



**petroleum
engineering
group**

A graphic element consisting of three horizontal red bars stacked vertically, with a black vertical bar extending downwards from the center of the top bar.

STOGIT

CONTRATTO DI RICERCA TRA IL
POLITECNICO DI TORINO – DITAG e STOGIT – Unità GIAC
“STUDI DI GIACIMENTO PER LO STOCCAGGIO
SOTTERRANEO DEL GAS NATURALE”

CAMPO DI RIPALTA

MODELLO STATICO

Maggio 2012



INDICE

1	EXECUTIVE SUMMARY	1
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	2
3	MODELLO STATICO	3
3.1	Dati utilizzati.....	3
3.2	Procedura di realizzazione del modello	3
3.3	Correlazione stratigrafica	4
3.4	Costruzione del modello di faglie.....	4
3.5	Discretizzazione del volume poroso	5
3.6	Caratteristiche petrofisiche	5
3.6.1	<i>Distribuzione del net to gross</i>	6
3.7	GOIP statico.....	6
	TABELLE.....	7
	FIGURE.....	16
	ALLEGATO 1.....	26



LISTA DELLE TABELLE

- Tab. 1: Tagli stratigrafici livello A, zona A1;
- Tab. 2: Tagli stratigrafici livello A, zona A2 superiore;
- Tab. 3: Tagli stratigrafici livello A, zona A2 inferiore;
- Tab. 4: Tagli stratigrafici *bottom* livello A;
- Tab. 5: Intervalli spari originali;
- Tab. 6: Zonazione verticale principale, *layering* e proprietà di modello;
- Tab. 7: Valori medi di NTG
- Tab. 8: *Bulk volume*, *net volume*, *pore volume* e GOIP statico.

LISTA DELLE FIGURE

- Fig. 1 - Stratigrafia del *reservoir* e ubicazione degli orizzonti sismici;
- Fig. 2 - Poligoni di faglia (GEOS, ENI E&P – 2008);
- Fig. 3 - Mappa delle isobate e posizione del GWC originale per il livello A1;
- Fig. 4 - Mappa delle isobate e posizione del GWC originale per il livello A2 superiore;
- Fig. 5 - Mappa delle isobate e posizione del GWC originale per il livello A2 inferiore;
- Fig. 6 - Vista 3D del *grid*;
- Fig. 7 - Mappa delle isobate e della distribuzione del NTG per il livello A1;
- Fig. 8 - Mappa delle isobate e della distribuzione del NTG per il livello A2 superiore;
- Fig. 9 - Mappa delle isobate e della distribuzione del NTG per il livello A2 inferiore.

ALLEGATI

Allegato 1 – Correlazione stratigrafica; intervalli spari e valori medi di NTG.



1 EXECUTIVE SUMMARY

Il presente rapporto descrive il flusso di lavoro seguito per la messa a punto del modello geologico del campo di stoccaggio di Ripalta, livello A, ed i risultati ottenuti dal *Petroleum Engineering Group* del Politecnico di Torino

Il modello geologico-strutturale di Ripalta è stato costruito utilizzando le mappe strutturali fornite da GEOS (ENI E&P) a seguito della revisione sismica del 2008 e le informazioni acquisite in corrispondenza dei 63 pozzi perforati all'interno della struttura dal 1947 alla data della stesura della presente relazione. Il lavoro svolto, oltre a rappresentare un aggiornamento del modello geologico del 1998 sulla base delle nuove informazioni acquisite nell'ultimo decennio, fornirà le basi per la costruzione del nuovo modello dinamico, sulla base del quale si intendono ottimizzare le future attività di stoccaggio.

La definizione del modello strutturale ha richiesto l'analisi di tutti i *log* disponibili e la digitizzazione dei *log* litologici di potenziale spontaneo (SP) per la verifica dei tagli stratigrafici e per la corretta messa in profondità delle mappe sismiche. Da un punto di vista petrofisico, il modello è stato caratterizzato mediante le proprietà definite nello studio statico eseguito da ENI nel 1998. Il rapporto *net to gross* (NTG) è stato revisionato sulla base dei *log* di potenziale spontaneo e di resistività. La mappatura del NTG è stata eseguita mediante l'interpolazione dei valori medi calcolati per ciascun pozzo in corrispondenza agli intervalli stratigrafici principali.

Il gas originariamente in posto (GOIP) per il livello A è risultato pari a $4127 \cdot 10^6 \text{ m}_{\text{sc}}^3$.



2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il giacimento di Ripalta è ubicato in provincia di Cremona, a sud della città di Crema. La scoperta mineraria risale al 1947 con la perforazione del pozzo Ripalta 1. La struttura di Ripalta rappresenta una anticlinale sud-vergente allungata in direzione est-ovest e delimitata verso sud dall'Asse Corneliano-Bordolano (Pieri & Groppi, 1981), un lineamento tettonico orientato E-O appartenente alle strutture del Sudalpino Lombardo.

All'interno della struttura di Ripalta sono stati identificati sette livelli mineralizzati a gas che, dal basso verso l'alto, sono stati denominati: A, B, C, D, E, F' e F. Tali *reservoir* sono rappresentati da sabbie di piattaforma con giacitura trasgressiva denominate Sabbie di Caviaga, una successione depositatasi nel bordo settentrionale del bacino della Pianura Padana durante il ciclo sedimentario messiniano-pliocenico (Mengoli & Volpi, 1998). La Formazione Sabbie di Caviaga (Messiniano-Pliocene inferiore) passa in continuità stratigrafica alla sovrastante Formazione Argille del Santerno (Pliocene inferiore), che rappresenta la copertura dei *reservoirs* di Ripalta.

Il presente studio ha riguardato il *pool* A, ovvero, il *reservoir* principale del campo sia per volumetrie sia per caratteristiche produttive. Dal 1949 al 1967 il pool A ha prodotto gas naturale mediante 23 pozzi. Nel 1967 il livello è stato convertito allo stoccaggio del gas. Dei 63 pozzi perforati nella struttura nel tempo, attualmente 37 sono adibiti allo stoccaggio, 3 al monitoraggio ed 1 alla re-iniezione dell'acqua.

Il livello A è caratterizzato da due intervalli sabbiosi più o meno grossolani indicati, dal più superficiale a quello più profondo, A1 e A2. Da un punto di vista stratigrafico, tali livelli sono separati da un setto siltoso-argilloso ben riconoscibile in tutti i pozzi. Il livello A2 presenta un netto aumento della componente sabbiosa nelle zone più profonde ed è stato quindi ulteriormente suddiviso in A2 superiore, più argilloso, e A2 inferiore, prevalentemente sabbioso (Mengoli & Volpi, 1998). Il livello A1 si sviluppa per uno spessore medio di 30 m, il livello A2 superiore per circa 25 m ed il livello A2 inferiore per 15 m circa. La **figura 1** mostra la stratigrafia del *reservoir* unitamente all'ubicazione degli orizzonti sismici interpretati nello studio del 2008.

Sulla base delle considerazioni effettuate mediante l'analisi dei *log* di resistività e dei dati di pressione i livelli A1 ed A2 risultano in continuità idraulica e presentano un unico contatto originario gas-acqua alla quota di 1518 m TVD ss.



3 MODELLO STATICO

Il modello statico è stato costruito mediante l'utilizzo del *software* Petrel 2010.2.2 commercializzato dalla ditta Schlumberger. Tutti i dati utilizzati per le interpretazioni geologiche e per la costruzione del modello sono stati importati in ambiente Petrel ai fini di generare un database contenente tutte le informazioni geologiche attualmente disponibili per il campo di Ripalta.

3.1 *Dati utilizzati*

I dati impiegati per l'inizializzazione del progetto Petrel sono stati forniti da STOGIT (in formato digitale o talora cartaceo). In particolare, sono stati utilizzati i seguenti dati:

- ✓ coordinate di testa pozzo e traiettorie dei pozzi direzionati (estratte dal progetto TIGRESS realizzato per lo studio ENI GIAC del 1998);
- ✓ profili dei pozzi scala 1:1000 (*composite logs*);
- ✓ dati relativi ai pozzi perforati dal 2006 alla fine del 2011 (R61 pilot; R61 or; R62 pilot; R62 or; R63 dir);
- ✓ risultati della revisione sismica del 2008: orizzonti strutturali *top* A1, *top* A2 superiore e *bottom* A2 inferiore; poligoni di faglia;
- ✓ documentazione relativa ai precedenti studi:
 - “Revisione del modello sismico di giacimento” (GEOS, 2008);
 - “Campo di Ripalta - Studio Geologico” (ENI GIAC, 1998);
 - “Campo di Ripalta – Modello Statico” (ENI GIAI, 1994).

I *log* litologici di potenziale spontaneo dei primi 60 pozzi di Ripalta sono stati digitizzati a partire dalle scansioni dei profili 1:1000. I *log* SP unitamente ai *log* di resistività sono stati utilizzati per le correlazioni stratigrafiche e la stima degli intervalli *net*.

Per la caratterizzazione petrofisica si è fatto riferimento ai risultati dello studio geologico del 1998 in quanto al momento del presente studio non si disponeva dei dati relativi alle analisi di *routine* delle carote (pozzi R35d, R39d, R42d, R43d, R44d, R58d) e alle interpretazioni quantitative dei *log* di pozzo (CPI dei pozzi R39d, R41d, R42d, R48d).

3.2 *Procedura di realizzazione del modello*

La revisione del modello geologico di Ripalta è stata articolata nelle seguenti fasi:

- ✓ caricamento e QC di tutti i dati disponibili;
- ✓ digitazione dei *log* SP;
- ✓ correlazione stratigrafica sulla base dei *log* SP, GR e di resistività;



- ✓ revisione dei contatti gas-acqua originali;
- ✓ costruzione del *grid*:
 - definizione del modello di faglie sulla base delle mappe strutturali e dei poligoni di faglia;
 - generazione del *grid* tridimensionale (*skeleton* di modello) utilizzando una discretizzazione orizzontale a maglie quadrate con dimensioni di 50x50 metri
 - Generazione del *framework* stratigrafico principale mediante l'utilizzo delle superfici sismiche (top A1, top A2 superiore, bottom A2 inferiore) assestate ai tagli stratigrafici di tutti i pozzi;
 - generazione dell'orizzonte di modello "top A2 inferiore" mediante i tagli stratigrafici;
 - discretizzazione verticale del volume poroso sulla base della sequenza stratigrafica e dei completamenti dei pozzi utilizzati per la produzione primaria e per lo stoccaggio.
- ✓ definizione delle proprietà di modello:
 - attribuzione delle proprietà petrofisiche da studio 1998;
 - definizione e mappatura del NTG per le zone A1, A2 superiore e A2 inferiore;
- ✓ calcolo dei volumi di gas originariamente in posto.

3.3 Correlazione stratigrafica

La correlazione stratigrafica è stata effettuata sulla base dei *log* di potenziale spontaneo, di *gamma ray* e di resistività di più di 60 pozzi. La suddivisione del profilo litologico dei pozzi riprende quella dello studio del 1998.

Nell'**Allegato 1** è riportata la correlazione stratigrafica di tutti i pozzi del campo. Le **tabelle 1, 2, 3 e 4** riportano i tagli stratigrafici utilizzati per la costruzione del modello statico.

3.4 Costruzione del modello di faglie

Il modello strutturale del campo di Ripalta è stato definito mediante gli orizzonti sismici ed i poligoni di faglia. Sulla base di tali informazioni è stato possibile modellizzare solamente la faglia normale N-S, ubicata ad ovest della zona di culmine, poiché risulta essere l'unica discontinuità che presenta un rigetto visibile all'interno dell'area mineralizzata.

Si è ritenuto inopportuno modellizzare le restanti discontinuità strutturali suggerite dai poligoni di faglia in quanto:

1. Le mappe strutturali non presentano evidenze di rigetti di faglia in corrispondenza di tali poligoni;



2. I poligoni sono stati estratti dal volume sismico attraverso la generazione di un attributo strutturale in corrispondenza ad ogni orizzonte interpretato (Revisione del modello sismico di giacimento GEOS, 2008); per tale motivo i 3 set di poligoni relativi al *top* A1, *top* A2 superiore e *bottom* A2 inferiore risultano tra loro poco correlati.
3. L'incertezza legata all'ubicazione dei piani di faglia nella zona di culmine della struttura, dove è presente la maggior parte dei pozzi dedicati allo stoccaggio, potrebbe indurre ad interpretazioni erranee, le quali a loro volta potrebbero falsare i risultati della successiva calibrazione del modello dinamico.

La **figura 2** mostra una vista in pianta del *top* A1 sulla quale sono stati sovrainposti i 3 set di poligoni di faglia.

3.5 Discretizzazione del volume poroso

Il *grid* è stato generato mediante un processo in più fasi allo scopo di ottenere una discretizzazione orizzontale che permettesse di:

- ✓ descrivere adeguatamente l'assetto strutturale del giacimento;
- ✓ mantenere una geometria delle celle il più possibile regolare.
- ✓ ottenere un dettaglio sufficiente a descrivere correttamente l'ubicazione dei pozzi nell'area di culmine della struttura.

In particolare, si è adottata una discretizzazione orizzontale a maglie quadrate con dimensioni di 50x50 metri.

La discretizzazione verticale degli intervalli A1, A2 superiore e A2 inferiore è stata effettuata in modo da rispettare la sequenza stratigrafica dei livelli intercettati dai pozzi e riprodurre dettagliatamente l'apertura al flusso nei pozzi (**tabella 5**), allo scopo di poter descrivere accuratamente il comportamento dinamico del giacimento. In particolare, l'intervallo A1 è stato suddiviso in 7 *layers*; la zona A2 superiore in 4 *layers* e la zona A2 inferiore in 3 *layers* (**tabella 6**).

La **figura 3** mostra una vista 3D del *grid*. Le **figure 4, 5 e 6** mostrano una vista in pianta degli orizzonti di modello: *top* A1, *top* A2 superiore e *top* A2 inferiore.

3.6 Caratteristiche petrofisiche

Per la caratterizzazione petrofisica del *reservoir* si fatto riferimento ai risultati dello studio geologico del 1998 (ENI GIAC). Tale studio è stato condotto sulla base dei risultati delle analisi di *routine* sulle carote prelevate in corrispondenza di 6 pozzi (R35d, R39d, R42d, R43d, R44d, R58d) e dell'interpretazione quantitativa dei *log* (CPI) dei pozzi R39d, R41d, R42d, R48d.

Per il calcolo dei valori medi di porosità e di saturazione in acqua irriducibile sono stati presi in considerazione solo gli intervalli non argillosi (*net sand*), con saturazione in acqua inferiore al 100% (Campo di Ripalta - Studio Geologico 1998, ENI GIAC). Si è quindi utilizzato un valore



medio di porosità del 14.8% per le zone A1 e A2 superiore e di 23.8% per la zona A2 inferiore. Per la saturazione in acqua irriducibile si è assegnato un valore medio del 36% per la zona A1, del 49% per la zona A2 superiore e del 27% per la zona A2 inferiore.

3.6.1 Distribuzione del net to gross

Per la definizione del NTG sono state impiegate le curve di potenziale spontaneo di 54 pozzi.

Prima della definizione del *cut-off* utilizzato per la definizione degli intervalli *net sand*, i dati SP sono stati resi idonei alla successiva analisi mediante le seguenti operazioni:

1. Eliminazione dei dati SP al di fuori dell'intervallo di profondità compreso tra i primi metri delle argille di copertura (Argille del Santerno) ed il bottom del *reservoir*.
2. Normalizzazione dei dati (SP_{norm}) nell'intervallo studiato.

In mancanza di dati di carota la scelta del *cut-off* applicato alle curve SP_{norm} per la definizione del *log* litologico "sand-clay" è stata effettuata sulla base dei *log* di resistività. Sulla base del *log* discreto NTG sono stati calcolati, per ciascun pozzo, i valori medi di NTG in corrispondenza degli intervalli A1, A2 superiore ed A2 inferiore. La mappatura del NTG è stata eseguita mediante l'interpolazione dei valori medi di NTG per ciascun intervallo stratigrafico.

Nella **tabella 7** sono riportati i valori medi di NTG per ciascun pozzo e ciascun intervallo stratigrafico. Nelle **figure 7, 8 e 9** sono rappresentate le mappe di NTG.

3.7 *GOIP statico*

Per il calcolo del volume di gas originariamente in posto sono state utilizzate le proprietà petrofisiche medie riportate nel paragrafo 3.6, le mappe di NTG (di cui al paragrafo 3.6.1) e il contatto gas-acqua originario posto alla quota di 1518 m TVD ss. Per quanto riguarda il fattore di volume del gas (B_g) si è fatto riferimento ad un valore costante pari a $0.00545 \text{ m}^3/\text{m}^3_{sc}$.

Il GOIP statico del livello A è risultato pari a $4127 \cdot 10^6 \text{ m}_{sc}^3$, di cui $1730 \cdot 10^6 \text{ m}_{sc}^3$ distribuiti nella zona A1, $726 \cdot 10^6 \text{ m}_{sc}^3$ nella zona A2 superiore e $1672 \cdot 10^6 \text{ m}_{sc}^3$ nella zona A2 inferiore. La distribuzione del GOIP, del volume *bulk*, del *net volume* e del volume poroso per ciascuna zona è riportata nella **tabella 8**.



TABELLE

Tab. 1: Tagli stratigrafici livello A, zona A1

Pozzo	Superficie	X (m)	Y (m)	MD (m)	TVD ss (m)
R1	Top A1	1553660.0	5018453.0	1544.5	1468.2
R3	Top A1	1552527.7	5018469.1	1625.6	1548.4
R4	Top A1	1554903.6	5018433.4	1510.4	1433.4
R5	Top A1	1554770.8	5017926.4	1476.0	1398.6
R5dA	Top A1	1554732.4	5017936.4	1480.0	1397.3
R6	Top A1	1554191.2	5018473.9	1526.7	1447.4
R6dA	Top A1	1554199.6	5018557.9	1540.5	1457.1
R7	Top A1	1555413.6	5017885.8	1472.4	1396.0
R8	Top A1	1555431.2	5018601.9	1518.0	1453.0
R9d	Top A1	1556762.1	5018064.3	1510.7	1441.8
R10	Top A1	1555916.3	5017921.0	1452.8	1388.4
R11	Top A1	1554892.6	5017439.9	1525.1	1448.5
R12	Top A1	1555027.4	5018968.7	1585.0	1506.9
R13	Top A1	1553206.4	5018024.2	1563.5	1484.3
R14	Top A1	1556509.4	5017589.9	1538.0	1474.9
R15	Top A1	1556119.1	5018623.4	1521.5	1456.4
R17	Top A1	1554549.8	5018810.3	1557.0	1479.0
R18	Top A1	1557366.2	5017968.0	1542.0	1475.1
R19	Top A1	1557064.7	5017594.9	1632.9	1565.9
R20	Top A1	1553895.8	5018897.3	1586.4	1506.8
R21	Top A1	1556707.7	5018551.5	1539.5	1471.9
R22	Top A1	1557187.2	5018494.1	1547.3	1479.9
R23d	Top A1	1555614.4	5017355.2	1557.7	1479.6
R24	Top A1	1554316.4	5017592.3	1523.9	1447.2
R25	Top A1	1553179.9	5018582.6	1572.0	1495.5
R26	Top A1	1557776.3	5018372.9	1562.0	1495.2
R27	Top A1	1555631.1	5018159.9	1486.6	1407.8
R28	Top A1	1552113.1	5018573.7	1663.3	1584.7
R29	Top A1	1553474.6	5019788.7	1791.5	1712.4
R31d	Top A1	1555112.8	5017895.1	1495.1	1399.7
R32d	Top A1	1554953.0	5017973.0	1490.8	1399.9
R33	Top A1	1554893.8	5017801.0	1479.5	1403.1
R34d	Top A1	1555621.7	5017987.0	1503.6	1399.5
R35d	Top A1	1555072.4	5017732.7	1493.5	1406.4
R36d	Top A1	1555124.4	5018054.5	1518.1	1405.6
R37d	Top A1	1554983.1	5018158.1	1540.0	1406.2
R38d	Top A1	1554743.3	5018103.9	1545.8	1406.9
R39d	Top A1	1555738.3	5018229.5	1591.6	1407.6
R40d	Top A1	1555895.4	5017862.0	1571.9	1389.6
R41d	Top A1	1555682.3	5017774.1	1510.4	1403.9
R42	Top A1	1553923.6	5018187.7	1522.0	1442.0
R43d	Top A1	1555353.9	5017816.9	1494.3	1395.7
R44d	Top A1	1555566.5	5017918.1	1516.5	1398.0
R45d	Top A1	1555188.6	5017813.7	1499.2	1398.3
R46d	Top A1	1555426.1	5017926.1	1490.1	1397.8
R47d	Top A1	1555070.7	5017805.0	1509.5	1392.4
R48	Top A1	1555297.4	5017968.1	1468.2	1387.1
R49d	Top A1	1555719.2	5017931.7	1570.0	1395.6
R50d	Top A1	1555564.5	5017990.8	1527.1	1403.7
R51d	Top A1	1555675.6	5018080.7	1568.0	1401.7
R52d	Top A1	1555152.0	5017998.6	1497.6	1399.8
R53d	Top A1	1555389.3	5018107.9	1508.9	1409.7
R54d	Top A1	1555235.9	5018132.1	1502.8	1408.4
R55d	Top A1	1555533.0	5017795.6	1483.2	1395.7
R56d	Top A1	1555749.8	5018122.9	1588.4	1403.7
R57d	Top A1	1555818.7	5018069.6	1596.8	1392.6
R58d	Top A1	1555790.9	5017875.7	1537.0	1396.3
R59d	Top A1	1555972.2	5017840.4	1608.4	1394.0
R60d	Top A1	1555795.3	5017760.2	1532.3	1403.1
R61_pilot	Top A1	1556234.0	5018115.0	1690.5	1403.6
R61or	Top A1	1556719.7	5018118.4	2112.6	1441.1
R62_pilot	Top A1	1554367.0	5018301.3	1583.0	1426.5
R62or	Top A1	1554332.0	5018283.4	1584.7	1429.3
R63d	Top A1	1554624.4	5017984.0	1513.0	1400.6

Tab. 2: Tagli stratigrafici livello A, zona A2 superiore

Pozzo	Superficie	X (m)	Y (m)	MD (m)	TVD ss (m)
R1	Top A2 sup	1553660.0	5018453.0	1578.2	1501.9
R3	Top A2 sup	1552527.7	5018469.1	1664.3	1587.1
R4	Top A2 sup	1554903.6	5018433.4	1545.7	1468.7
R5	Top A2 sup	1554770.8	5017926.4	1512.3	1434.9
R5dA	Top A2 sup	1554732.4	5017935.8	1517.6	1434.8
R6	Top A2 sup	1554191.2	5018473.9	1557.4	1478.1
R6dA	Top A2 sup	1554199.9	5018562.3	1576.9	1493.2
R7	Top A2 sup	1555413.6	5017885.8	1506.3	1429.9
R8	Top A2 sup	1555431.2	5018601.9	1552.6	1487.6
R9d	Top A2 sup	1556762.8	5018063.6	1549.1	1480.2
R10	Top A2 sup	1555916.3	5017921.0	1493.1	1428.7
R11	Top A2 sup	1554892.6	5017439.9	1565.6	1489.0
R12	Top A2 sup	1555027.4	5018968.7	1621.2	1543.1
R13	Top A2 sup	1553206.4	5018024.2	1592.1	1512.9
R14	Top A2 sup	1556509.4	5017589.9	1577.3	1514.2
R15	Top A2 sup	1556119.1	5018623.4	1560.5	1495.4
R17	Top A2 sup	1554549.8	5018810.3	1594.2	1516.2
R18	Top A2 sup	1557366.2	5017968.0	1580.6	1513.7
R19	Top A2 sup	1557064.7	5017594.9	1668.9	1601.9
R20	Top A2 sup	1553895.8	5018897.3	1616.2	1536.6
R21	Top A2 sup	1556707.7	5018551.5	1570.8	1503.2
R22	Top A2 sup	1557187.2	5018494.1	1589.3	1521.9
R23d	Top A2 sup	1555615.5	5017358.1	1596.4	1518.2
R24	Top A2 sup	1554316.4	5017592.3	1552.6	1475.9
R25	Top A2 sup	1553179.9	5018582.6	1606.9	1530.4
R26	Top A2 sup	1557776.3	5018372.9	1589.6	1522.8
R27	Top A2 sup	1555631.1	5018159.9	1522.9	1444.1
R28	Top A2 sup	1552113.1	5018573.7	1701.3	1622.7
R29	Top A2 sup	1553474.6	5019788.7	1828.9	1749.8
R31d	Top A2 sup	1555117.3	5017897.6	1522.2	1426.3
R32d	Top A2 sup	1554957.8	5017975.0	1524.2	1432.9
R33	Top A2 sup	1554893.8	5017801.0	1517.5	1441.1
R34d	Top A2 sup	1555622.1	5017988.1	1535.3	1431.1
R35d	Top A2 sup	1555073.3	5017732.4	1519.7	1432.6
R36d	Top A2 sup	1555129.6	5018061.9	1555.6	1442.0
R37d	Top A2 sup	1554982.5	5018162.2	1574.5	1440.4
R38d	Top A2 sup	1554739.7	5018106.9	1579.1	1439.9
R39d	Top A2 sup	1555739.0	5018231.3	1628.9	1444.8
R40d	Top A2 sup	1555900.8	5017859.6	1612.9	1430.2
R41d	Top A2 sup	1555685.9	5017773.3	1544.4	1437.6
R42	Top A2 sup	1553923.6	5018187.7	1550.0	1470.0
R43d	Top A2 sup	1555354.1	5017816.4	1525.3	1426.7
R44d	Top A2 sup	1555568.2	5017917.6	1550.4	1431.8
R45d	Top A2 sup	1555187.9	5017812.5	1531.2	1430.2
R46d	Top A2 sup	1555426.9	5017925.8	1522.5	1430.2
R47d	Top A2 sup	1555068.0	5017802.4	1542.5	1425.2
R48	Top A2 sup	1555297.4	5017968.1	1500.3	1419.2
R49d	Top A2 sup	1555721.7	5017932.0	1600.3	1425.9
R50d	Top A2 sup	1555565.4	5017991.4	1558.1	1434.6
R51d	Top A2 sup	1555677.5	5018081.1	1599.9	1433.5
R52d	Top A2 sup	1555151.6	5017998.8	1531.7	1433.9
R53d	Top A2 sup	1555389.4	5018108.1	1534.0	1434.8
R54d	Top A2 sup	1555235.9	5018132.1	1525.3	1430.9
R55d	Top A2 sup	1555533.1	5017796.5	1518.1	1430.6
R56d	Top A2 sup	1555751.3	5018129.6	1620.7	1435.2
R57d	Top A2 sup	1555819.0	5018073.3	1637.0	1432.6
R58d	Top A2 sup	1555792.2	5017877.2	1570.5	1429.8
R59d	Top A2 sup	1555974.3	5017842.1	1641.8	1427.3
R60d	Top A2 sup	1555797.3	5017760.9	1563.2	1434.0
R61_pilot	Top A2 sup	1556270.8	5018116.0	1750.7	1451.1
R62_pilot	Top A2 sup	1554394.5	5018228.4	1667.0	1457.8
R62or	Top A2 sup	1554347.6	5018216.6	1659.0	1457.2
R63d	Top A2 sup	1554624.5	5017984.0	1552.0	1439.6

Tab. 3: Tagli stratigrafici livello A, zona A2 inferiore

Pozzo	Superficie	X (m)	Y (m)	MD (m)	TVD ss (m)
R1	Top A2 inf	1553660.0	5018453.0	1594.1	1517.8
R3	Top A2 inf	1552527.7	5018469.1	1680.2	1603.0
R4	Top A2 inf	1554903.6	5018433.4	1560.8	1483.8
R5	Top A2 inf	1554770.8	5017926.4	1533.4	1456.0
R5dA	Top A2 inf	1554732.5	5017935.5	1539.1	1456.3
R6	Top A2 inf	1554191.2	5018473.9	1580.0	1500.7
R6dA	Top A2 inf	1554200.0	5018564.5	1594.7	1510.8
R7	Top A2 inf	1555413.6	5017885.8	1528.5	1452.1
R8	Top A2 inf	1555431.2	5018601.9	1569.9	1504.9
R9d	Top A2 inf	1556763.3	5018063.7	1576.4	1507.5
R10	Top A2 inf	1555916.3	5017921.0	1514.7	1450.3
R11	Top A2 inf	1554892.6	5017439.9	1588.0	1511.4
R12	Top A2 inf	1555027.4	5018968.7	1640.5	1562.4
R13	Top A2 inf	1553206.4	5018024.2	1613.3	1534.1
R14	Top A2 inf	1556509.4	5017589.9	1601.3	1538.2
R15	Top A2 inf	1556119.1	5018623.4	1585.0	1519.9
R17	Top A2 inf	1554549.8	5018810.3	1616.7	1538.7
R18	Top A2 inf	1557366.2	5017968.0	1610.6	1543.7
R19	Top A2 inf	1557064.7	5017594.9	1706.6	1639.6
R20	Top A2 inf	1553895.8	5018897.3	1641.7	1562.1
R21	Top A2 inf	1556707.7	5018551.5	1596.6	1529.0
R22	Top A2 inf	1557187.2	5018494.1	1619.4	1552.0
R23d	Top A2 inf	1555616.1	5017359.9	1620.9	1542.6
R24	Top A2 inf	1554316.4	5017592.3	1572.3	1495.6
R25	Top A2 inf	1553179.9	5018582.6	1628.2	1551.7
R26	Top A2 inf	1557776.3	5018372.9	1622.6	1555.8
R27	Top A2 inf	1555631.1	5018159.9	1541.2	1462.4
R28	Top A2 inf	1552113.1	5018573.7	1727.5	1648.9
R29	Top A2 inf	1553474.6	5019788.7	1850.3	1771.2
R31d	Top A2 inf	1555120.9	5017899.8	1544.3	1447.9
R32d	Top A2 inf	1554960.8	5017976.2	1544.9	1453.5
R33	Top A2 inf	1554893.8	5017801.0	1535.7	1459.3
R34d	Top A2 inf	1555622.5	5017988.7	1557.0	1452.8
R35d	Top A2 inf	1555073.9	5017732.3	1537.8	1450.7
R36d	Top A2 inf	1555132.7	5018066.1	1576.1	1461.9
R37d	Top A2 inf	1554982.2	5018165.1	1598.3	1464.1
R38d	Top A2 inf	1554737.5	5018108.7	1599.3	1460.0
R39d	Top A2 inf	1555739.3	5018232.2	1647.8	1463.7
R40d	Top A2 inf	1555903.5	5017858.6	1633.2	1450.3
R41d	Top A2 inf	1555688.5	5017772.8	1565.7	1458.8
R42	Top A2 inf	1553923.6	5018187.7	1568.5	1488.5
R43d	Top A2 inf	1555354.2	5017816.1	1541.2	1442.6
R44d	Top A2 inf	1555569.0	5017917.4	1566.0	1447.4
R45d	Top A2 inf	1555187.6	5017812.0	1546.3	1445.4
R46d	Top A2 inf	1555427.3	5017925.7	1537.2	1444.8
R47d	Top A2 inf	1555066.7	5017801.1	1560.0	1442.7
R48	Top A2 inf	1555297.4	5017968.1	1518.0	1436.9
R50d	Top A2 inf	1555565.7	5017991.7	1576.0	1452.6
R51d	Top A2 inf	1555678.6	5018081.3	1619.2	1452.8
R52d	Top A2 inf	1555151.4	5017998.9	1546.0	1448.2
R53d	Top A2 inf	1555389.4	5018108.3	1547.9	1448.7
R54d	Top A2 inf	1555236.0	5018132.2	1544.0	1449.6
R55d	Top A2 inf	1555533.1	5017797.0	1535.0	1447.5
R56d	Top A2 inf	1555752.1	5018133.2	1638.7	1452.9
R57d	Top A2 inf	1555819.2	5018074.5	1650.8	1446.4
R58d	Top A2 inf	1555792.9	5017878.0	1590.0	1449.2
R59d	Top A2 inf	1555975.8	5017843.3	1665.0	1450.4
R60d	Top A2 inf	1555798.4	5017761.3	1580.0	1450.7
R63d	Top A2 inf	1554624.6	5017983.9	1571.0	1458.6

Tab. 4: Tagli stratigrafici *bottom* del livello A

Pozzo	Superficie	X (m)	Y (m)	MD (m)	TVD ss (m)
R3	Btm A2 inf	1552527.7	5018469.1	1690.0	1612.8
R4	Btm A2 inf	1554903.6	5018433.4	1577.6	1500.6
R5	Btm A2 inf	1554770.8	5017926.4	1554.8	1477.4
R6	Btm A2 inf	1554191.2	5018473.9	1594.6	1515.3
R6dA	Btm A2 inf	1554200.1	5018566.0	1606.4	1522.5
R7	Btm A2 inf	1555413.6	5017885.8	1540.9	1464.5
R8	Btm A2 inf	1555431.2	5018601.9	1589.7	1524.7
R9d	Btm A2 inf	1556763.5	5018063.9	1589.4	1520.5
R10	Btm A2 inf	1555916.3	5017921.0	1531.8	1467.4
R11	Btm A2 inf	1554892.6	5017439.9	1602.0	1525.4
R12	Btm A2 inf	1555027.4	5018968.7	1652.0	1573.9
R13	Btm A2 inf	1553206.4	5018024.2	1629.0	1549.8
R14	Btm A2 inf	1556509.4	5017589.9	1613.5	1550.4
R15	Btm A2 inf	1556119.1	5018623.4	1597.4	1532.3
R17	Btm A2 inf	1554549.8	5018810.3	1631.9	1553.9
R18	Btm A2 inf	1557366.2	5017968.0	1628.7	1561.8
R19	Btm A2 inf	1557064.7	5017594.9	1721.2	1654.2
R20	Btm A2 inf	1553895.8	5018897.3	1652.6	1573.0
R21	Btm A2 inf	1556707.7	5018551.5	1610.3	1542.7
R22	Btm A2 inf	1557187.2	5018494.1	1630.4	1563.0
R23d	Btm A2 inf	1555616.4	5017360.8	1632.4	1554.0
R24	Btm A2 inf	1554316.4	5017592.3	1586.1	1509.4
R25	Btm A2 inf	1553179.9	5018582.6	1644.9	1568.4
R26	Btm A2 inf	1557776.3	5018372.9	1631.1	1564.3
R27	Btm A2 inf	1555631.1	5018159.9	1562.8	1484.0
R28	Btm A2 inf	1552113.1	5018573.7	1735.5	1656.9
R29	Btm A2 inf	1553474.6	5019788.7	1869.1	1790.0
R31d	Btm A2 inf	1555123.6	5017901.3	1560.5	1463.8
R32d	Btm A2 inf	1554963.3	5017977.3	1562.4	1470.8
R33	Btm A2 inf	1554893.8	5017801.0	1558.5	1482.1
R34d	Btm A2 inf	1555622.7	5017989.3	1576.0	1471.8
R35d	Btm A2 inf	1555074.4	5017732.2	1551.9	1464.7
R36d	Btm A2 inf	1555134.7	5018068.7	1589.0	1474.3
R37d	Btm A2 inf	1554982.0	5018166.8	1612.3	1477.9
R38d	Btm A2 inf	1554735.8	5018110.2	1615.9	1476.3
R39d	Btm A2 inf	1555739.7	5018233.2	1666.9	1482.7
R40d	Btm A2 inf	1555905.7	5017857.8	1650.3	1467.2
R41d	Btm A2 inf	1555689.5	5017772.7	1578.3	1471.4
R42	Btm A2 inf	1553923.6	5018187.7	1593.7	1513.7
R43d	Btm A2 inf	1555354.2	5017816.1	1566.5	1467.9
R45d	Btm A2 inf	1555187.5	5017811.9	1565.5	1464.5
R46d	Btm A2 inf	1555427.8	5017925.7	1559.0	1466.7
R47d	Btm A2 inf	1555065.5	5017799.9	1577.0	1459.6
R48	Btm A2 inf	1555297.4	5017968.1	1537.4	1456.3
R50d	Btm A2 inf	1555565.7	5017991.7	1596.0	1472.5
R52d	Btm A2 inf	1555151.2	5017999.0	1571.0	1473.2
R53d	Btm A2 inf	1555389.4	5018108.5	1569.0	1469.8
R54d	Btm A2 inf	1555236.0	5018132.3	1562.0	1467.6
R56d	Btm A2 inf	1555753.0	5018137.9	1662.5	1476.2
R57d	Btm A2 inf	1555819.3	5018076.1	1671.0	1466.5
R58d	Btm A2 inf	1555793.6	5017879.0	1611.5	1470.7
R61_pilot	Btm A2 inf	1556294.3	5018116.6	1789.6	1482.2
R62_pilot	Btm A2 inf	1554416.0	5018169.3	1734.0	1481.0
R63d	Btm A2 inf	1554624.7	5017983.9	1587.2	1474.7

Tab. 5: Intervalli spari originari [m MD]

R4	1505 - 1526.5; 1545.5 - 1557.5; 1561 - 1579.5	R37d	1593.5 - 1596; 1598 - 1602
R5	1477 - 1527.5; 1533.5 - 1554.5	R38d	1599 - 1603
R5dA	1489 - 1496; 1539 - 1553	R39d	1648 - 1653; 1656 - 1659
R6	1527 - 1553; 1564 - 1575; 1580 - 1589.5	R40d	1581 - 1583; 1593 - 1598; 1628.5 - 1630.5; 1634 - 1638; 1640 - 1645
R6dA	1604 - 1606.5	R41d	1511 - 1518; 1553 - 1555; 1560.5 - 1563.5; 1506 - 1573
R7	1473 - 1502.5; 1513 - 1541; 1585.5 - 1607	R43d	1541 - 1567
R8	1519 - 1566.5	R44d	1566 - 1596
R9d	1511 - 1557; 1566 - 1570	R45d	1546 - 1570
RR10	1451 - 1490; 1502.5 - 1532	R46d	1490.5 - 1498.5; 1537 - 1564
R11	1551 - 1564; 1526 - 1538; 1588 - 1593	R47d	1560 - 1583
R14	1538 - 1589 (da 2/52 a 3/55); 1538 - 1564 (da 8/55 a 2/60)	R48	1517.5 - 1540
R15	1520.5 - 1579.5	R49d	1619 - 1649
R18	1542 - 1546; 1553 - 1557; 1579.5 - 1584	R50d	1570.5 - 1599
R22	1549 - 1583	R51d	1619 - 1642.5
R23d	1556 - 1568	R52d	1546 - 1574
R25	1571 - 1579; 1591.5 - 1593.5	R53d	1509 - 1518; 1523 - 1528; 1548 - 1575.5
R27	1484.5 - 1518	R54d	1503 - 1510; 1544 - 1548
R31d	1496 - 1501; 1505 - 1508; 1523 - 1528; 1531.5 - 1534.5; 1545 - 1555	R55	1534.5 - 1563
R32d	1547 - 1557	R56	1636 - 1664
R33	1488 - 1498; 1520 - 1523; 1525 - 1529; 1540 - 1550	R57d	1651 - 1680
R34d	1504 - 1509; 1517 - 1521; 1544 - 1546; 1550.5 - 1533.5; 1557 - 1560; 1561 - 1567	R58d	1587.5 - 1614
R35d	1493.5 - 1496; 1523 - 1525; 1539 - 1547	R59d	1665 - 1691
R36d	1523 - 1529; 1560 - 1562; 1576 - 1582	R60d	1533 - 1540; 1549.5 - 1552.5; 1580 - 1604

Tab. 6: Zonazione verticale principale, *layering* e proprietà di modello

ZONA	Layer di modello	ϕ	Swi	NTG Top A1
A1	A1 (1)	0.15	0.36	map
	A1 (2)			
	A1 (3)			
	A1 (4)			
	A1 (5)			
	A1 (6)			
	A1 (7)			
A2 sup	A2 sup (8)	0.15	0.49	map
	A2 sup (9)			
	A2 sup (10)			
	A2 sup (11)			
A2 inf	A2 inf (12)	0.24	0.27	map
	A2 inf (13)			
	A2 inf (14)			

Tab. 7: Valori medi di NTG

Pozzo	Intervallo stratigrafico			Pozzo	Intervallo stratigrafico		
	A1	A2 superiore	A2 inferiore		A1	A2 superiore	A2 inferiore
R1	0.53	0.54	-	R34d	0.31	0.46	0.87
R3	0.65	0.49	1.00	R35d	0.36	0.55	1.00
R4	0.27	0.52	0.89	R36d	0.53	0.76	0.94
R5	0.14	0.27	1.00	R37d	0.51	0.85	1.00
R6	0.35	0.72	1.00	R38d	0.36	0.72	1.00
R7	0.42	0.69	1.00	R39d	0.62	0.38	0.87
R8	0.41	0.58	0.99	R40d	0.55	0.63	0.94
R9d	0.73	0.56	1.00	R41d	0.60	0.40	1.00
R10	0.41	0.50	0.99	R42	0.48	0.78	0.95
R11	0.13	0.41	1.00	R43d	0.55	-	1.00
R12	0.22	0.41	1.00	R44d	0.53	-	-
R13	0.54	0.25	0.99	R45d	0.49	0.56	0.95
R14	0.50	0.60	1.00	R46d	0.59	-	-
R15	0.57	0.46	1.00	R47d	0.39	-	-
R17	0.30	0.81	1.00	R48	0.42	0.70	0.98
R18	0.70	0.63	0.93	R49d	0.61	-	-
R20	0.29	0.64	0.84	R50d	0.51	0.30	-
R21	0.83	0.51	0.82	R51d	0.69	0.87	-
R22	0.84	0.67	0.70	R52d	0.36	0.81	-
R23d	0.44	0.58	1.00	R53d	0.76	0.43	1.00
R25	0.30	0.20	0.94	R54d	0.67	-	-
R26	0.56	0.62	0.70	R55d	0.50	-	-
R27	0.56	0.67	0.97	R56d	0.51	0.39	-
R28	0.62	0.47	0.98	R57d	0.60	0.76	-
R31d	0.51	0.80	1.00	R58d	0.40	0.48	1.00
R32d	0.65	0.78	0.99	R59d	0.40	0.57	-
R33	0.58	0.63	0.98	R60d	0.54	-	-

Tab. 8: *Bulk volume, net volume, pore volume e GOIP statico*

Livello	Bulk volume [10 ⁶ m ³]	Net volume [10 ⁶ m ³]	Pore volume [10 ⁶ m ³]	GOIP [10 ⁶ m _{sc} ³]
A1	209	100	15	1730
A2 sup	95	52	8	726
A2 inf	54	52	13	1672
TOTALE	357	204	35	4127



FIGURE

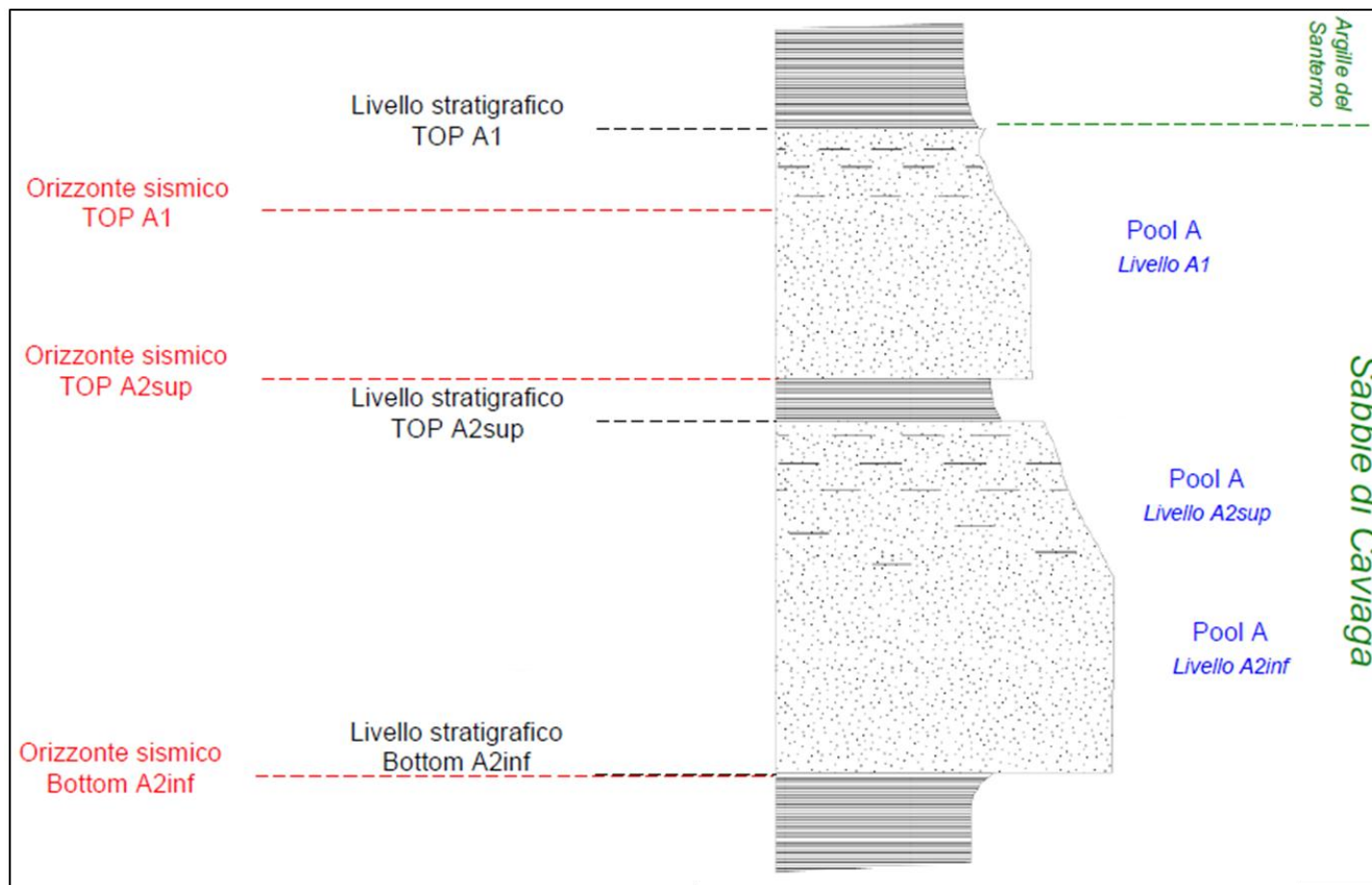


Fig. 1 - Stratigrafia del *reservoir* ed ubicazione degli orizzonti sismici (GEOS, ENI E&P – 2008)

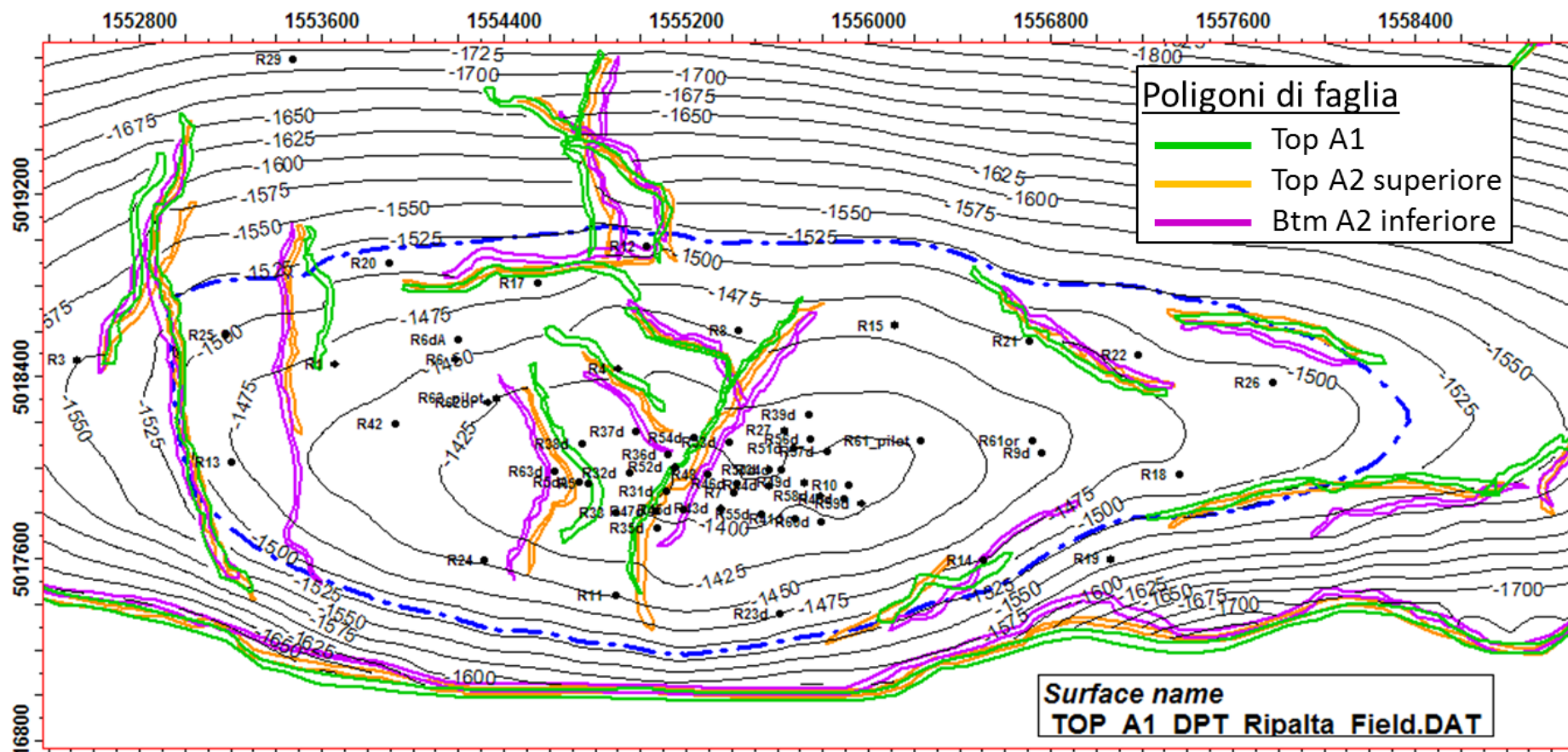


Fig. 2 - Poligoni di faglia (GEOS, ENI E&P – 2008)

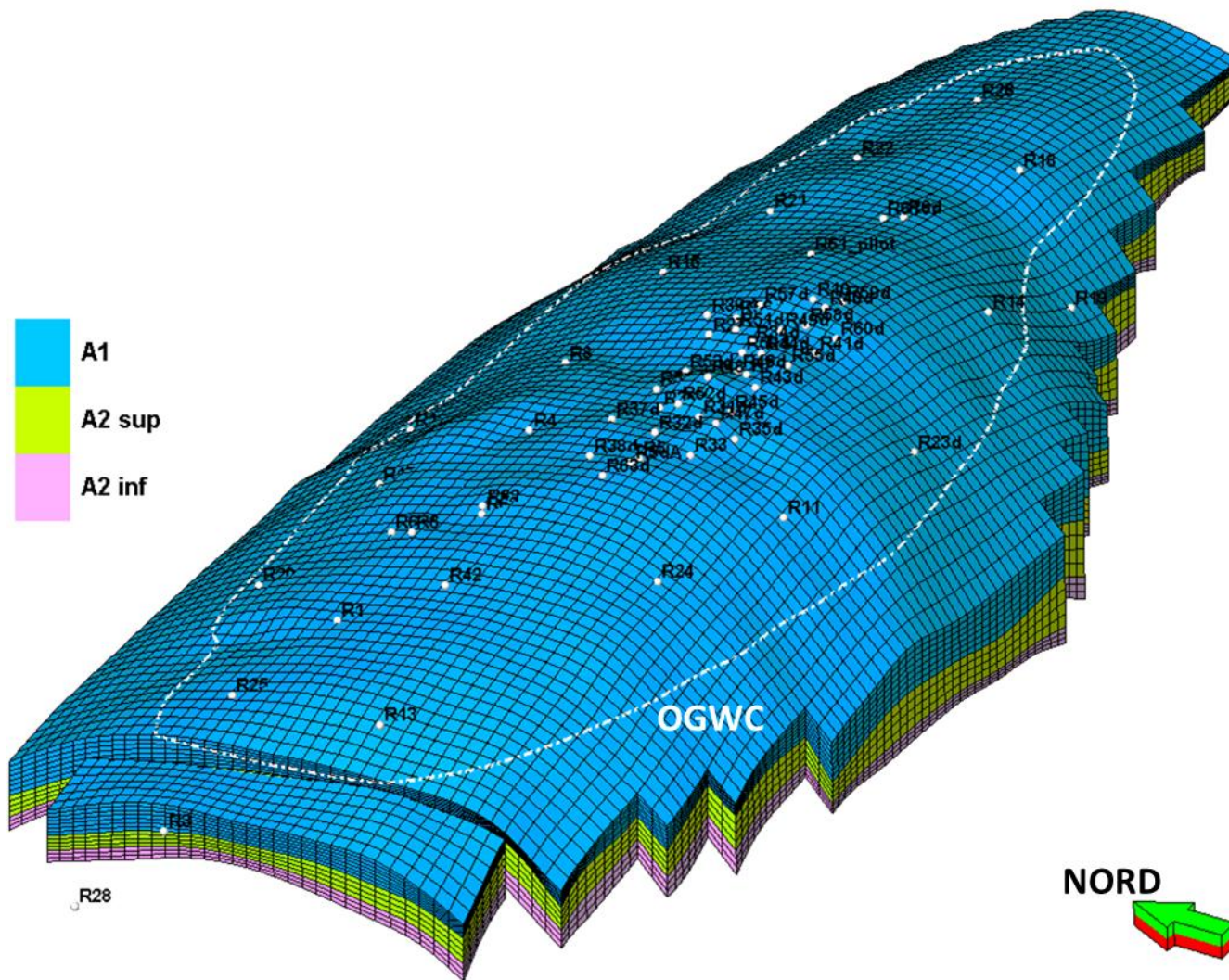


Fig. 3 - Vista 3D del *grid*

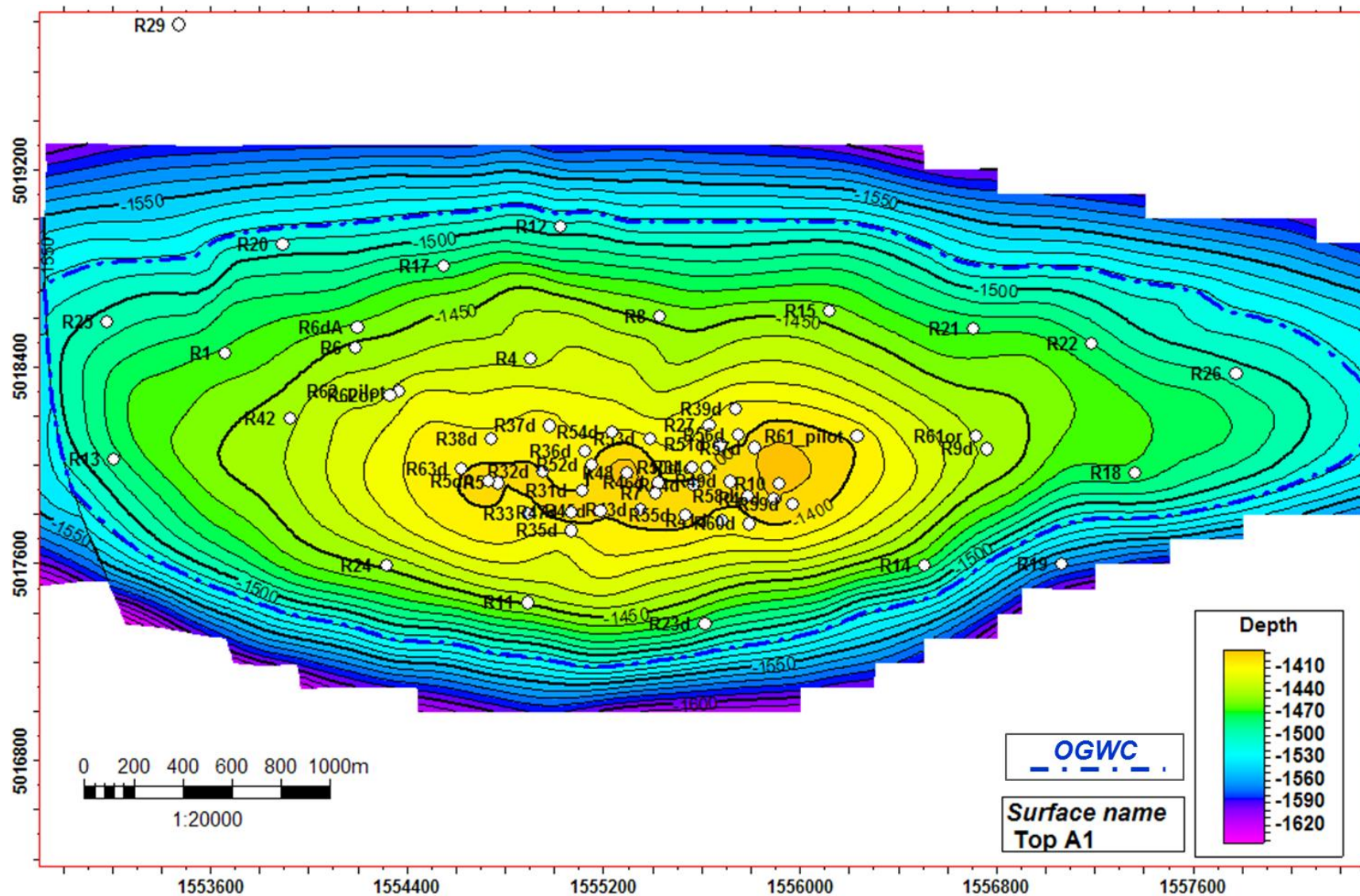


Fig. 4 - Mappa delle isobate e posizione del GWC originale per il livello A1

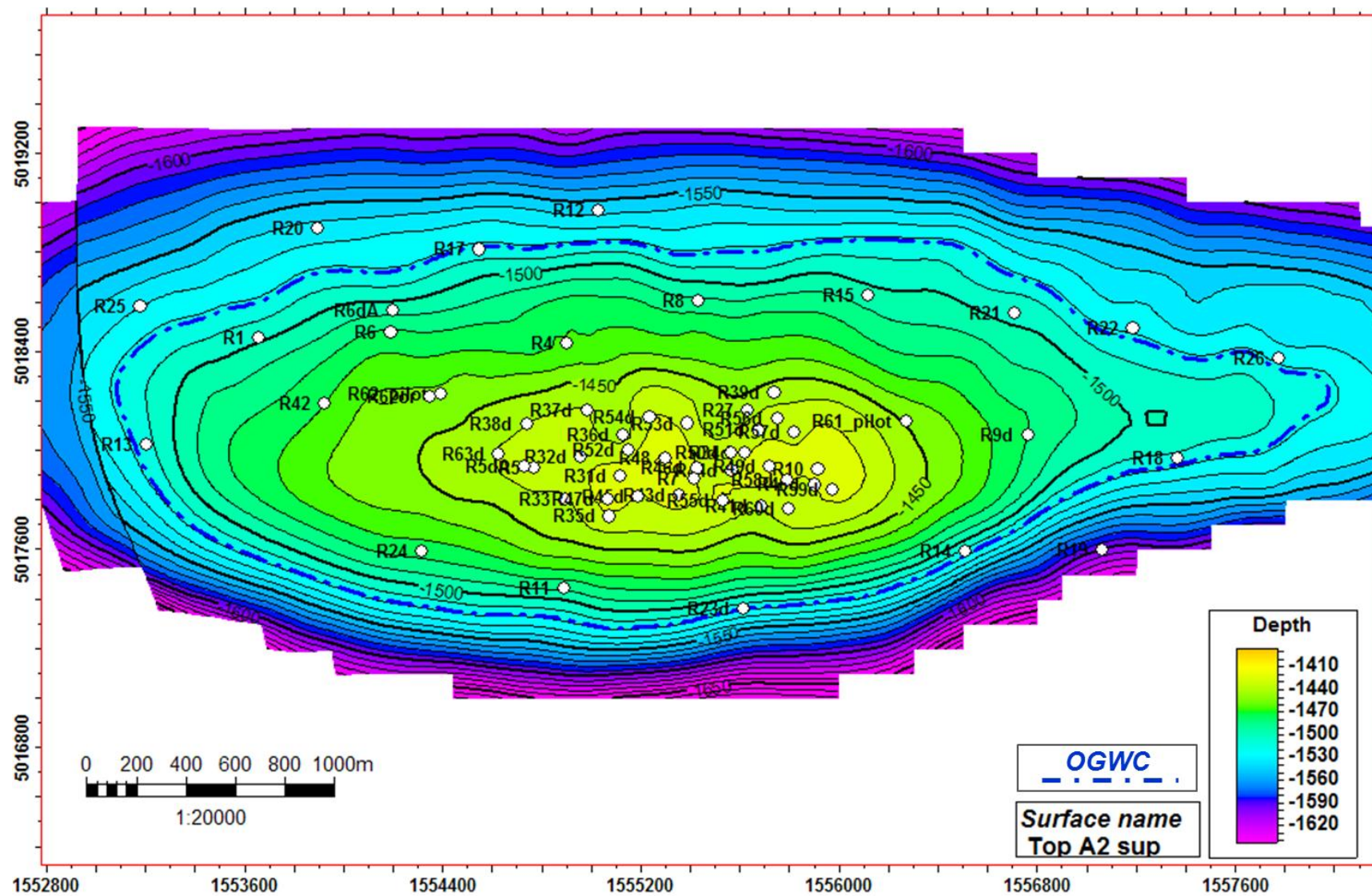


Fig. 5 - Mappa delle isobate e posizione del GWC originale per il livello A2 superiore

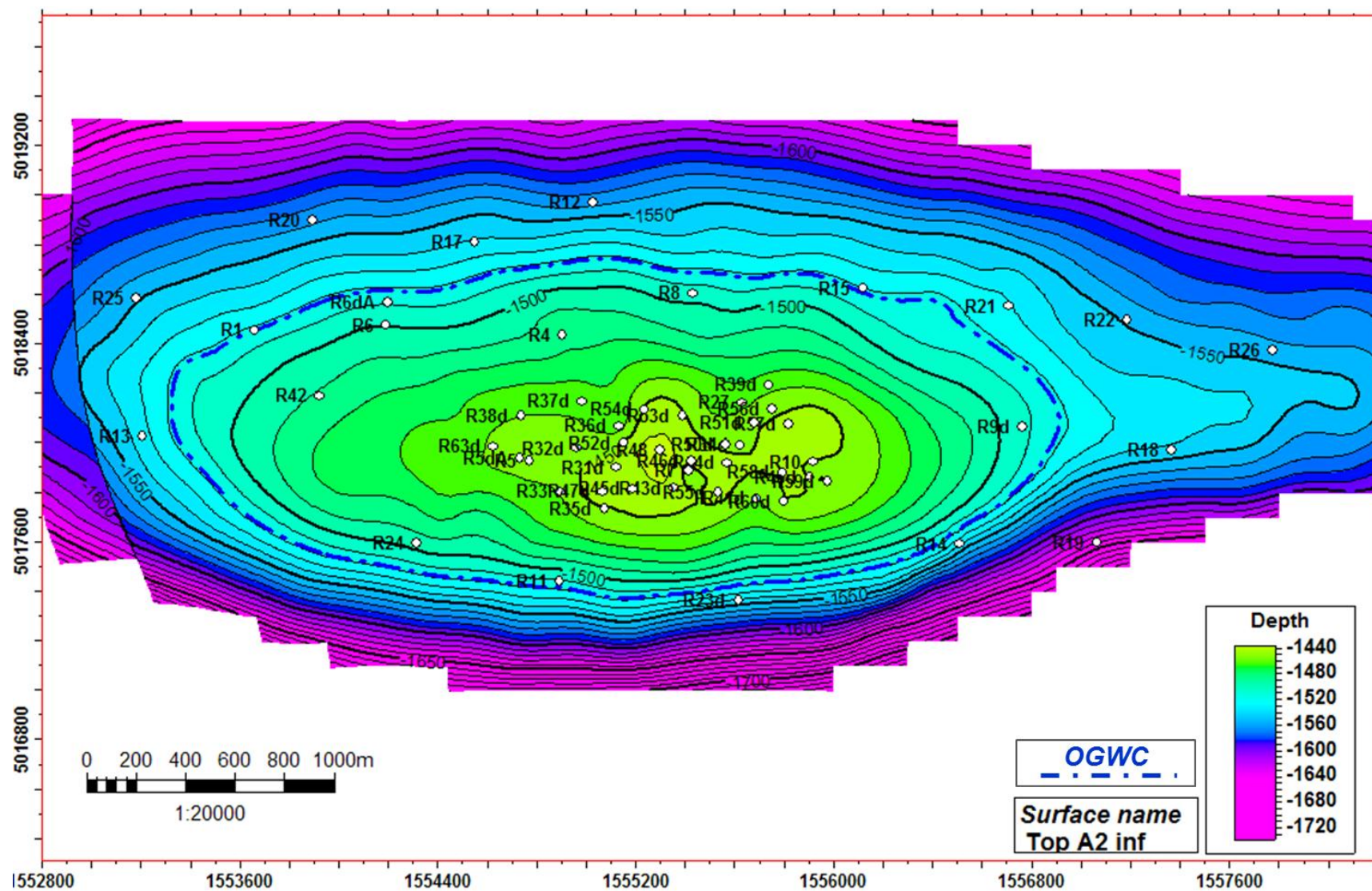


Fig. 6 - Mappa delle isobate e posizione del GWC originale per il livello A2 inferiore

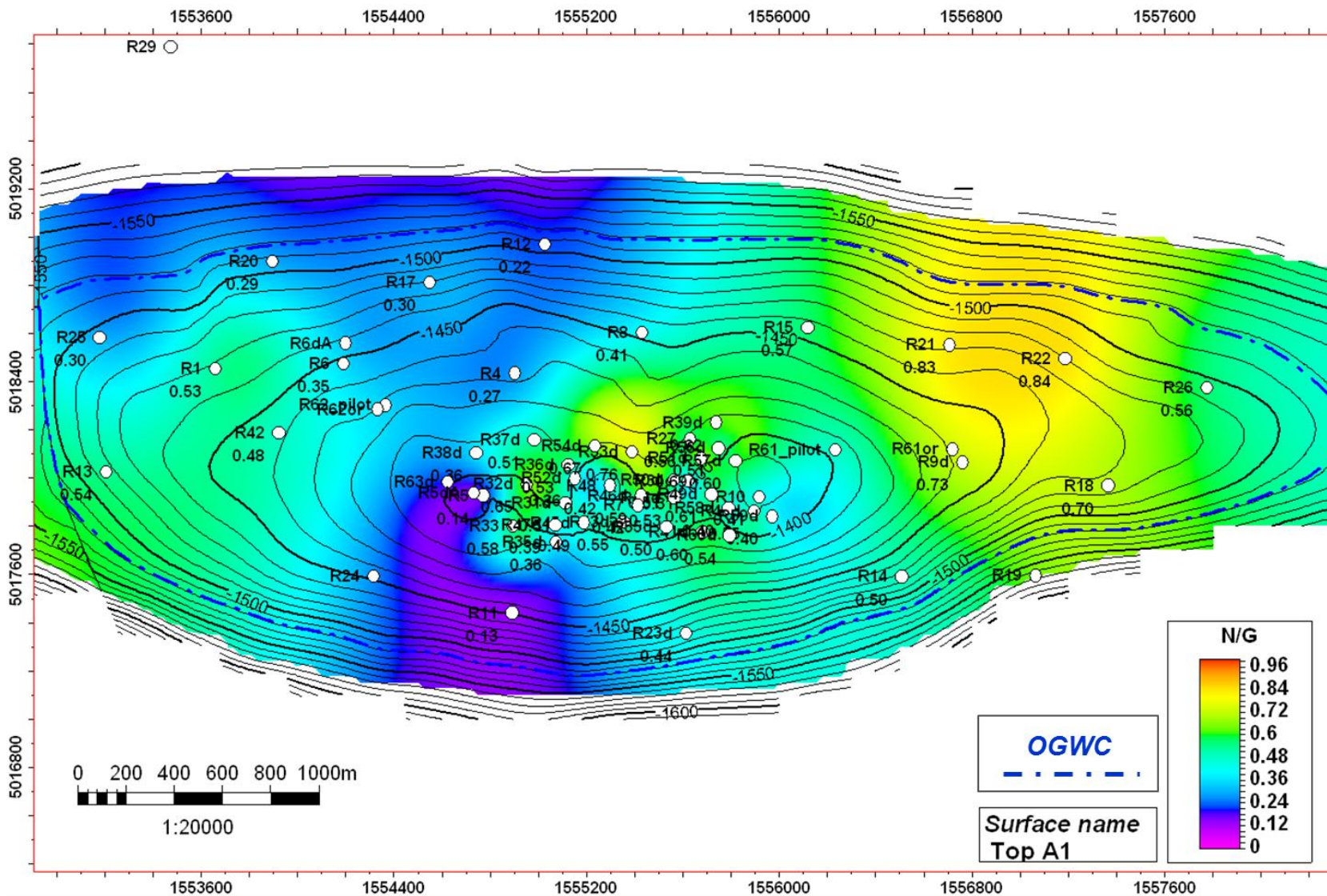


Fig. 7 - Mappa delle isobate e della distribuzione del NTG per il livello A1

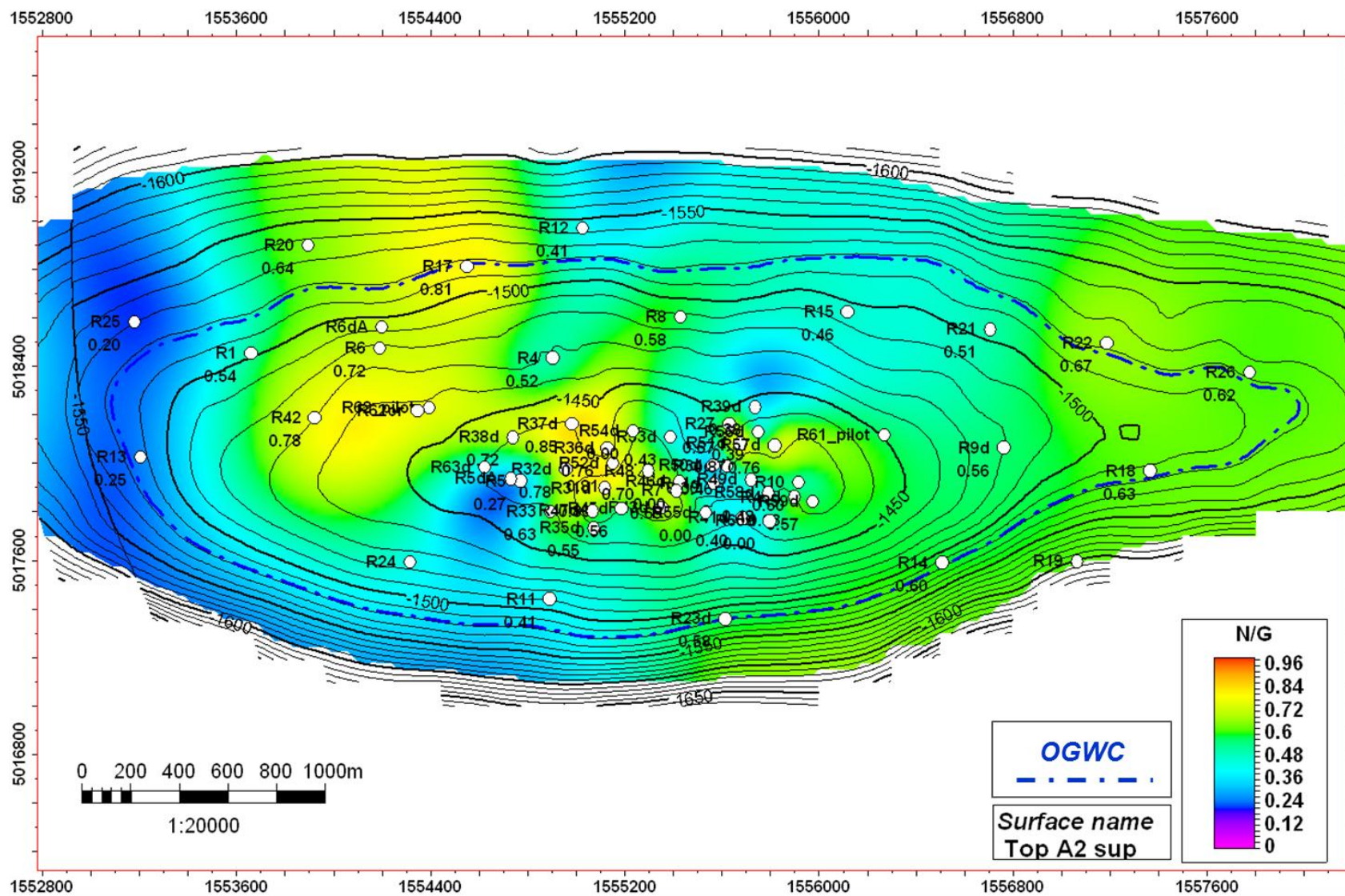


Fig. 8 - Mappa delle isobate e della distribuzione del NTG per il livello A2 superiore

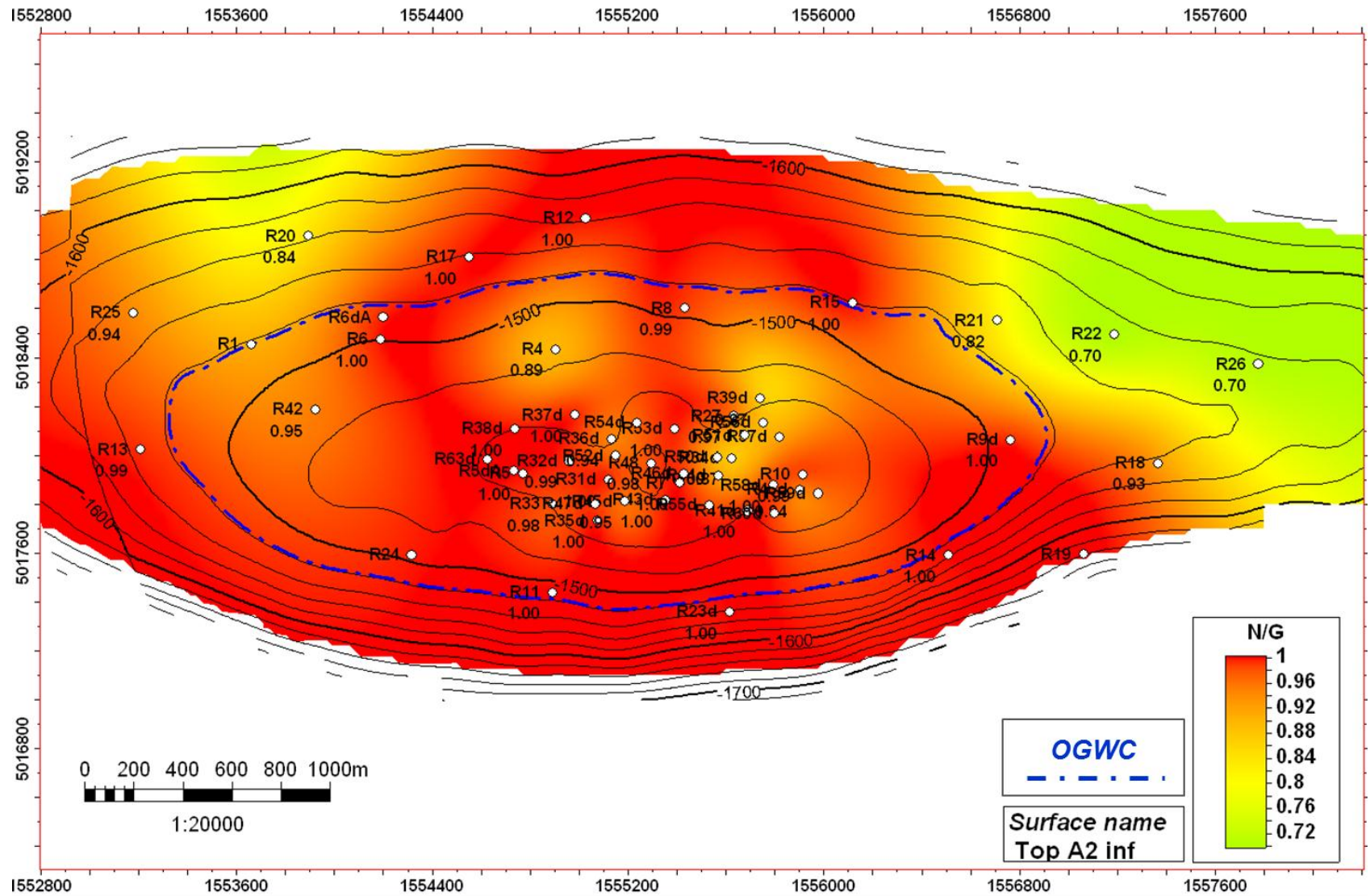


Fig. 9 - Mappa delle isobate e della distribuzione del NTG per il livello A2 inferiore



ALLEGATO 1

Correlazione Stratigrafica e NTG

