

## **ALLEGATO A – Relazione Istruttoria.**

### **PREMESSA**

Il campo di CAVIAGA è ubicato nella Pianura Padana a circa 40 Km a Sud-Est di Milano nel territorio delle Province di Cremona e Lodi, fa parte della concessione denominata "Caviaga". L'area di concessione, ubicata nelle Province di Lodi (100,66 km<sup>2</sup>) e di Cremona (13,21 km<sup>2</sup>) risulta pari a km<sup>2</sup> 113,87.

La sua scoperta risale al 1944 ed è entrato in produzione nello stesso anno. Nel corso degli anni furono perforati ulteriori pozzi di sviluppo profondi. A seguito di incidenti verificatisi durante la perforazione, notevoli quantità di gas migrarono dai livelli profondi ai livelli più superficiali. Per recuperare anche questo gas furono perforati pozzi di "sfiato" sia nel campo di Caviaga, sia nel vicino campo di Cornegliano.

### **1. Inquadramento Geologico**

La struttura di Caviaga consiste in una piega faglia "anticlinalica" con vergenza verso sud di età tardo miocenica. Dal punto di vista regionale, il Campo è ubicato sull'asse strutturale di direzione est-ovest in cui si fronteggiano gli eventi tettonici Appenninici del Pliocene e quelli Alpini del tardo Miocene. La struttura risulta dislocata in blocchi per la presenza di faglie normali di direzione nord-sud, originatesi durante una fase tettonica distensiva pliocenica. A nord ed a sud la struttura è limitata da due faglie inverse di direzione est-ovest. Il fianco occidentale della piega risulta più compresso e con una vergenza settentrionale causata probabilmente da spinte marginali appenniniche contrapposte alle spinte Alpine che invece hanno interessato la zona centrale ed orientale.

La formazione "Sabbie di Caviaga" rappresenta nel campo omonimo l'obiettivo minerario più importante, stratigraficamente questa formazione giace sopra la formazione "Marne di Verghereto" del gruppo del Gallare tortoniana. Dal punto di vista litostratigrafico essa è costituita essenzialmente da un'alternanza di sabbie ed argille con frequenti livelletti di ghiaie più o meno spessi.

In sostanza le sabbie della unità superiore della formazione "Sabbie di Caviaga" sembrano essere sedimentate su *un alto strutturale* Miocenico costituito dalla unità basale della stessa formazione. Come copertura sono presenti le argille della formazione "Santerno" che sigillano completamente il serbatoio. All'interno di queste formazioni Plioceniche si rinvencono dei livelletti di sabbie d'estensione variabile che vanno arealmente argillificandosi fino a sparire (livello A ed A1). Sopra la formazione del Santerno si ritrovano i sedimenti Pleistocenici della formazione "Sabbie di Asti", essenzialmente rappresentata da spesse bancate di sabbia.

## **2. Storia Produttiva e Status del campo**

La scoperta del campo di CAVIAGA, risale al 1944 e dal 1944 al 1946 furono perforati n° 6 pozzi che evidenziarono mineralizzazioni a gas nei terreni del Pliocene Inferiore. Di questi pozzi il Caviaga 2 ed il Caviaga 6 avevano lo scopo di verificare anche la potenzialità dei terreni miocenici, che risultarono però non sfruttabili industrialmente.

L'area di concessione, ubicata nelle Province di Lodi e di Cremona comprendeva, al momento del conferimento, i giacimenti a gas e gasolina denominati rispettivamente "Caviaga" e "Cornegliano" scoperti:

- il primo nel 1944 con la perforazione del pozzo "Caviaga 1" risultato mineralizzato a gas, a cui ha fatto seguito la perforazione di ulteriori 59 pozzi, di cui 49 entrati in produzione, 9 risultati sterili, 2 chiusi minerariamente;
- il secondo nel 1950 con la perforazione del pozzo "Cornegliano 1" anch'esso risultato mineralizzato e a cui ha fatto seguito la perforazione di ulteriori di 19 pozzi, di essi 13 sono entrati in produzione e 7 sono risultati sterili.

Dal 1947 al 1956 vennero eseguiti i pozzi dal Caviaga 7 al 51. Durante questa seconda fase si ebbero degli incidenti in sei pozzi dovuti ad eruzione di gas alle spalle del casing. Una terza serie di pozzi (Caviaga52÷56) venne eseguita dal 1957 al 1958 allo scopo di sondare le formazioni del Pliocene Inferiore e del Miocene. Sul fianco meridionale della struttura venne perforato il pozzo Secugnago 1, strutturalmente appartenente allo stesso "motivo" di Caviaga, con l'obiettivo di esplorare il Pliocene Medio-Superiore. Il pozzo risultò sterile.

Dal '66 al '68 vennero perforati i pozzi dal Caviaga 57 al 59 per esplorare i terreni del Miocene nell'area occidentale del Campo. Dal 1981 al 1983 furono perforati i pozzi

Caviaga 60 e 60bis, il primo aveva lo scopo di mettere in produzione i livelli pleistocenici ed il gas residuo nei livelli miopliocenici. Per problemi tecnici questo ultimo obiettivo fu abbandonato e ripreso con il pozzo 60 bis.

Il giacimento "Cornegliano" non è stato più in grado di erogare per problemi di insabbiamento e per raggiunti limiti di pressione di testa di pozzo, pur essendo stato oggetto di una revisione di giacimento per la valutazione delle riserve rimanenti, recuperabili attraverso interventi sui pozzi rimasti ancora aperti ma non eroganti.

Il campo è stato chiuso alla produzione dal 1998 ed è stata ottenuta l'autorizzazione per lo smantellamento della centrale di Cornegliano; i lavori di decommissioning sono stati ultimati nel Febbraio 2011. La produzione del campo è iniziata nel 1952, e la produzione cumulativa al 31/12/2015 è stata di 2.474,9 MSm<sup>3</sup> di gas per i pozzi profondi e di 293 MSm<sup>3</sup> per i pozzi sfiato. Nel campo di Cornegliano sono stati perforati in totale 20 pozzi ad oggi tutti chiusi minerariamente; le ultime chiusure minerarie sono state eseguite nel 2007 ed hanno interessato i pozzi Cornegliano 5,6,10, mentre il pozzo Cornegliano 2 è stato chiuso minerariamente nel 2009. Successivamente, in base ai criteri emessi dal Ministero dello Sviluppo Economico con D.M. del 27/03/2001, il giacimento "Cornegliano" è stato ritenuto idoneo per la conversione a stoccaggio di gas naturale, ai sensi dell'articolo 13 del D.Lgs. 164/2000.

Attualmente nel campo di Caviaga risultano esistenti **n° 9 pozzi**:

- **n° 5 profondi** (43, 45, 46, 47 in erogazione, 8 in erogazione saltuaria);
- **n° 3 pozzi sfiato** (126, 128 in erogazione, 127 chiuso);
- **pozzo 57**, adibito alla reiniezione delle acque di produzione.

Nell'Ottobre 2014 era stata presentata dalla concessionaria istanza di "sospensione della produzione" del campo per un periodo di due anni, in quanto una revisione dello studio di giacimento avrebbe verificato la possibilità di ottimizzazione delle riserve residue del campo. Nel frattempo un'analisi di campo aveva evidenziato la necessità di ristudiare le potenzialità del pozzo CAVIAGA 8 (chiuso alla produzione e/o con sole erogazioni saltuarie), al fine di poter valutare una sua eventuale ripresa erogativa. Per ridefinire le effettive potenzialità del pozzo CAVIAGA 8, sono state chieste al Ministero dello Sviluppo Economico autorizzazioni all'esecuzione di test di produzione in campo.

Il test è stato eseguito in tre fasi principali:

- *erogazioni giornaliere - 08:00÷17:00; dal 05.03 al 29.03.2015;*
- *erogazione continua - h24; dal 30.03 al 02.04.2015;*

- erogazioni giornaliere - 08:00÷17:00; dal 07.04.2015.

Complessivamente dall'inizio del test ad oggi il pozzo CAVIAGA 8 ha prodotto una quantità di gas circa pari a Sm<sup>3</sup> 380.000. Il test prolungato aveva potuto confermare la stabilizzazione dei parametri erogativi, evidenziando la potenzialità a regime del pozzo.

I parametri considerati come a regime, relativi al pozzo CAVIAGA 8, erano di circa:

$Q = 6 \div 9000 \text{ Sm}^3/\text{g}$ .

Considerata la potenzialità erogativa del pozzo CAVIAGA 8, era quindi emersa la possibilità di incrementare la portata totale del campo di CAVIAGA.

Tale incremento avrebbe potuto rendere maggiormente economica la gestione dell'asset e quindi il proseguimento della produzione; a tale proposito a seguito della *rivalutazione del pozzo CAVIAGA 8*, è stata ritirata l'istanza di "sospensione della produzione", precedentemente inoltrata nell'Ottobre 2014.

Da Luglio 2016 al Novembre 2017 è stato temporaneamente chiuso il pozzo CAVIAGA 46, causa problemi alla linea di produzione; la produzione è ripresa dal mese di Dicembre 2017.

La produzione attuale totale del campo, è molto esigua, circa 12÷13.000 Sm<sup>3</sup>/g, prodotta esclusivamente dai pozzi profondi.

### 3. Note Tecniche e Descrizione Impianti

#### 3.1 Note Tecniche

Nel 2019, la produzione del campo Caviaga pozzi profondi è stata di 4,5 MSm<sup>3</sup>, mentre quella dei pozzi sfiato è stata molto esigua e le variazioni rispetto allo scorso anno non sono apprezzabili (0.010 MSm<sup>3</sup>).

Inizio Produzione pozzi profondi: 1944

Inizio Produzione pozzi sfiato: 1953

- Produzione anno 2019

pozzi profondi gas: **4,429730** MSm<sup>3</sup>

pozzi sfiato gas: **0,103324** MSm<sup>3</sup>

gasolina: **12.408 Kg**

- Produzione cumulativa al 31.12.2019: **12.274,94 MSm<sup>3</sup>**

pozzi profondi gas : 10.754,6 MSm<sup>3</sup>

pozzi sfiato gas : 1.520,34 MSm<sup>3</sup>

- Produzione media giornaliera al 31.12.2019

pozzi profondi gas : **12.136 Sm<sup>3</sup>/g**

pozzi sfiato gas : **283 Sm<sup>3</sup>/g**

gasolina : 41,8 lt/g

- Pozzi

pozzi profondi eroganti : 5

pozzi sfiato eroganti : 2

pozzi sfiato chiusi : 1

pozzi reiniezione : 1

Superficie area di centrale : 19.780 m<sup>2</sup>

Superficie aree pozzi : 30.000 m<sup>2</sup>

Lunghezza totale flow lines : 11.100 mt

Capacità di stoccaggio gasolina : 32.690 lt

Sistema di trasporto prodotto : Autobotti

- Potenzialità impianti

Impianti di compressione gas: 550 KW

Impianti disidratazione e degasolinaggio a 68 bar.

### 3.2 **Descrizione degli Impianti e del Ciclo Tecnologico**

La Centrale di Caviaga è ubicata nel Comune di Cavenago D'Adda (LO), Fraz.ne Caviaga, Via E. Mattei, 15. E' gestita dalla Società ENI S.p.A., Divisione E&P Polo di Trecate. La Centrale raccoglie il gas prodotto dai pozzi profondi e dai pozzi sfiato del Campo di Caviaga. Il gas trattato viene consegnato a Snam e la gasolina trasferita alla Raffineria di Porto Marghera.

Schematicamente la Centrale è composta dai seguenti impianti: - Apparecchiature di testa pozzo - Impianti di compressione gas - Impianto di disidratazione e degasolinaggio - Impianti di servizio.

- *APPARECCHIATURE DI TESTA POZZO*

I pozzi produttori, profondi e sfiato, sono dotati delle apparecchiature di intercettazione manuale, di sistemi per il controllo della portata e della valvola automatica installata sul braccio e comandata dai blocchi di alta/bassa pressione linea e dal "fuse-link" installato sulla valvola stessa.

- *IMPIANTO DI COMPRESSIONE GAS*

Il gas erogato dai pozzi, dopo la separazione della fase liquida trascinata nel separatore, viene compresso dagli elettrocompressori in modo da innalzarne la pressione al valore necessario per l'immissione nel metanodotto Snam a 24 Bar. I due elettrocompressori alternativi bistadio a doppio effetto, a cilindri contrapposti, con potenza unitaria di 550 KW possono comprimere una portata massima di gas pari a 180.000 Sm<sup>3</sup>/g alla pressione di mandata finale pari a 26 Bar. La regolazione della portata è realizzata con alzavalvole di aspirazione e con spazi nocivi addizionali sugli effetti esterni, comandati pneumaticamente. Le due unità di compressione sono installate in parallelo e vengono esercite alternativamente.

- *IMPIANTO DI DISIDRATAZIONE E DEGASOLINAGGIO*

Il gas compresso viene trattato in un impianto a letto solido e ciclo lungo che ha la funzione di assorbire l'umidità e gli idrocarburi superiori (gasolina) contenuti. Il gas naturale, viene fatto passare attraverso un separatore orizzontale dove rilascia la fase liquida trascinata e quindi viene inviato in un separatore verticale all'ingresso dell'impianto di trattamento e di qui, dopo essere stato parzializzato, una parte va a disidratarsi passando attraverso un assorbitore e una parte va all'"HEATER" per essere riscaldata a 250-270°C e utilizzata per la rigenerazione dell'assorbitore. L'impianto è costituito da 2 adsorbitori e lavora in continuo in quanto mentre un adsorbitore disidrata, il secondo viene rigenerato e raffreddato per essere pronto all'utilizzo. Il ciclo si ripete in continuo. Il gas così condizionato, previo recupero di calore viene misurato ed immesso nel metanodotto SNAM. Il gas che ha effettuato la rigenerazione viene refrigerato e separato dalla fase liquida condensata (H<sub>2</sub>O + gasolina) e quindi convogliato al gas che deve essere disidratato.

- *IMPIANTI DI SERVIZIO*

Si considerano di servizio quegli impianti ausiliari necessari alla produzione ed all'esercizio, in condizioni di sicurezza, della Centrale gas quali:

- *Energia elettrica*

L'energia elettrica è fornita da ENEL a 15.000 V con una potenza impegnata di 600 KW, due trasformatori Tesar in resina da 15000/6000 V forniscono l'alimentazione ai due elettrocompressori gas e un terzo trasformatore da 15.000/380V alimenta i servizi ausiliari.

Un gruppo elettrogeno di emergenza da 180 KVA garantisce l'alimentazione dei servizi ausiliari in caso di mancanza ENEL.

- *Aria compressa*

La strumentazione di centrale è alimentata con aria compressa fornita da due elettrocompressori ed è accumulata in polmoni allo scopo di disporre di quantitativi necessari agli automatismi per la conduzione degli impianti. Prima di essere immessa nel circuito di distribuzione, l'aria viene filtrata ed essiccata.

- *Impianto antincendio*

E' costituito da una vasca di accumulo acqua da 138 m<sup>3</sup> da cui aspirano due pompe da 80 m<sup>3</sup>/h ciascuna, una alimentata elettricamente ed una trascinata da un motore diesel per l'alimentazione di 10 idranti e dell'impianto della pensilina di caricamento autobotti, tutta la rete antincendio è tenuta in pressione da una pompa di pressurizzazione jockey. Tale impianto è costituito da 45 ugelli nebulizzatori e dal circuito schiumogeno comprendente un premescolatore da 1.000 lt e da due lance schiuma a bassa espansione da 200 lt/min. L'impianto antincendio è completato da estintori a CO<sub>2</sub> da 5 Kg e da estintori a polvere da 12 Kg.

- *Stoccaggio e caricamento gasolina*

La gasolina prodotta viene stoccata in un serbatoio interrato della capacità massima di 32,7 m<sup>3</sup> e periodicamente trasferita alla Raffineria di Venezia tramite autobotti caricate in una pensilina a due bracci alimentati da una elettro-pompa della potenzialità massima di 60 m<sup>3</sup>/h.

#### **4. Previsioni di Produzione Anno 2020**

La produzione totale del campo nel 2019 è stata circa di 4,5 MSm<sup>3</sup>, a fronte di un budget previsto di 4 MSm<sup>3</sup>. Dal confronto tra il budget e la produzione emerge che le performance sono complessivamente buone e anche leggermente superiori alle attese, pur essendo il campo in coda di produzione. Per il 2020, il budget stimato è pari a 3.1 MSm<sup>3</sup>; l'ipotesi prevede di mantenere la produzione per l'intero anno. Si evidenzia che, essendo il campo in coda di produzione, le previsioni potrebbero essere affette da incertezze.

## **5. Potenziale Residuo del Campo**

Al momento del rilascio concessione (1997) le riserve stimate totali erano 12.126 MSm<sup>3</sup>, come descritto nello studio "Istanza di concessione Caviaga - Studio di giacimento campo di Caviaga" relazione n° 54 /1994":

- Il GOIP (gas originariamente in posto) del campo (totale profondi + sfiato): risulta essere pari a 22766 MSm<sup>3</sup>
- La produzione di gas cumulativa (totale profondi+sfiato) al 31/12/2019 è stata di 12.275 MSm<sup>3</sup>.
- Il Fattore di Recupero (RF): quantità di idrocarburi che può essere recuperata rispetto a quella inizialmente presente in giacimento (totale profondi+sfiato) - al 31/12/2019 è stato pari al 54 %.

(Non si conosce il volume effettivo di gas prodotto in quanto risulta difficile quantificare il volume di gas disperso in seguito agli incidenti avvenuti tra gli anni 1948 e 1956). Le riserve "teoriche" rimanenti dal 31/12/2019 risultano per ora pari a 3.1 MSm<sup>3</sup> (pari al budget 2020) considerando come da prassi per questi campi marginali, un solo anno di produzione residua.

Il valore per ora stimato di riserve sarà successivamente rivisto in base alle performance dei pozzi tuttora eroganti in condizioni molto marginali. Come già evidenziato nel precedente aggiornamento, la marginalità dei parametri erogativi delle singole "string" del campo, rende difficile stimare quelle che sono le reali riserve residue, ancora producibili nel campo di CAVIAGA. Tuttavia, considerando: il comportamento in questi ultimi anni dei pozzi ancora eroganti, (CAVIAGA 43,45,46,47,8) il tutto porta ad ipotizzare che la produzione possa sicuramente continuare ancora per tutto il 2020 e proseguire anche per tutto l'anno 2021.

## **6. Campagna di Monitoraggio – Campo Caviaga**

Si fa riferimento agli incidenti che si verificarono tra il 1947 e il 1956 nella seconda fase di perforazione dei pozzi dal Caviaga 7 al 51, in particolare in sei pozzi, dovuti ad eruzione di gas con la rottura delle colonne di rivestimento (con gas alle spalle del casing) che hanno portato alla diffusione dello stesso gas ai livelli porosi superficiali fino al piano campagna. Sono state, quindi, adottate nel tempo specifiche misure di sicurezza con la perforazione tra il 1953 e il 1988 di 130 pozzi di "sfiato", quasi tutti poi chiusi minerariamente, nel tentativo di recuperare il gas disperso e sono stati emanati vari decreti del Prefetto di Milano



indicanti le norme precauzionali da adottarsi nell'ambito dei Comuni interessati dalla dispersione del gas con l'elenco dei Comuni e le relative misure precauzionali variate con i successivi decreti prefettizi man mano che il fenomeno regrediva. Successivamente il Prefetto della Provincia di Lodi (poi competente per territorio), in data 05/08/1996 ha emesso il decreto n. 863/GAB/20.2 che ha sostituito tutti i precedenti decreti ed ha preso atto del ridimensionamento del fenomeno di dispersione di gas in strati superiori del quaternario con la riduzione della area interessata da fenomeni residuali relativi all'emanazione di gas. Il suddetto decreto ha indicato il rilevamento aerofotogrammetrico, corredato dal complementare rilevamento sulle aree indicate, da effettuarsi con cadenza quinquennale, come metodologia di controllo del fenomeno della presenza di gas nelle aree.

#### Sintesi delle attività svolte

Sull'area del Campo di Caviaga e Cornegliano sono stati eseguiti i seguenti voli:

- 1994 tecnica infrarosso
- 1998 tecnica iperspettrale MIVIS;
- 1999 tecnica iperspettrale MIVIS;
- 2003 tecnica iperspettrale MIVIS;
- 2004 aggiornamento volo precedente;
- 2008 tecnica iperspettrale MIVIS;
- 2013 tecnica iperspettrale MIVIS.

Nel corso dell'anno 2018 è stata eseguito il rilievo aerofotogrammetrico previsto con una ripresa aerea dell'area già indagata per la valutazione del fenomeno delle emissioni di gas dal suolo. Tale ripresa costituisce un aggiornamento di quella già effettuata nel 2013 con gli stessi scopi ed in ottemperanza al Decreto del Prefetto di Lodi del 1996.

Tale monitoraggio ha avuto come obiettivo l'individuazione di possibili anomalie termiche e spettrali dovute alla eventuale presenza di idrocarburi gassosi nel terreno.

La Società ha precisato che il sensore "Daedalus" è stato scelto come sostitutivo al sensore MIVIS in quanto quest'ultimo non è più operativo. La scelta è stata fatta a seguito di test sui dati acquistati dal nuovo sensore e confrontati rispetto ai dati MIVIS acquisiti in passato e per questo scopo è stato realizzato un volo dedicato.

La Società concessionaria nelle conclusioni ha sottolineato come non emergano particolari anomalie termiche o spettrali nell'area indagata. Il trend che ne emerge è

quello che già si poteva notare negli studi precedenti ovvero una attenuazione del fenomeno. E' necessario aggiungere che nella rilevazione con piattaforme aeree e sensori multispettrali di fenomeni di presenza di idrocarburi gassosi nel suolo, possono interferire parametri legati alle condizioni stagionali chimico-fisiche del suolo, delle acque sia sotterranee che superficiali. Si deve sottolineare inoltre che la conduzione agricola delle aree indicate prevede anche l'uso di sostanze il cui chimismo produce sì positivi effetti sull'agricoltura, ma potrebbe determinare interferenze rilevabili a sensori multispettrali. Infine, la composizione e la tessitura stessa dei terreni indagati, di origine alluvionale e quindi spazialmente assai eterogenea, presenta sicuramente risposte diverse all'assorbimento dell'umidità, al trasporto del ferro lisciviato, alla crescita di colonie batteriche diversamente sviluppate. Tutti elementi che possono incidere anche significativamente sulla risposta multispettrale dei suoli alla radiazione solare. Inoltre, per la natura stessa del gas associato alla falda e per il fatto che probabilmente esso continua a risalire dai livelli più profondi della serie sedimentaria quaternaria in modo difficilmente modellizzabile, ci si deve aspettare da esso un comportamento discontinuo in senso areale e verticale: in base a queste considerazioni la Società ritiene opportuno continuare il monitoraggio dell'area con i mezzi sinora utilizzati ed eventuali altri finalizzati all'individuazione diretta di emissioni di idrocarburi dal terreno.

La Società pur confermando come, a quanto ad oggi rilevato, le emissioni di gas nell'area indagata non presentino alcuna pericolosità ai fini della sicurezza di coloro che nell'area vivono, lavorano o semplicemente transitano, per una corretta e completa interpretazione dei dati rilevati in ottemperanza del decreto del Prefetto di Lodi del 1996, ha, altresì, segnalato che sarebbe opportuno un approfondimento delle conoscenze sull'ambiente soggetto ad indagine, come già indicato all'ARPA, Dipartimento di Lodi nei precedenti report.

## **7. Conclusioni – Quadro prescrittivo**

Per quanto sopra esposto al precedente paragrafo - 6. Campagna di Monitoraggio – Campo Caviaga, si richiede di:

1. attivare i necessari contatti con Arpa Lombardia per un'analisi congiunta dei risultati fin qui ottenuti con l'attuale monitoraggio, al fine di individuare le possibili azioni per l'ottimizzazione del piano di controllo dell'area interessata dal fenomeno di

dispersione di gas, nonché le modalità finalizzate all'individuazione diretta di emissioni di idrocarburi dal terreno;

2. comunicare agli Enti preposti le risultanze delle valutazioni e/o verifiche da effettuarsi secondo le indicazioni di cui al precedente punto 1.