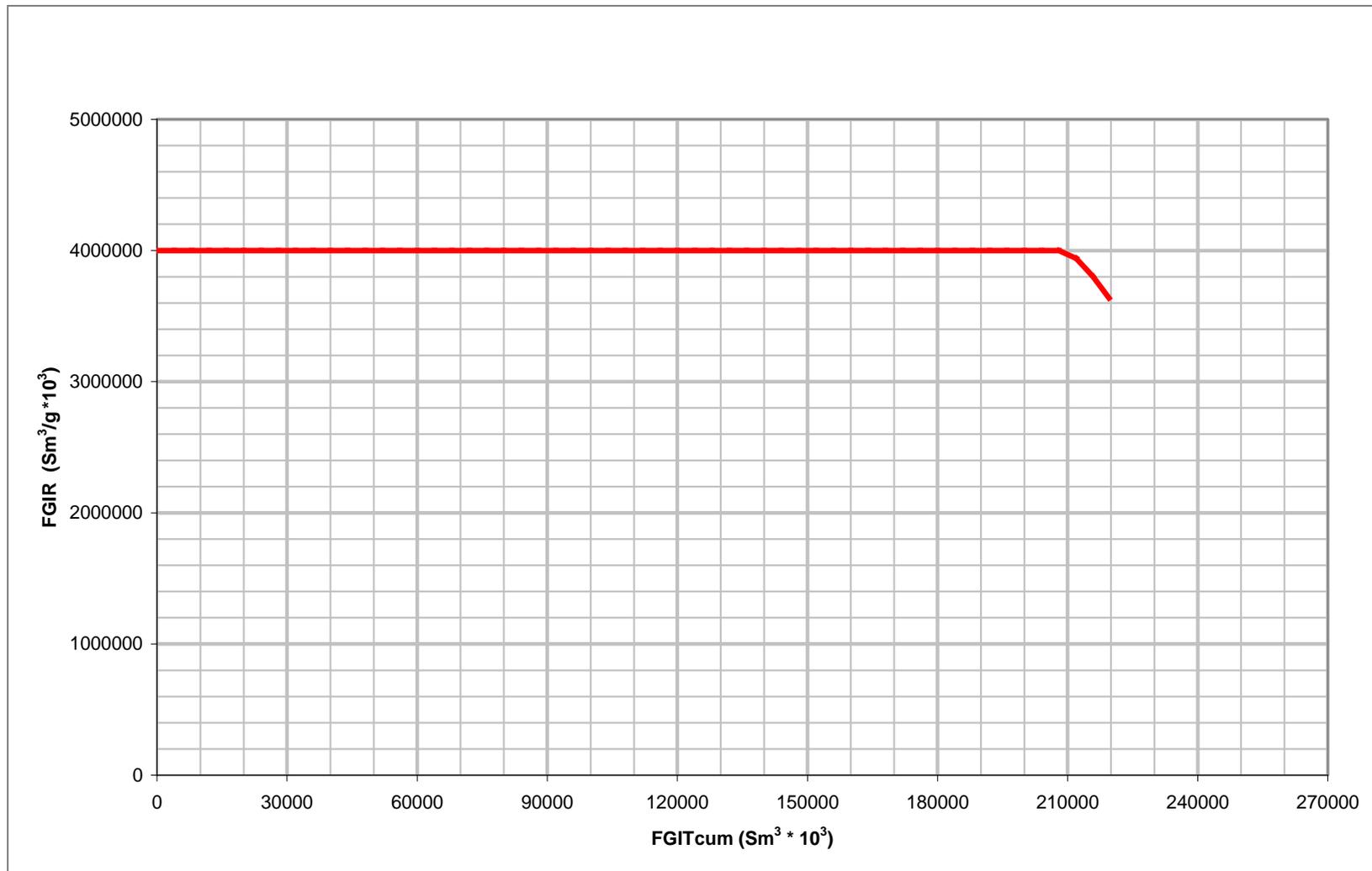


Fig.40: Curva di erogabilità (max punta) vs Tempo – Caso 2 (6 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.

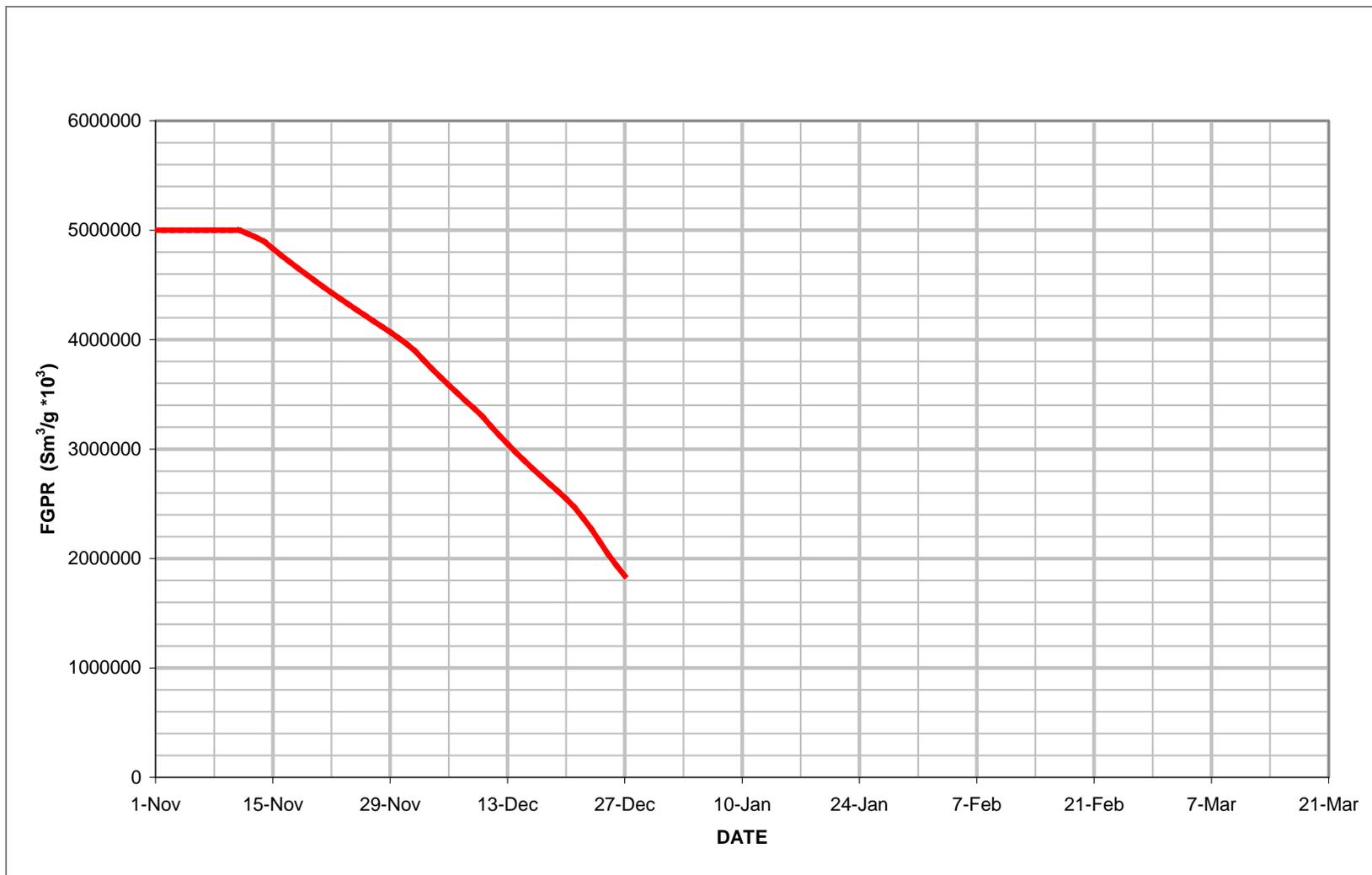


Fig.41: Curva di erogabilità (max punta) vs WG@68barsa – Caso 2 (6 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.

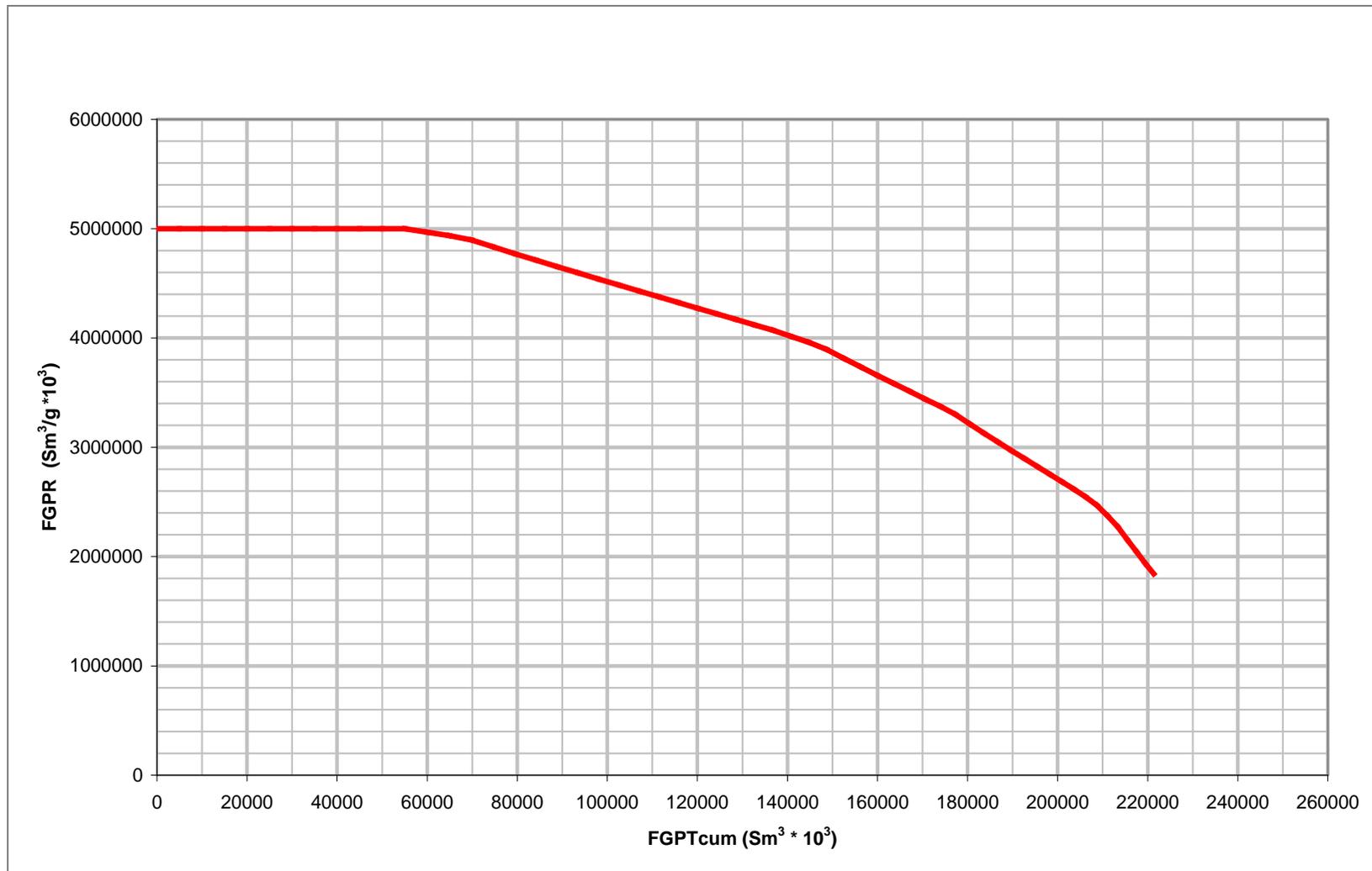
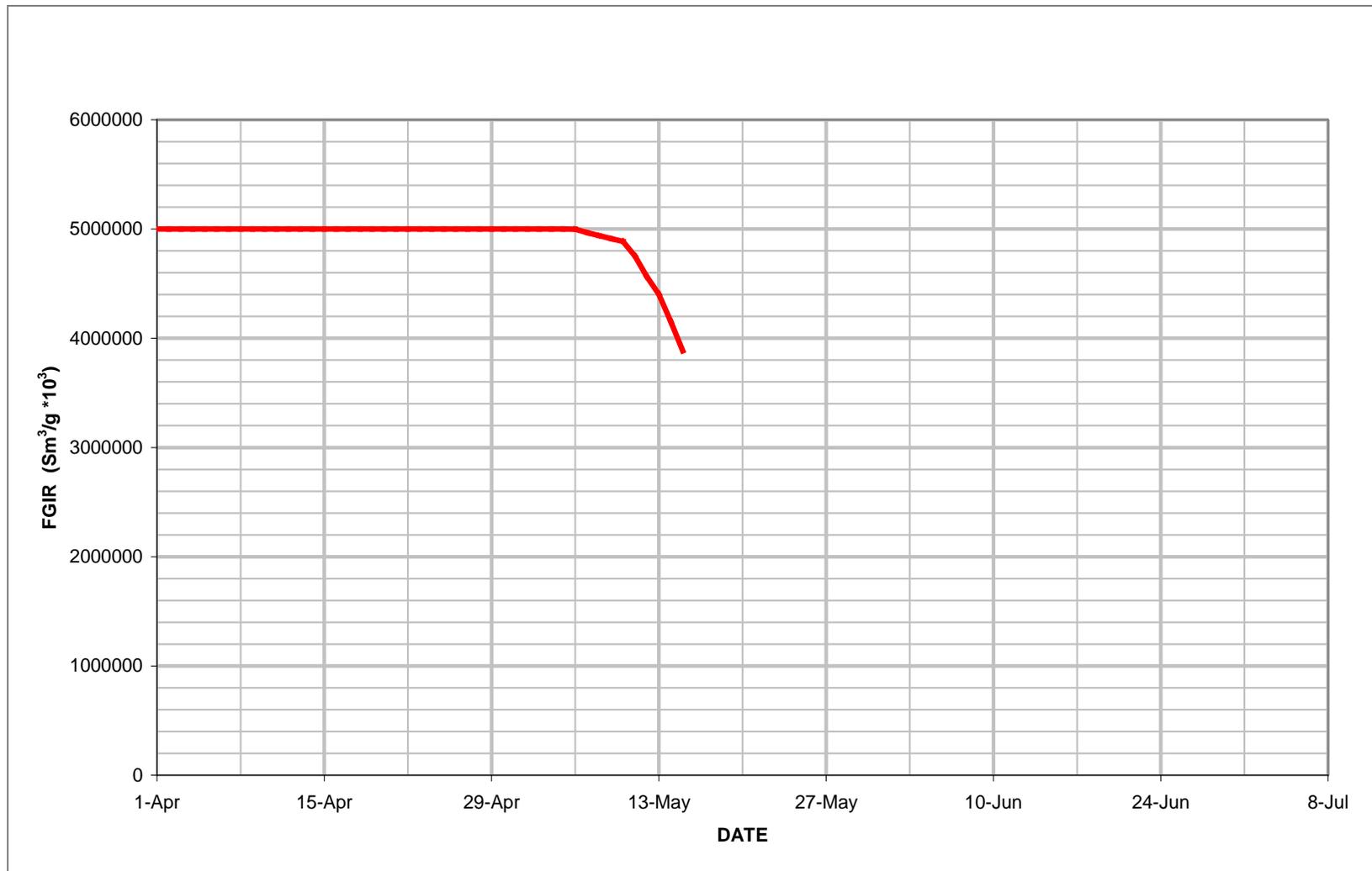


Fig.42: Curva di iniettività (max punta) vs Tempo – Caso 2 (6 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.





CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Fig.43: Curva di iniettività (max punta) vs WG@68barsa – Caso 2 (6 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.

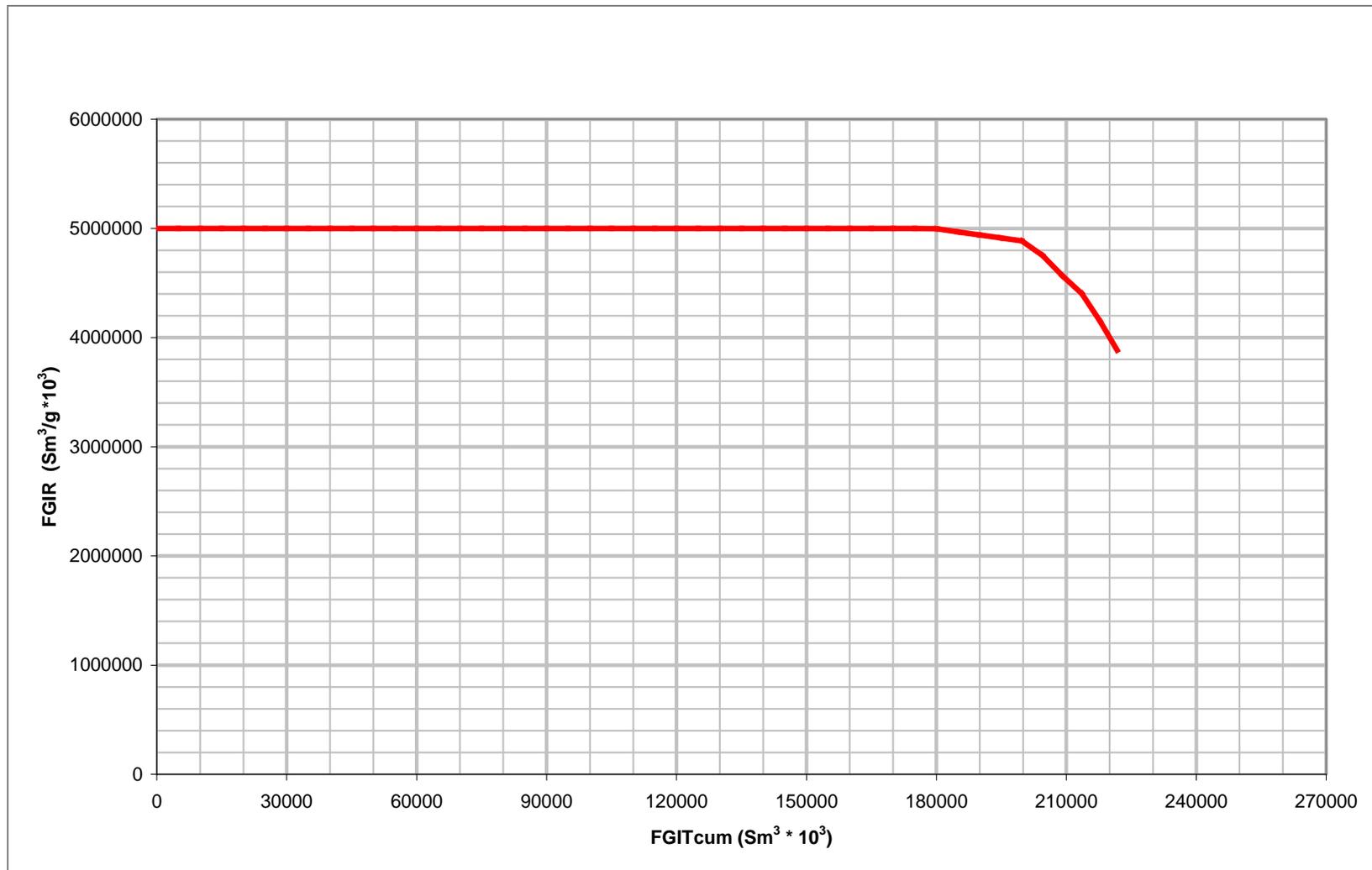
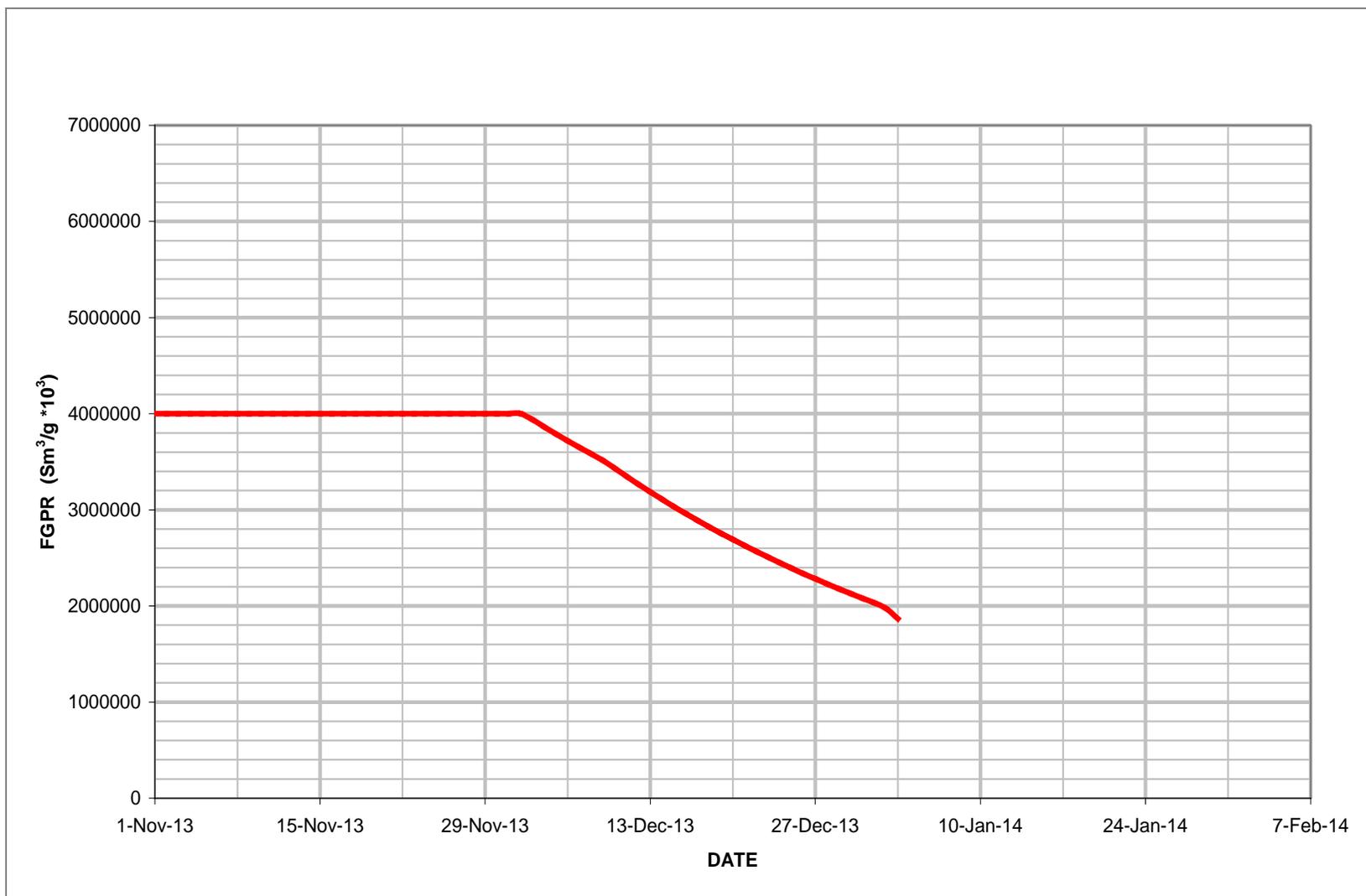


Fig.44: Curva di erogabilità (max punta) vs Tempo – Caso 3: (caso ottimale-4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.





CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
Campo di San Salvo - Livello F (Culminazione Nord-Occidentale)

Fig.45: Curva di erogabilità (max punta) vs WG@68barsa – Caso 3: (caso ottimale-4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.

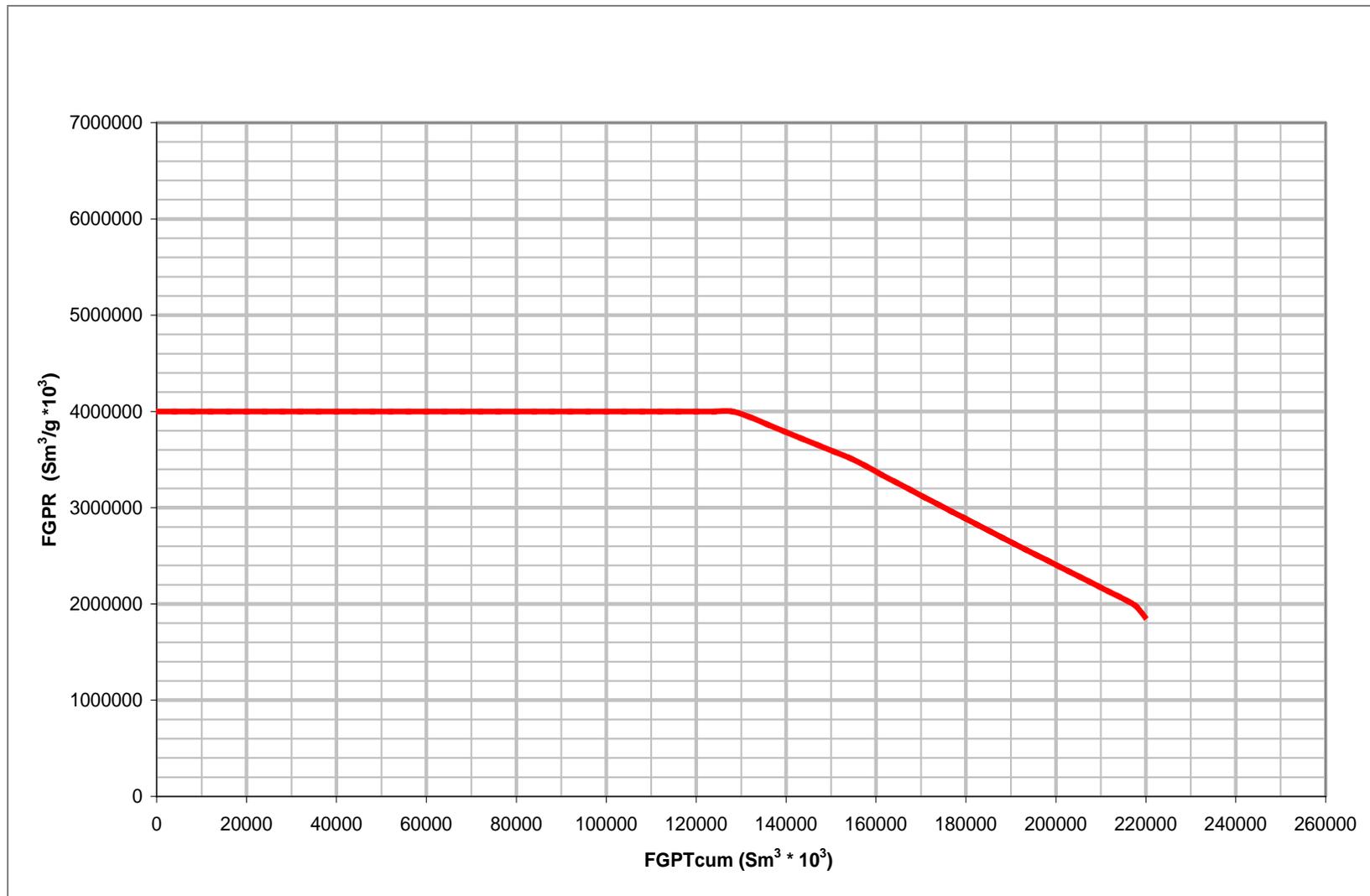


Fig.46: Curva di iniettività (max punta) vs Tempo – Caso 3: (caso ottimale-4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.

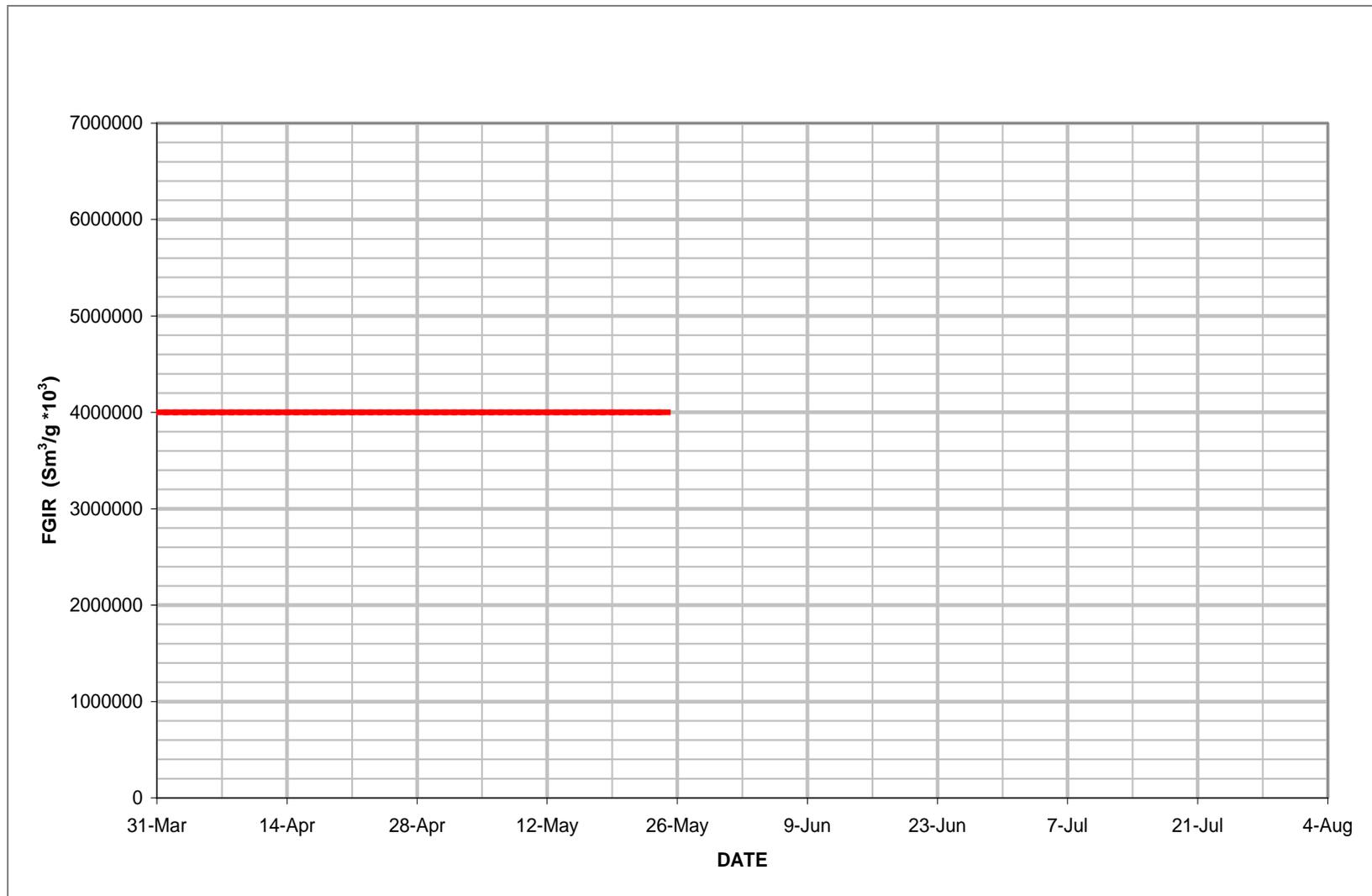


Fig.47: Curva di iniettività (max punta) vs WG@68barsa – Caso 3: (caso ottimale-4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.

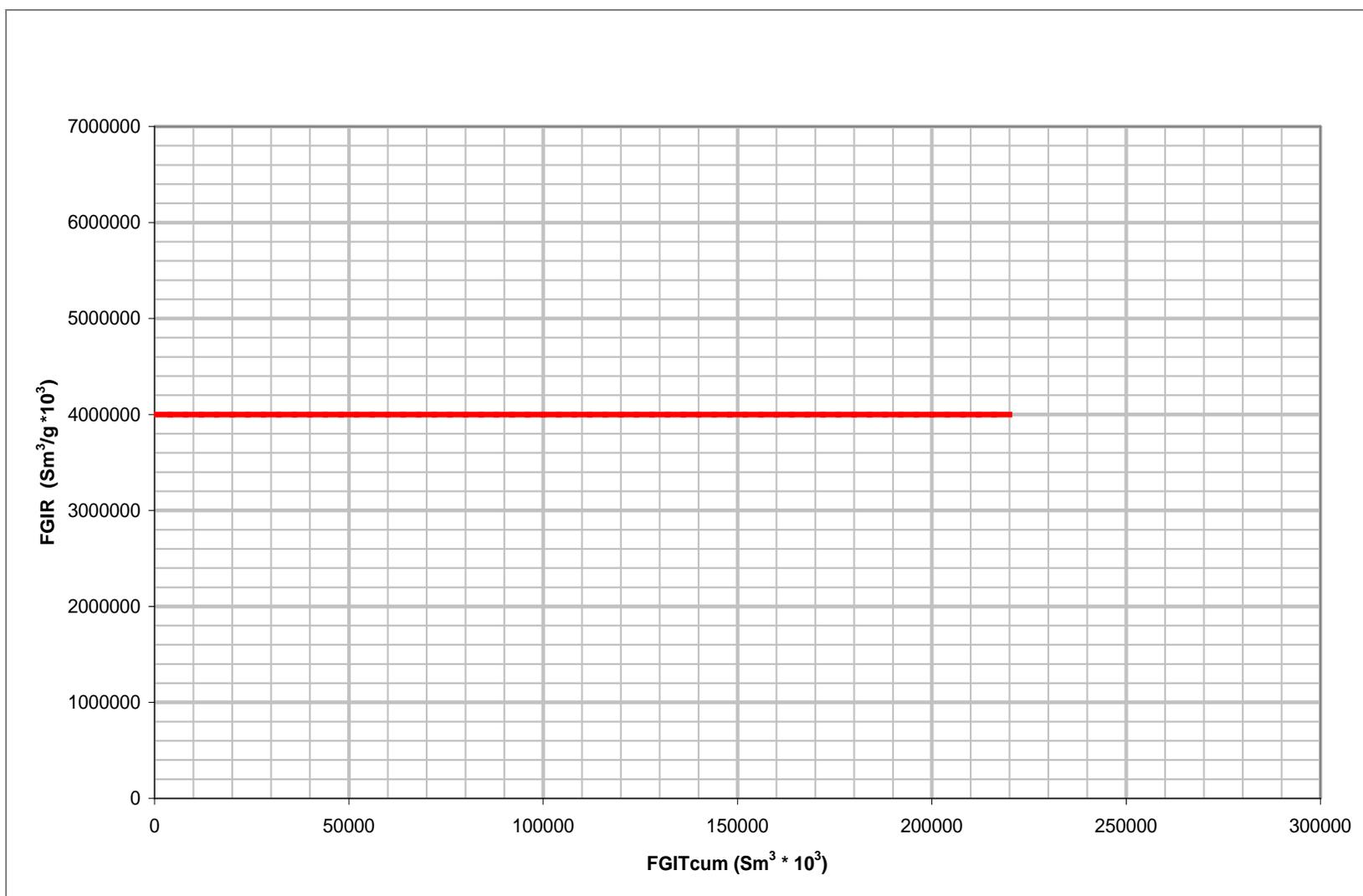


Fig.48: Curva di erogabilità (max punta) vs WG@68barsa – Caso 1: (caso base-4 pozzi) , Caso 2 (6 pozzi) e Caso 3 (4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.

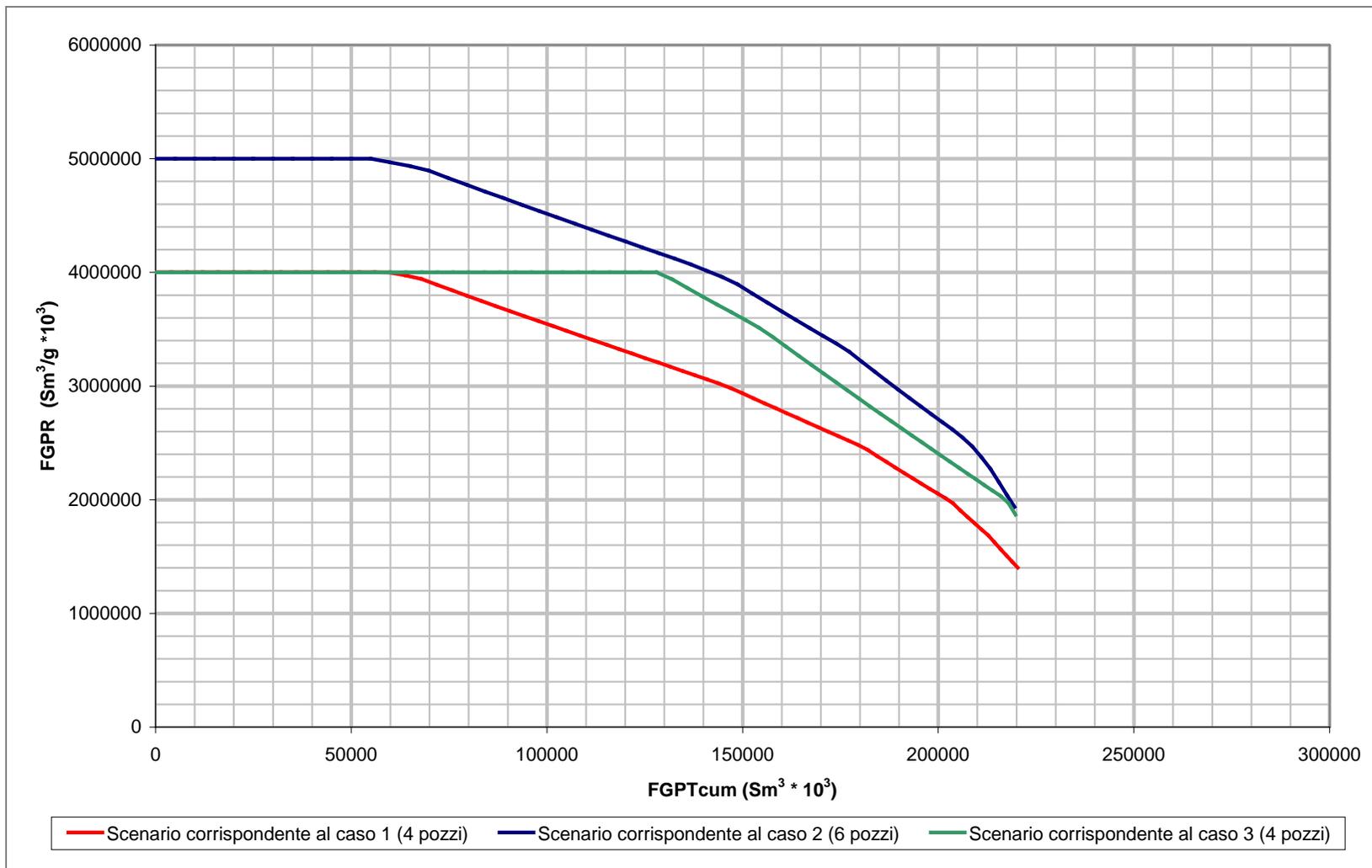
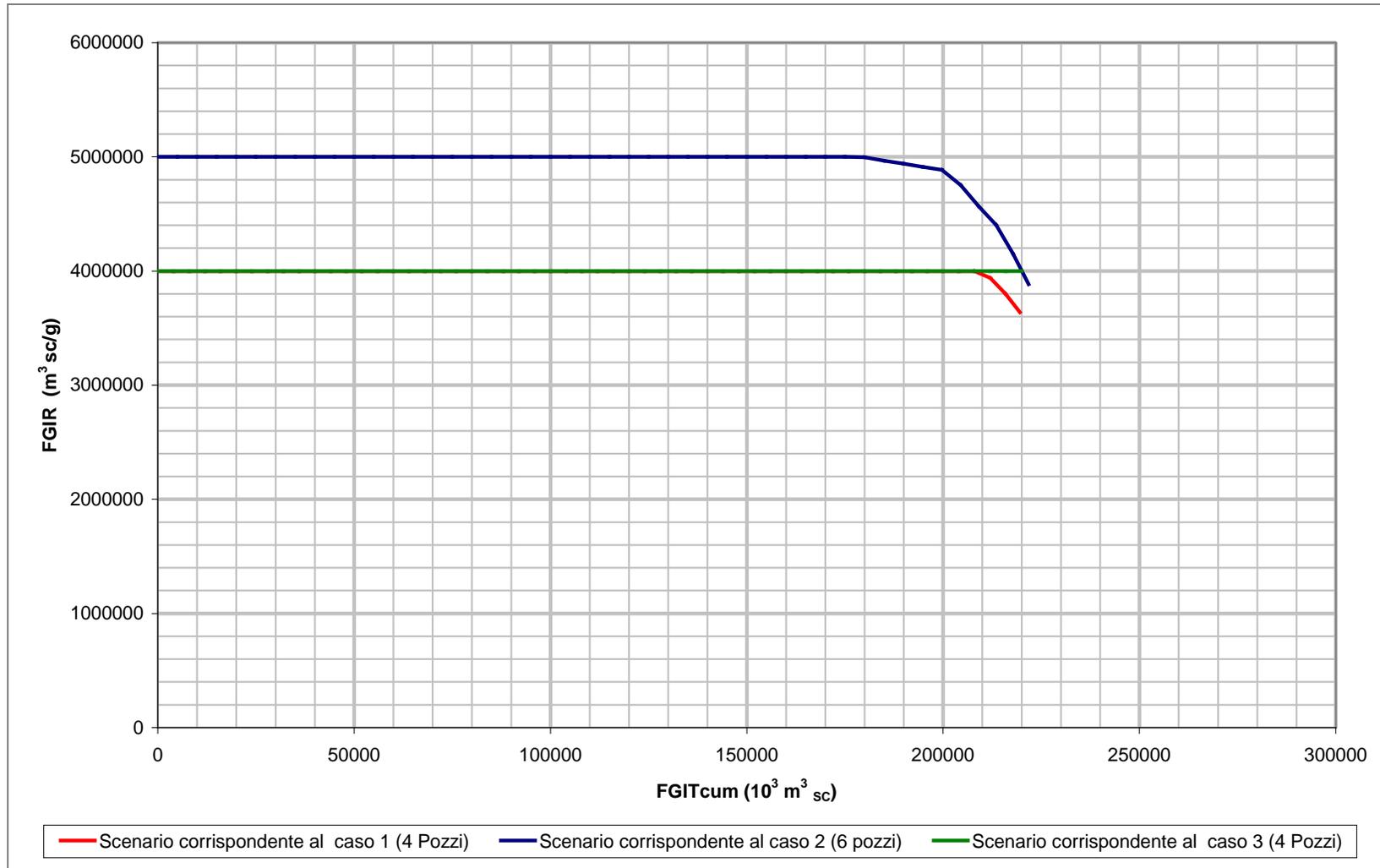


Fig.49: Curva di iniettività (max punta) vs WG@68barsa – Caso 1: (caso base-4 pozzi) , Caso 2 (6 pozzi) e Caso 3: (caso ottimale-4 pozzi), riferita al 3° ciclo di stoccaggio.





STOGIT

CONCESSIONE FIUME TRESTE STOCCAGGIO
Campo di San Salvo - Livello F

ALLEGATI

All.1: Storia produttiva – Pozzo SS06

Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)	Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)
lug-69	31	2.369.000	2.369.000	lug-73	31	6.833.000	253.710.000
ago-69	31	5.849.000	8.218.000	ago-73	31	6.568.000	260.278.000
set-69	30	5.769.000	13.987.000	set-73	30	6.375.000	266.653.000
ott-69	31	5.747.000	19.734.000	ott-73	31	5.170.000	271.823.000
nov-69	30	4.822.000	24.556.000	nov-73	30	6.495.000	278.318.000
dic-69	31	5.049.000	29.605.000	dic-73	31	6.503.000	284.821.000
gen-70	31	5.373.000	34.978.000	gen-74	31	6.393.000	291.214.000
feb-70	28	4.425.000	39.403.000	feb-74	28	5.758.000	296.972.000
mar-70	31	5.152.000	44.555.000	mar-74	31	6.249.000	303.221.000
apr-70	30	5.926.000	50.481.000	apr-74	30	6.179.000	309.400.000
mag-70	31	5.173.000	55.654.000	mag-74	31	4.852.000	314.252.000
giu-70	30	5.308.000	60.962.000	giu-74	30	3.006.000	317.258.000
lug-70	31	5.893.000	66.855.000	lug-74	31	3.284.000	320.542.000
ago-70	31	5.839.000	72.694.000	ago-74	31	3.336.000	323.878.000
set-70	30	6.127.000	78.821.000	set-74	30	3.150.000	327.028.000
ott-70	31	5.777.000	84.598.000	ott-74	31	3.182.000	330.210.000
nov-70	30	6.105.000	90.703.000	nov-74	30	2.925.000	333.135.000
dic-70	31	6.723.000	97.426.000	dic-74	31	2.865.000	336.000.000
gen-71	31	5.838.000	103.264.000	gen-75	31	2.882.000	338.882.000
feb-71	28	3.301.000	106.565.000	feb-75	28	2.546.000	341.428.000
mar-71	31	2.712.000	109.277.000	mar-75	31	2.777.000	344.205.000
apr-71	30	1.237.000	110.514.000	apr-75	30	2.699.000	346.904.000
mag-71	31	4.206.000	114.720.000	mag-75	31	2.759.000	349.663.000
giu-71	30	2.788.000	117.508.000	giu-75	30	2.350.000	352.013.000
lug-71	31	3.538.000	121.046.000	lug-75	31	2.420.000	354.433.000
ago-71	31	3.231.000	124.277.000	ago-75	31	2.613.000	357.046.000
set-71	30	2.753.000	127.030.000	set-75	30	1.820.000	358.866.000
ott-71	31	5.844.000	132.874.000	ott-75	31	2.581.000	361.447.000
nov-71	30	6.095.000	138.969.000	nov-75	30	2.700.000	364.147.000
dic-71	31	5.676.000	144.645.000	dic-75	31	2.420.000	366.567.000
gen-72	31	5.390.000	150.035.000	gen-76	31	2.602.000	369.169.000
feb-72	29	5.896.000	155.931.000	feb-76	29	2.508.000	371.677.000
mar-72	31	5.634.000	161.565.000	mar-76	31	2.562.000	374.239.000
apr-72	30	5.068.000	166.633.000	apr-76	30	2.390.000	376.629.000
mag-72	31	5.932.000	172.565.000	mag-76	31	2.374.000	379.003.000
giu-72	30	3.463.000	176.028.000	giu-76	30	2.406.000	381.409.000
lug-72	31	6.044.000	182.072.000	lug-76	31	2.242.000	383.651.000
ago-72	31	2.668.000	184.740.000	ago-76	31	2.299.000	385.950.000
set-72	30	5.934.000	190.674.000	set-76	30	1.325.000	387.275.000
ott-72	31	6.276.000	196.950.000	ott-76	31	2.285.000	389.560.000
nov-72	30	6.321.000	203.271.000	nov-76	30	2.104.000	391.664.000
dic-72	31	5.624.000	208.895.000	dic-76	31	2.194.000	393.858.000
gen-73	31	6.493.000	215.388.000	gen-77	31	2.104.000	395.962.000
feb-73	28	6.232.000	221.620.000	feb-77	28	1.960.000	397.922.000
mar-73	31	6.591.000	228.211.000	mar-77	31	2.190.000	400.112.000
apr-73	30	5.495.000	233.706.000	apr-77	30	2.105.000	402.217.000
mag-73	31	6.595.000	240.301.000	mag-77	31	1.395.000	403.612.000
giu-73	30	6.576.000	246.877.000	giu-77	30	1.360.000	404.972.000



All.1: Storia produttiva – Pozzo SS06

Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)
lug-77	31	890.000	405.862.000
ago-77	31	1.420.000	407.282.000
set-77	30	1.569.000	408.851.000
ott-77	31	1.530.000	410.381.000
nov-77	30	1.610.000	411.991.000
dic-77	31	1.626.000	413.617.000
gen-78	31	1.640.000	415.257.000
feb-78	28	1.527.000	416.784.000
mar-78	31	1.714.000	418.498.000
apr-78	30	1.588.000	420.086.000
mag-78	31	1.760.000	421.846.000
giu-78	30	1.515.000	423.361.000
lug-78	31	1.635.000	424.996.000
ago-78	31	1.529.000	426.525.000
set-78	30	552.000	427.077.000
ott-78	31	1.460.000	428.537.000
nov-78	30	1.676.000	430.213.000
dic-78	31	1.732.000	431.945.000
gen-79	31	1.536.000	433.481.000
feb-79	28	1.588.000	435.069.000
mar-79	31	1.773.000	436.842.000
apr-79	30	1.706.000	438.548.000
mag-79	31	1.835.000	440.383.000
giu-79	30	1.775.000	442.158.000
lug-79	31	1.693.000	443.851.000
ago-79	31	1.721.000	445.572.000
set-79	30	1.658.000	447.230.000
ott-79	31	1.641.000	448.871.000
nov-79	30	1.664.000	450.535.000
dic-79	31	1.671.000	452.206.000
gen-80	31	1.647.000	453.853.000
feb-80	29	1.585.000	455.438.000
mar-80	31	1.761.000	457.199.000
apr-80	30	1.665.000	458.864.000
mag-80	31	1.619.000	460.483.000
giu-80	30	1.405.000	461.888.000
lug-80	31	1.233.000	463.121.000
ago-80	31	872.000	463.993.000
set-80	30	812.000	464.805.000
ott-80	31	938.000	465.743.000
nov-80	30	915.000	466.658.000
dic-80	31	939.000	467.597.000
gen-81	31	983.000	468.580.000
feb-81	28	760.000	469.340.000
mar-81	31	1.061.000	470.401.000
apr-81	30	951.000	471.352.000
mag-81	31	909.000	472.261.000
giu-81	30	359.000	472.620.000

Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)
lug-81	31	461.000	473.081.000
ago-81	31	458.000	473.539.000
set-81	30	418.000	473.957.000
ott-81	31	195.000	474.152.000



All.2: Storia produttiva – Pozzo SS13

Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)
ago-00	31	623.000	623.000
set-00	30	2.100.000	2.723.000
ott-00	31	2.348.000	5.071.000
nov-00	30	2.343.000	7.414.000
dic-00	31	2.167.000	9.581.000
gen-01	31	2.115.000	11.696.000
feb-01	28	2.017.000	13.713.000
mar-01	31	2.361.000	16.074.000
apr-01	30	2.289.000	18.363.000
mag-01	31	2.336.000	20.699.000
giu-01	30	2.112.000	22.811.000
lug-01	31	2.078.000	24.889.000
ago-01	31	2.100.000	26.989.000
set-01	30	1.795.000	28.784.000
ott-01	31	1.987.000	30.771.000
nov-01	30	2.137.340	32.908.340
dic-01	31	1.994.670	34.903.010
gen-02	31	1.890.130	36.793.140
feb-02	28	1.945.990	38.739.130
mar-02	31	2.244.790	40.983.920
apr-02	30	1.653.180	42.637.100
mag-02	31	1.772.940	44.410.040
giu-02	30	1.817.310	46.227.350
lug-02	31	1.754.300	47.981.650
ago-02	31	1.808.350	49.790.000
set-02	30	1.669.480	51.459.480
ott-02	31	1.681.560	53.141.040
nov-02	30	1.614.497	54.755.537
dic-02	31	1.765.498	56.521.035
gen-03	31	1.591.500	58.112.535
feb-03	28	1.333.140	59.445.675
mar-03	31	1.574.765	61.020.440
apr-03	30	1.718.078	62.738.518
mag-03	31	1.803.697	64.542.215
giu-03	30	1.582.083	66.124.298
lug-03	31	1.685.731	67.810.029
ago-03	31	1.710.741	69.520.770
set-03	30	1.545.935	71.066.705
ott-03	31	1.524.758	72.591.463
nov-03	30	1.549.689	74.141.152
dic-03	31	1.475.786	75.616.938
gen-04	31	1.612.410	77.229.348
feb-04	29	1.298.603	78.527.951
mar-04	31	1.419.864	79.947.815
apr-04	30	1.319.041	81.266.856
mag-04	31	1.374.770	82.641.626
giu-04	30	1.179.624	83.821.250
lug-04	31	1.253.768	85.075.018

Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)
ago-04	31	1.221.498	86.296.516
set-04	30	1.292.539	87.589.055
ott-04	31	1.169.455	88.758.510
nov-04	30	1.111.483	89.869.993
dic-04	31	1.276.700	91.146.693
gen-05	31	1.431.059	92.577.752
feb-05	28	1.122.730	93.700.482
mar-05	31	1.174.915	94.875.397
apr-05	30	1.098.835	95.974.232
mag-05	31	1.136.910	97.111.142
giu-05	30	993.144	98.104.286
lug-05	31	1.086.398	99.190.684
ago-05	31	1.023.085	100.213.769
set-05	30	865.079	101.078.848
ott-05	31	864.081	101.942.929
nov-05	30	923.355	102.866.284
dic-05	31	548.139	103.414.423
gen-06	31	563.803	103.978.226
feb-06	28	493.320	104.471.546
mar-06	31	501.768	104.973.314
apr-06	30	512.831	105.486.145
mag-06	31	563.787	106.049.932
giu-06	30	532.857	106.582.789
lug-06	31	467.094	107.049.883
ago-06	31	561.807	107.611.690
set-06	30	517.376	108.129.066
ott-06	31	301.509	108.430.575
nov-06	30	586.194	109.016.769
dic-06	31	715.613	109.732.382
gen-07	31	397.149	110.129.531
feb-07	28	439.817	110.569.348
mar-07	31	750.348	111.319.696
apr-07	30	182.004	111.501.700



All.3: Storia produttiva – Pozzo SS20Dir

Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)
ott-81	31	2.574.000	2.574.000
nov-81	30	3.505.000	6.079.000
dic-81	31	3.387.000	9.466.000
gen-82	31	3.399.000	12.865.000
feb-82	28	3.049.000	15.914.000
mar-82	31	3.271.000	19.185.000
apr-82	30	75.000	19.260.000
mag-82	31	0	19.260.000
giu-82	30	0	19.260.000
lug-82	31	0	19.260.000
ago-82	31	0	19.260.000
set-82	30	0	19.260.000
ott-82	31	0	19.260.000
nov-82	30	0	19.260.000
dic-82	31	0	19.260.000
gen-83	31	0	19.260.000
feb-83	28	0	19.260.000
mar-83	31	0	19.260.000
apr-83	30	0	19.260.000
mag-83	31	0	19.260.000
giu-83	30	0	19.260.000
lug-83	31	0	19.260.000
ago-83	31	0	19.260.000
set-83	30	0	19.260.000
ott-83	31	0	19.260.000
nov-83	30	0	19.260.000
dic-83	31	0	19.260.000
gen-84	31	0	19.260.000
feb-84	29	0	19.260.000
mar-84	31	0	19.260.000
apr-84	30	0	19.260.000
mag-84	31	0	19.260.000
giu-84	30	0	19.260.000
lug-84	31	0	19.260.000
ago-84	31	0	19.260.000
set-84	30	0	19.260.000
ott-84	31	0	19.260.000
nov-84	30	0	19.260.000
dic-84	31	0	19.260.000
gen-85	31	0	19.260.000
feb-85	28	0	19.260.000
mar-85	31	0	19.260.000
apr-85	30	0	19.260.000
mag-85	31	0	19.260.000
giu-85	30	0	19.260.000
lug-85	31	0	19.260.000
ago-85	31	0	19.260.000
set-85	30	0	19.260.000

Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)
ott-85	31	302.000	19.562.000
nov-85	30	2.116.000	21.678.000
dic-85	31	2.460.000	24.138.000
gen-86	31	2.826.000	26.964.000
feb-86	28	2.582.000	29.546.000
mar-86	31	2.556.000	32.102.000
apr-86	30	2.480.000	34.582.000
mag-86	31	1.926.000	36.508.000
giu-86	30	3.073.000	39.581.000
lug-86	31	2.703.000	42.284.000
ago-86	31	2.785.000	45.069.000
set-86	30	4.092.000	49.161.000
ott-86	31	4.653.000	53.814.000
nov-86	30	4.992.000	58.806.000
dic-86	31	5.142.000	63.948.000
gen-87	31	5.036.000	68.984.000
feb-87	28	4.781.000	73.765.000
mar-87	31	4.996.000	78.761.000
apr-87	30	5.083.000	83.844.000
mag-87	31	4.961.000	88.805.000
giu-87	30	4.344.000	93.149.000
lug-87	31	4.086.000	97.235.000
ago-87	31	3.905.000	101.140.000
set-87	30	3.968.000	105.108.000
ott-87	31	3.745.000	108.853.000
nov-87	30	3.997.000	112.850.000
dic-87	31	4.481.000	117.331.000
gen-88	31	4.574.000	121.905.000
feb-88	29	3.564.000	125.469.000
mar-88	31	3.563.000	129.032.000
apr-88	30	4.121.000	133.153.000
mag-88	31	4.420.000	137.573.000
giu-88	30	3.771.000	141.344.000
lug-88	31	3.922.000	145.266.000
ago-88	31	3.098.000	148.364.000
set-88	30	1.459.860	149.823.860
ott-88	31	2.201.090	152.024.950
nov-88	30	2.591.020	154.615.970
dic-88	31	3.310.170	157.926.140
gen-89	31	2.844.240	160.770.380
feb-89	28	2.951.030	163.721.410
mar-89	31	3.784.750	167.506.160
apr-89	30	4.565.820	172.071.980
mag-89	31	4.602.410	176.674.390
giu-89	30	3.267.400	179.941.790
lug-89	31	2.831.630	182.773.420
ago-89	31	2.279.170	185.052.590
set-89	30	2.333.810	187.386.400



All.3: Storia produttiva – Pozzo SS20Dir

Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)
ott-89	31	2.459.870	189.846.270
nov-89	30	2.353.500	192.199.770
dic-89	31	1.351.140	193.550.910
gen-90	31	866.960	194.417.870
feb-90	28	1.464.570	195.882.440
mar-90	31	2.635.960	198.518.400
apr-90	30	2.127.050	200.645.450
mag-90	31	1.963.160	202.608.610
giu-90	30	1.933.840	204.542.450
lug-90	31	2.584.110	207.126.560
ago-90	31	2.777.400	209.903.960
set-90	30	108.840	210.012.800
ott-90	31	481.930	210.494.730
nov-90	30	239.620	210.734.350
dic-90	31	53.710	210.788.060
gen-91	31	291.420	211.079.480
feb-91	28	2.423.560	213.503.040
mar-91	31	3.535.980	217.039.020
apr-91	30	3.722.910	220.761.930
mag-91	31	3.895.440	224.657.370
giu-91	30	3.979.570	228.636.940
lug-91	31	3.992.030	232.628.970
ago-91	31	3.546.760	236.175.730
set-91	30	3.715.580	239.891.310
ott-91	31	3.871.260	243.762.570
nov-91	30	3.826.710	247.589.280
dic-91	31	3.887.310	251.476.590
gen-92	31	3.850.890	255.327.480
feb-92	29	3.564.150	258.891.630
mar-92	31	3.905.640	262.797.270
apr-92	30	3.816.980	266.614.250
mag-92	31	3.932.770	270.547.020
giu-92	30	3.716.820	274.263.840
lug-92	31	3.895.980	278.159.820
ago-92	31	3.579.060	281.738.880
set-92	30	3.588.790	285.327.670
ott-92	31	3.419.440	288.747.110
nov-92	30	3.593.380	292.340.490
dic-92	31	3.782.580	296.123.070
gen-93	31	3.701.920	299.824.990
feb-93	28	3.372.520	303.197.510
mar-93	31	3.570.430	306.767.940
apr-93	30	3.632.440	310.400.380
mag-93	31	3.768.340	314.168.720
giu-93	30	3.398.500	317.567.220
lug-93	31	3.446.520	321.013.740
ago-93	31	3.781.160	324.794.900
set-93	30	3.476.250	328.271.150

Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)
ott-93	31	3.057.090	331.328.240
nov-93	30	3.397.530	334.725.770
dic-93	31	3.590.400	338.316.170
gen-94	31	3.527.090	341.843.260
feb-94	28	3.151.130	344.994.390
mar-94	31	3.478.660	348.473.050
apr-94	30	3.404.780	351.877.830
mag-94	31	3.450.170	355.328.000
giu-94	30	3.301.640	358.629.640
lug-94	31	3.224.510	361.854.150
ago-94	31	2.790.290	364.644.440
set-94	30	1.841.130	366.485.570
ott-94	31	1.466.000	367.951.570
nov-94	30	1.764.000	369.715.570
dic-94	31	1.696.130	371.411.700
gen-95	31	1.502.000	372.913.700
feb-95	28	250.000	373.163.700
mar-95	31	2.760.000	375.923.700
apr-95	30	2.500.000	378.423.700
mag-95	31	760.000	379.183.700



All.4: Storia produttiva – Pozzo SS19

Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)
feb-96	29	1.897.590	1.897.590
mar-96	31	2.694.000	4.591.590
apr-96	30	2.572.000	7.163.590
mag-96	31	2.864.000	10.027.590
giu-96	30	2.758.000	12.785.590
lug-96	31	2.733.000	15.518.590
ago-96	31	2.768.000	18.286.590
set-96	30	2.560.000	20.846.590
ott-96	31	2.804.000	23.650.590
nov-96	30	2.640.000	26.290.590
dic-96	31	2.722.000	29.012.590
gen-97	31	2.721.000	31.733.590
feb-97	28	2.500.000	34.233.590
mar-97	31	3.174.930	37.408.520
apr-97	30	2.867.750	40.276.270
mag-97	31	2.996.920	43.273.190
giu-97	30	2.914.380	46.187.570
lug-97	31	3.212.800	49.400.370
ago-97	31	3.275.650	52.676.020
set-97	30	3.012.100	55.688.120
ott-97	31	3.433.300	59.121.420
nov-97	30	3.368.480	62.489.900
dic-97	31	2.972.800	65.462.700
gen-98	31	2.525.000	67.987.700
feb-98	28	2.600.000	70.587.700
mar-98	31	2.985.000	73.572.700
apr-98	30	2.736.000	76.308.700
mag-98	31	2.984.020	79.292.720
giu-98	30	2.913.870	82.206.590
lug-98	31	2.887.930	85.094.520
ago-98	31	2.712.970	87.807.490
set-98	30	2.941.240	90.748.730
ott-98	31	2.668.220	93.416.950
nov-98	30	2.369.130	95.786.080
dic-98	31	2.550.250	98.336.330
gen-99	31	2.696.480	101.032.810
feb-99	28	2.320.610	103.353.420
mar-99	31	2.861.280	106.214.700
apr-99	30	2.613.960	108.828.660
mag-99	31	2.469.230	111.297.890
giu-99	30	2.415.020	113.712.910
lug-99	31	2.441.740	116.154.650
ago-99	31	2.171.790	118.326.440
set-99	30	1.862.430	120.188.870
ott-99	31	1.871.590	122.060.460
nov-99	30	1.673.950	123.734.410
dic-99	31	1.574.320	125.308.730
gen-00	31	1.517.000	126.825.730

Mese	Days	Prd.Gas (Sm ³ /mese)	Cum.Prd (Sm ³)
feb-00	29	1.376.000	128.201.730
mar-00	31	1.354.000	129.555.730
apr-00	30	1.212.000	130.767.730
mag-00	31	1.197.000	131.964.730
giu-00	30	1.159.000	133.123.730
lug-00	31	1.027.000	134.150.730
ago-00	31	677.000	134.827.730
set-00	30	269.000	135.096.730
ott-00	31	228.000	135.324.730
nov-00	30	445.000	135.769.730
dic-00	31	969.000	136.738.730
gen-01	31	1.234.000	137.972.730
feb-01	28	1.120.000	139.092.730
mar-01	31	1.015.000	140.107.730
apr-01	30	257.000	140.364.730
mag-01	31	198.000	140.562.730
giu-01	30	187.000	140.749.730
lug-01	31	203.000	140.952.730
ago-01	31	190.000	141.142.730
set-01	30	34.000	141.176.730
ott-01	31	0	141.176.730

All.5: SBHP Profili statici di pressione

Data	SBHP @ Datum			
	POZZO SS06		POZZO SS13	
	SBHP @ DATUM (931 m.l.m.) (Kg/cm ² a)	SBHP @ DATUM (931 m.l.m.) (barsa)	SBHP @ DATUM (931 m.l.m.) (Kg/cm ² a)	SBHP @ DATUM (931 m.l.m.) (barsa)
08/04/1971	103,03	100,02		
11/04/1972	97,56	94,66		
09/10/1973	88,96	86,23		
16/12/1975	82,56	79,95		
29/09/1978	78,65	76,12		
04/02/1988			74,64	72,18
06/09/1990			77,66	75,15
16/01/1991			79,36	76,81
20/02/1991			79,42	76,87
17/06/1997			81,16	78,58
07/11/2003			75,43	72,96
10/06/2004			72,08	69,67
05/07/2005			73,50	71,07
25/07/2006			72,83	70,41
18/01/2007			71,97	69,57
04/09/2007			69,28	66,93
01/07/2008			69,53	67,17

All.5: SBHP Profili statici di pressione

Data	SBHP @ Datum	
	POZZO SS20	
	SBHP @ DATUM (931 m.l.m.) (Kg/cm ² a)	SBHP @ DATUM (931 m.l.m.) (barsa)
07/10/1981	104,90	102,87
14/04/1982	102,10	100,13
18/07/1983	99,80	97,87
04/08/1986	96,14	94,28
20/09/1988	74,26	72,82
05/09/1989	66,01	64,73
05/09/1990	67,91	66,60
10/12/1990	67,90	66,59
26/08/1991	64,46	63,21
08/07/1992	60,46	59,29
28/10/1993	53,80	52,76

All.6: Schema di completamento dei pozzi di produzione primaria – Stato attuale

	SS06 (Liv. F(Nord-Ovest))
F	
E0	
D+E	
C2	

	SS13 Liv. F(Nord-Ovest)
F	
E1	
E0	
D+E	

	SS19 Liv.F(Sud-Est)
H	
F+G	 
E0	
C2	

	SS20Dir Liv.F(Sud-Est)
H	
G	
F	
E1	
E0	
C2	

LEGENDA



Livello attualmente aperto



Esclusione livello

All.7: Interventi pozzi produzione primaria

POZZO	LIVELLO	TR mlm	COMPLETAMENTO				TBG	STATO
			Tipo	da mRT	a mRT		Diam. in inch	
SS06	F D+E+E0 C2	127,3	CONVENZ. SINGOLO	1035,5 1158,5 1234,5	1045,5 1218,5 1239,5		2" 7/8	Dal 1965 al luglio 1969 produzione dai livelli D+E ed E0 Luglio 1969 ricompletamento singolo sul livello F Dal Luglio 1969 al Novembre 1981 produzione dai livelli D+E ed E0 e F Livelli D+E ed E0 esclusione attraverso bridge plug Dopo il 1981 ricompletamento. Il pozzo cambia la sua funzione da pozzo produttore a pozzo spia del livello C2
SS13	F E1 E0 D+E	150,3	CONVENZ. DOPPIO SELETTIVO	1051 1151 1192 1206	1065 1160 1194 1243	String Corta String Lunga String Lunga String Lunga	2" 3/8	Dal Giugno 1965 a Gennaio 1970 produzione dai livelli D+E ed E0 Febbraio 1970 ricompletamento in singolo selettivo sui livelli E1 e F Esclusione livelli D+E ed E0 con squeeze e bridge plug Aprile 1995 Intervento W.O.: Ricompilamento in doppio selettivo sui livelli D+E, E0 e F al fine di utilizzare il pozzo come spia sui livelli D+E ed E0 e come produttore sul livello F per il recupero della coda di produzione Esclusione livello E1



All.8: Bollettino analisi gas

Agip

S.p.A.

Direzione Laboratori
Lab. Chimici, Chimico-Fisici e Giacimenti

S. Donato Milanese, 4-7-1989

BOLLETTINO N. 572/89 LACH(Gas)

Campione di gas del pozzo **CUPELLO 28**

Dati di campionamento

Intervallo : m. -

Punto di prelievo: testa pozzo Press. 43 bar Temp. -°C

Data di prelievo: 18-6-1989 Data di arrivo: 28-6-1989

Prelevato da SECE Bombola n. A3073

Risultati analitici

COMPOSIZIONE CENTESIMALE
(gascromatografia)CARATTERISTICHE FISICHE CALCOLATE
a 15°C e 1.01325 bar

	% mol		
Azoto	0.54	Fatt. comprimib.	0.9980
Anidride carbonica	0.12	Densita'(aria-1)	0.560
Iodrogeno solforato	-	Massa Volumica kg/m ³	0.686
Metano	99.20	Potere calorifico superiore kcal/m ³	8981
Etano	0.06	kJ/m ³	37602
Propano	0.05	Potere calorifico inferiore kcal/m ³	8086
I-Butano	0.02	kJ/m ³	33854
N-Butano	< 0.005		
Neo-Pentano	-		
I-Pentano	0.01		
N-Pentano	< 0.005		
Esani	< 0.005		
Eptani	< 0.005		
Ottani+	< 0.005		

Nota - Il campione pervenuto conteneva lo 0.8 % mol. di aria. La composizione centesimale riportata e' stata corretta per tale contributo.

Il Responsabile Analisi Chimiche
e Prove Tecnologiche

Beta

AB



All.9: Bollettino analisi gas

Agip

S.p.A.

Ingegneria del petrolio
Laboratori Chimico-Fisica

S. Donato Milanese, 12-2-1991

BOLLETTINO N. 31/91 LACH (Acq)

Campione di acqua **del pozzo S.SALVO 14** prelevato durante lo spurgo
in atmosfera

Intervallo

Punto del prelievo

Data di prelievo

Inviato da

SECE

Data di arrivo

14-1-1991

1. Caratteristiche generali

Colore	giallastro	Resistiv. a 20 C, Ohm m	0.23
Odore	idrocarburi	Salinita' come NaCl, mg/l	30726
Fluorescenza	azzurra	Residuo a 110 C, mg/l	32780
Peso sp. a 15 C	1.024	Residuo a 180 C, mg/l	31260
pH a 23 C	7.82	Residuo a 600 C, mg/l	30240
Eh a 23 C			

2. Analisi ionica

	mg/l	meq/l		mg/l	meq/l
Na	10782	0.47E+03	Cl	18640	0.53E+03
K	142	0.36E+01	SO4	12.0	0.25E+00
Li	1.3	0.19E+00	CO3	assente	
Ca	563	0.28E+02	HCO3	116	0.19E+01
Mg	304	0.25E+02	OH	assente	
Ba	59.0	0.86E+00	NO3	< .7	
Sr	21.0	0.48E+00	F	< 5	
Fe	< .5		Br	129	0.16E+01
Mn	4.10	0.15E+00	J	76.0	0.60E+00
Al	< .9		PO4	< .5	
NH4	56.0	0.31E+01	Acetati	< .4	
			Propionati	< .4	
			Butirradi	< .6	
			H2S	n.d.	
SiO2	18.4	0.31E+00	H3BO3	108	0.52E+01
			Alcalinita'		
n.d. - non determinato			come HCO3	220	0.36E+01

3. Rapporti rispetto al residuo a 180 C

	%		%
Cl	59.63	Ca+Mg	2.77
Ca	1.80	J	0.24
Mg	0.97		

Mg/Ca = 0.54