

## 4. La valutazione d'impatto ambientale AGIP

di Roberto CARRARA

Agip presentò nel giugno 1988 un rapporto preliminare denominato "Giacimento di Villafortuna -Trecate. Piano di sviluppo" che trattava, in modo che chiameremo eufemisticamente succinto, i problemi ambientali del piano. Successivamente nell'aprile 1989, su richiesta degli Enti di gestione dei Parchi del Ticino (Piemonte e Lombardia), Agip presentò un secondo rapporto più articolato ma ancora largamente carente denominato "Progetto di Sviluppo Villafortuna - Trecate. Valutazione d'impatto ambientale", sulla cui base furono stipulate le convenzioni previste dalla normativa per l'installazione di impianti produttivi nell'area del Parco.

Nel capitolo 7 di tale rapporto si presenta l'"Analisi dei fattori di rischio di spill accidentale di petrolio e piano d'emergenza antinquinamento", nel quale, analogamente al corrispondente rapporto 1988, mostra la ridicola esiguità delle trattazioni (rapporti che per ragioni di spazio qui non vengono ripresi, ma che sono disponibili presso la Redazione per chi fosse interessato alla loro consultazione).

*In buona sostanza AGIP ha eseguito le operazioni di perforazione dei pozzi sia di esplorazione che di sfruttamento del giacimento senza avere predisposto un piano operativo degli interventi di emergenza da attuare in caso di blow out e senza che nessuno degli enti competenti abbia sollevato obiezioni.*

Nelle conclusioni del rapporto del

1989 si afferma, a proposito del rischio di blow out (eruzione da pozzo in perforazione), che «*A parte va considerato l'argomento "rischio da blow out", legato ai pozzi produttivi a olio; sotto questo aspetto vi è da osservare che la sicurezza del personale, come pure la protezione ambientale, sono legate pressochè totalmente alla serietà e alla capacità tecnica della Compagnia, nonchè alle misure che conseguentemente essa adotta, che sono le più serie ed efficaci possibili. Come illustrato in precedenza il rischio attuale è molto, molto basso ed i piani di emergenza verranno appositamente studiati d'intesa con gli Enti locali, con la finalità di ridurlo ulteriormente*».

Per quanto riguarda la stima della probabilità di eruzione, essa è risultata clamorosamente sbagliata, e fa ricordare le affermazioni della Farmoplant di Massa Carrara sulla completa sicurezza dell'impianto per la produzione di Rogor pronunciate pochi giorni prima dell'esplosione che ha distrutto l'impianto e ha determinato la chiusura definitiva dello stabilimento.

Per quanto riguarda il piano di emergenza, non ci risulta che tale piano sia mai stato predisposto e tanto meno siano stati coinvolti nello studio e definizione del piano gli Enti locali. L'assenza di piani prestabiliti è peraltro dimostrata dalla improvvisazione e dai ritardi che AGIP ha mostrato nella predisposizione dei piani di bonifica a seguito dell'eruzione

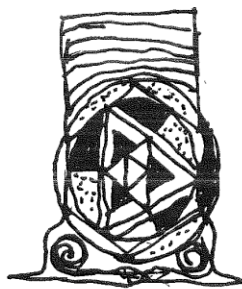
del pozzo "TR24d."

Nel marzo 1992 Agip presenta alla Regione Piemonte un terzo documento, denominato "Progetto di sviluppo Villafortuna - Trecate. Studio d'impatto ambientale", resosi necessario a seguito dell'emanazione della legge regionale 7.02.1992 n° 10. Nel documento sono descritte le modificazioni apportate al piano di sviluppo originario (variazioni di localizzazione dei pozzi) dopo i primi tre anni di sfruttamento ed è presentato un "Piano di emergenza ambientale anti Oil Spill". Trattasi in realtà di un'ennesima rimasticatura di elementi già contenuti nei precedenti studi, senza alcuna precisazione dei dispositivi e dei metodi di intervento per fronteggiare le emergenze ed in particolare di eruzioni da pozzi in perforazione.

Esso fornisce tuttavia, per la prima volta, una quantificazione degli impatti generati in fase di perforazione dei pozzi (rumore, emissioni atmosfere-

riche, scarichi idrici, rifiuti) e la concentrazione di idrocarburi aromatici (7,3%) ed in particolare del benzene (0,4%) presente nel greggio estratto dal giacimento.

Viene altresì stimato il comportamento del greggio sversato in ambiente e precisamente su acque superficiali, che evapora per il 48% nelle prime 3 ore e per il 55% nelle prime 20 ore dallo sversamento; *nessuna stima è effettuata per gli sversamenti sul terreno*, nel quale gli idrocarburi vengono adsorbiti limitandone la volatilità. Non va poi taciuto che questo studio di V.I.A., come i due precedenti, non è stato realizzato da un organismo qualificato e indipendente, ma dall'(inquinatore) Agip! Inoltre, le sue carenze erano già state evidenziate e ampiamente denunciate in un dossier del 1992 del Gruppo Consigliare dei Verdi della Regione Piemonte, ma invano (si veda in questo dossier l'articolo di Carla Cavagna e Luigi Mara).



## 5. Il pozzo AGIP "TR 24d" esploso il 28 febbraio 1994

di Roberto CARRARA

### CRONISTORIA

Il pozzo "Trecate 24d", ubicato nel territorio del Comune di Trecate (NO) alla Latitudine 45°27'23" Nord e Longitudine 3°42'27,5" Est, è stato programmato dall'Agip S.p.A. con l'obiettivo principale di mettere in produzione il livello profondo del giacimento "Villafortuna-Trecate", e con l'obiettivo secondario costituito dalla formazione denominata "Dolomia a Conchodon e Principale", meno profonda dell'obiettivo primario e di spessore più ridotto, con una previsione di profondità finale pari a 6.075 metri.

Il programma del pozzo "Trecate 24d" è stato presentato dall' Agip S.p.A., unitamente all'istanza di autorizzazione alla sua esecuzione, in data 3 Agosto 1992, alla Sezione di Bologna dell' U.N.M.I.G. (Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia), che lo approvava e ne autorizzava l'esecuzione in data 25.08.1992 con atto amministrativo n. 6583.

L'impianto di perforazione previsto era il "National 1625" della Saipem Italia S.p.A., con sede in Montesilvano (PE), C.so Umberto n. 395. Successivamente, non essendo disponibile tale impianto perchè impegnato in un altro sondaggio in provincia di Pavia, veniva autorizzato dalla Sezione U.N.M.I.G. di Bologna, in data 18.05.1993 con atto n. 3531, l'impiego dell'impianto "IDECO E 3000" della Pergemine S.p.A., con sede in Parma, Via Cufra n. 19. In data 15.11.1993, con atto amministrativo n. 7628, veni-

va autorizzata una variazione del programma originario consistente nella deviazione del pozzo dalla verticale, con uno scostamento massimo di 247 metri, per correggere una tendenza spontanea dello scalpello a non mantenere la giusta direzione di avanzamento.

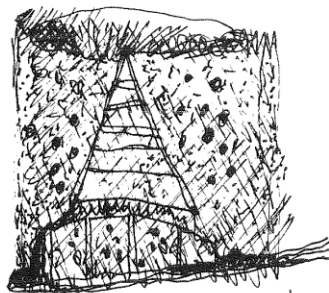
In questo programma, sulla base dei dati raccolti da indagini geofisiche precedenti e dai pozzi già perforati, si prevedeva una sequenza della natura dei terreni attraversati (litostratigrafia) tale da individuare la quota dei tops degli obiettivi, rispettivamente, a 5.420 e 5.890 metri di profondità. A tali quote la pressione di strato prevista era di circa 960 atm e 1030 atm. Tali previsioni erano state formulate nell'ipotesi di continuità idraulica dei livelli produttivi attraversati dal pozzo con il resto del giacimento e tenendo, quindi, conto della diminuzione media della loro pressione a seguito della produzione in atto.

A queste pressioni corrisponde un gradiente (variazione di pressione con la profondità) pari, rispettivamente, a 1,72 atm e 1,70 atm ogni 10 m. Qualora le ipotesi di cui sopra non fossero state verificate, e le pressioni dei livelli produttivi fossero state ancora quelle originali del giacimento, il loro valore sarebbe stato rispettivamente di 1.040 atm con gradiente 1,87 atm x m 10, e 1.082 atm con gradiente 1,79 atm x m 10.

Accanto a questi dati, il programma di perforazione analizzava anche i gra-

dienti di fratturazione delle formazioni attraversate, cioè gli aumenti di pressione con la profondità tali da provocare rotture nelle rocce presenti a quelle quote. Tale analisi portava ad evidenziare un gradiente di fratturazione variabile da 1,75 a 2,2 atm x m 10 nell'intervallo di profondità compreso fra 0 e 4.950 metri; da questa quota fino a fondo pozzo, il gradiente di fratturazione avrebbe dovuto variare da 2,20 a 2,25 atm x 10 m.

Questi valori condizionano aspetti importanti della perforazione del pozzo



Scoppia un pozzo a Trecate

come la densità del fango di perforazione, che deve essere appesantito progressivamente con l'approfondimento del pozzo, ed il programma di tubaggio, cioè la scelta della profondità massima alla quale mettere in opera il casing (tubi di armatura e rivestimento del pozzo a protezione degli strati attraversati).

Per il pozzo "Trecate 24d" il programma di tubaggio era il seguente:

- a)- *dopo la battitura del tubo guida di diametro 30" fino alla profondità di m 40 circa*: colonna di diametro 20", con estremità inferiore (scarpa) a m. 600 circa, a conclusione della fase di perforazione con scalpello di diametro 26" eseguita con l'impiego di fango bentonitico (uso normale all'inizio perforazione) di densità 1,15 kg/l;
- b)- *colonna di diametro 13" 3/8 (con un primo spezzone di m 250 di diametro 14")*, con scarpa a m 3.400 circa, a conclusione della fase di

perforazione con scalpello di diametro 17" 1/2 eseguita con l'impiego di fango di lignosulfonato (uso standard in condizioni medie), di densità aumentata progressivamente da 1,15 kg/l a 1,25 kg/l;

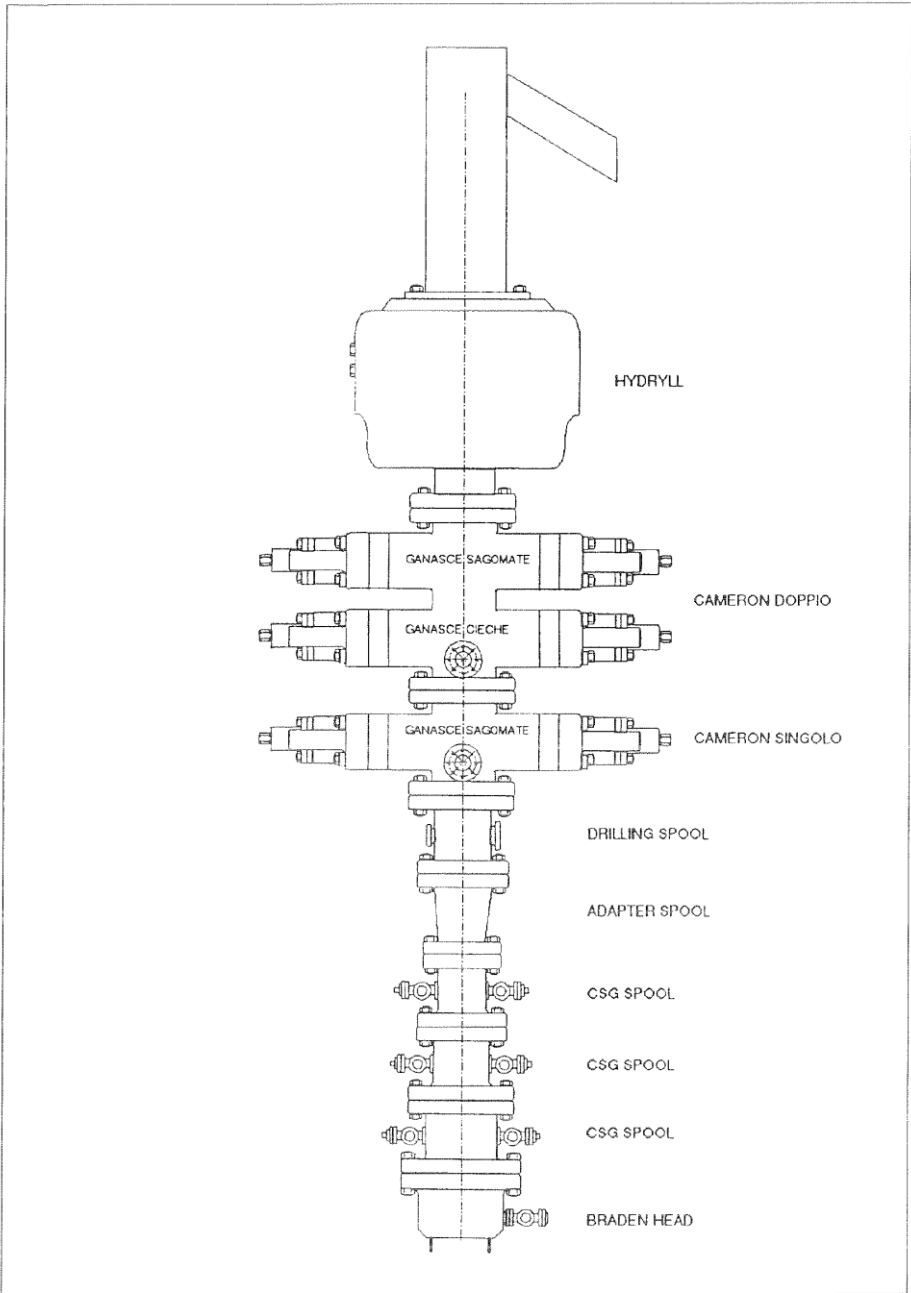
- c)- *colonna di diametro 9" 5/8 (con un primo spezzone di m 200 e diametro 10" 3/4)*, con scarpa a m 5.380 circa, a conclusione della fase di perforazione con scalpello di diametro 12" 1/2 eseguita con l'impiego di fango alle cromolignine (fango condizionato per alte temperature) di densità 1,8 kg/l;
- d)- *colonna di diametro 7" (con un primo spezzone di m 150 di diametro 7" 3/4)*, con scarpa al top dell'obiettivo inferiore (Dolomia di Monte S. Giorgio), al termine del pozzo eseguito con scalpello da 8" 1/2 e con fango alle cromolignine (fango condizionato per alte temperature) di densità 1,8 kg/l.

Il programma evidenziava anche i principali problemi che sarebbero potuti sorgere durante la perforazione, sulla base di esperienze precedenti in altri pozzi eseguiti in zona (Trecate 2, Trecate 3, Trecate 17), nonché le opportune modalità di intervento atte a superarli e precisamente:

- *possibilità* di contaminazione del fango di perforazione per la presenza di H<sub>2</sub>S e gesso nella formazione "gessoso-solfifera" da attraversare alla quota 1.740-1.800 m circa, con conseguente necessità di aggiungere nel fango un additivo neutralizzante - carbonato di zinco e un fluidificante;
- *tendenza* della formazione di cui sopra a sviluppare una compressione anomala sulla colonna di rivestimento del pozzo con conseguente necessità di impiego di tubi di maggiore spessore che presentano maggiore resistenza allo schiacciamento evitando così fenomeni di ovalizzazione della colonna;
- *possibile* presenza di un livello in sovrappressione anomala nell'intervallo a m. 4.700-5.010, così come verificatosi in maniera imprevista al pozzo "Trecate 3" in Comune di Bernate

Ticino (MI), con conseguente kick di acqua salata e chiusura mineraria del pozzo stesso; ciò comporta la necessità di arrivare a questo intervallo con un fango più appesantito fino alla densità di 1,8;  
 - possibilità di perdita di circolazione del fango in corrispondenza o in

prossimità della "Dolomia a Conchodan" e "Principale", in virtù della loro frequente alta fratturazione. Ai pozzi "Trecate 2" e "Trecate 10" si ebbero perdite consistenti di circolazione pari, rispettivamente, a m<sup>3</sup> 1.491 e m<sup>3</sup> 3.529. Necessità, quindi, di operare alleggerimenti del fango e di intro-



**FIGURA I** - Configurazione dei B.O.P. di testa pozzo TR24d al momento dell'eruzione

durre cuscini intasanti;

- *presenza* di H<sub>2</sub>S nella formazione "Dolomia di Monte S. Giorgio" che, durante le prove di produzione in pozzi precedenti, ha fatto riscontrare valori di concentrazione variabili da 1.000 a 7.000 ppm.

Il pozzo "Trecate 24 d" è iniziato il giorno 14.07.1993 e, conformemente al programma, il tubo guida è stato infisso fino alla profondità di m 47 ed è iniziata la fase di perforazione con lo scalpello di diametro 26" conclusasi con la cementazione della colonna di



*il petrolio invade tutto...*

rivestimento da 20" con scarpa a m 609 di profondità. Su di essa è stata saldata la flangia base di diametro 21" 1/4 inserendo la piastra di appoggio per la ripartizione del peso e degli sforzi. Sulla flangia base è stato montato l'insieme degli organi di sicurezza contro le eruzioni (B.O.P.), in grado di sopportare pressioni di 3.000 psi (circa 215 atm), e costituiti da (dall'alto verso il basso):

- *preventer a sacco* Hydryll MSP da 2.000 psi (142 atm);

- *doppio preventer* Shaffer-LWS da 3.000 psi (215 atm) con ganasce cieche (occlusione totale della sezione del pozzo libero) e ganasce sagomate (occlusione totale dell'intercapedine foro-aste con presa attorno al corpo asta).

Queste attrezzature hanno un programma di collaudo previsto per le ganasce cieche a 40 atm, le sagomate a 100 atm, il preventer a sacco a 40 ed a 100 atm. Analogo programma esiste

per le linee di sicurezza di superficie per il controllo eruzione da 5.000 psi (Kelly Cock, Kill Lines, Choke manifold), a 210 atm, per 10 minuti.

E' iniziata, quindi, la fase di perforazione con scalpello da 17" 1/2 conclusasi, senza particolari problemi, nella seconda quindicina del mese di agosto 1993 con la cementazione di una colonna di rivestimento mista (14", 13" 3/8, 13" 1/2) con scarpa a m 3.453. Su di essa è stato montato il secondo elemento di inflangiatrice da 21" 1/4 x 13" 5/8 da 5.000 psi (circa 360 atm) la cui tenuta è stata collaudata a 145 atm. La precedente serie di B.O.P. è stata sostituita con una nuova da 10.000 psi (715 atm) così composta (dall'alto verso il basso):

1. *preventer a sacco* Hydryll GK da 10.000 psi;

2. *Cameron U singolo* con ganasce sagomate da 10.000 psi;

3. *Cameron U doppio* con ganasce cieche e sagomate;

4. *Cameron U singolo* con ganasce sagomate.

Tali attrezzature hanno subito i seguenti collaudi: ganasce cieche a 70 atm, sagomate a 340 atm per 15 minuti, preventer a sacco a 30 ed a 340 atm per 15 minuti. Tutte le linee di superficie sono state collaudate a 700 atm per 15 minuti. Questi collaudi sono stati ripetuti quindicinalmente durante la fase di perforazione con scalpello da 12" 1/4.

Questa fase è stata caratterizzata dalla tendenza della batteria a deviare dalla verticale assumendo una direzione non voluta per il raggiungimento dell'obiettivo per cui, a partire dalla profondità di m. 4.912, al pozzo è stata data una leggera deviazione per riportarlo nella giusta direzione.

Alla profondità verticale di m 5.388 (deviata m 5.396) è stata cementata una colonna mista di tubi da 10" 3/4 e da 9" 5/8 con scarpa a m 5.392 (deviati). Inserito al posto del distanziere il terzo elemento di inflangiatrice CSG Spool da 13" 5/8 a 10.000 psi, è stata rimontata la stessa serie di B.O.P. usa-

ta in precedenza che è stata sottoposta ai seguenti collaudi: ganasce cieche a 80 atm per 15 minuti, ganasce sagomate a 560 atm per 15 minuti, preventer a sacco a 15 ed a 400 atm per 15 minuti. Le linee di superficie sono state testate a 630 atm per 5 minuti. Queste prove sono state eseguite nel corso dei giorni 21 e 22 gennaio 1994. Alle ore 19,30 del giorno 23 gennaio 1994 è ripresa la perforazione con lo scalpello n. 42 di diametro 8" 1/2 e con fango di densità 1,8 kg/l dopo la fresatura del cemento presente in colonna. E' stata eseguita inoltre una circolazione del fango per complessivi 168 m<sup>3</sup>, ed un controllo statico del livello del fango in pozzo per 30 minuti senza riscontrare anomalie.

Il giorno 8 febbraio 1994, alla profondità di m 5.630, è stato raggiunto il top della Dolomia a Conchodon, obiettivo secondario del pozzo, e si sono manifestati assorbimenti di un certo quantitativo di fango. Durante questo giorno sono stati eseguiti tre controlli statici del livello del pozzo con esito positivo, ed è iniziato l'alleggerimento del fango da 1,80 a 1,77 kg/l per controllare gli assorbimenti da parte della formazione.

Si è proceduto ai preparativi per un prelevamento di campione della formazione incontrata (carotaggio) eseguito nel corso dei giorni 9, 10, 11 febbraio. Durante un secondo carotaggio, iniziato alle ore 23,00 del giorno 11 febbraio, si è verificata la perdita totale di circolazione del fango, assorbito dalla formazione.

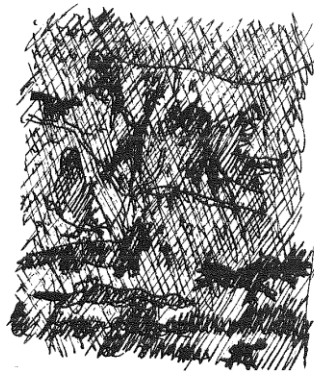
Sono iniziate le operazioni per riprendere il controllo della circolazione del fango mediante pompamento di un "cuscino" di 15 m<sup>3</sup> di intasante e tentativi di colmataggio dell'intercapedine foro-batteria di perforazione. Contemporaneamente è stato confezionato nuovo fango di densità 1,77 kg/l per un totale di m<sup>3</sup> 150.

In 24 ore, dal giorno 11 al giorno 12 febbraio, il pozzo ha assorbito 125 m<sup>3</sup> di fango.

Il giorno 13 febbraio sono proseguiti i

tentativi di carotaggio, con ulteriori assorbimenti e con il pompamento di un nuovo cuscino intasante di 15 m<sup>3</sup> che non è tuttavia riuscito a bloccare la perdita di circolazione che si manteneva su livelli sensibili (circa 1,5 m<sup>3</sup>/h).

Durante un test di circolazione, con portata di 800 l/1', eseguito fra le ore 15,00 e le ore 16,00, si è verificato un repentino aumento del livello del fango in vasca; la circolazione è stata subito fermata e si è posto il pozzo sotto controllo statico. Dopo 3 minuti si è



verificata la fuoriuscita di fango dalla flow line in progressivo aumento, indice di un kick in atto; sono stati subito chiusi i B.O.P. e si è circolato sotto choke-line completamente aperta, riuscendo così a controllare ed a smaltire il cuscino di gas (89%) e olio (11%) entrato in pozzo e risalito in superficie a causa delle continue perdite di circolazione che hanno impedito il mantenimento dell'equilibrio idrostatico del pozzo.

Questo kick ha interessato un volume di m<sup>3</sup> 80 circa di fango la cui densità è risultata essere scesa a 1,39 kg/l.

Per il resto della giornata il pozzo è stato sotto osservazione e si è proceduto al ricondizionamento del fango mediante circolazione dalla flow line, dopo aver riaperto i B.O.P.; nel corso della giornata il pozzo ha assorbito altri 114 m<sup>3</sup> di fango, per cui si è proceduto al pompamento di un altro cuscino intasante.

Anche la giornata del 14 febbraio è

stata caratterizzata da nuovi tentativi di discesa del carotiere, con ulteriori assorbimenti, necessità di colmataggi dell'intercapedine, controlli del livello statico del fango in pozzo.

Nella giornata del 15 febbraio, alle ore 6,30, si è verificato un nuovo kick che ha interessato  $m^3$  65 di fango con presenza di un cuscino con il 30,8% di gas, che è stato smaltito con la semplice circolazione senza bisogno di chiudere i preventers. Questo kick, come il precedente, è stato seguito da ulteriori assorbimenti da parte del pozzo.



Il giorno 16 febbraio è stato caratterizzato da una prolungata circolazione del fango per il suo condizionamento e alleggerimento a 1,75 kg/l. Terminata tale operazione, il controllo statico del pozzo evidenziava un assorbimento di circa  $1 m^3/h$ .

Nel corso del 17 febbraio, in cui i funzionari dell'UNMIG di Bologna hanno eseguito una visita al pozzo, è stato recuperato il carotiere con un campione di m 10 di formazione (Dolomia a Conchodon) con buone manifestazioni di olio.

E' stata ricomposta una nuova batteria di perforazione per la discesa dello scalpello e la ripresa della perforazione. La manovra di discesa è stata completata alle ore 19,00 ed è stata seguita da una lunga circolazione, fino alle ore 2,40 del giorno successivo, per la presenza al fondo di un cuscino con il 3,3% di gas e per la necessità di condizionare ed alleggerire il fango stanti i continui assorbimenti.

Alle ore 3,30 del 18 febbraio, alla ripresa della perforazione, si è ripresentata la necessità di circolare per lo smaltimento di un ulteriore cuscino al fondo con presenza di gas pari a 1,3%. Il successivo controllo statico del pozzo dava esito positivo e si è deciso di estrarre la batteria per assemblare il carotiere per un nuovo prelievo di un campione di formazione. Il carotaggio, eseguito con inizio alle ore 10,40 del 19 febbraio, provocava una perdita di circolazione di  $15 m^3/h$  poi ridottasi progressivamente a  $4 m^3/h$ . Dato che il carotiere presentava mancanza totale di avanzamento, si è iniziata la sua estrazione dopo una circolazione di circa due ore e trenta minuti per compensare uno sbilanciamento del fango, ed un controllo statico del pozzo che evidenziava un assorbimento di  $1 m^3/h$ .

La carota, recuperata nella mattina del 20 febbraio, confermava i dati della precedente.

Nuova discesa per un altro carotaggio eseguito nel corso del 21 febbraio con recupero del campione durante il 22 febbraio, cui ha fatto seguito un'ulteriore campionatura eseguita il 23 febbraio, accompagnata dalla ormai consueta perdita di circolazione inizialmente di  $9 m^3/h$  poi ridottasi a  $1 m^3/h$ . Il giorno 24 febbraio si è recuperata la carota n. 5 con presenza di buona porosità e buone manifestazioni di olio; è stata ridiscesa la batteria di perforazione, con lo scalpello n. 47, per la ripresa della perforazione preceduta da un ripasso del foro già eseguito e da una circolazione di due ore e trenta minuti per il controllo di eventuali cuscini di fluido di strato entrati in pozzo e per l'alleggerimento del fango a 1,72 kg/l. Sono continuati modesti assorbimenti di fango.

Per tutta la giornata del 25 febbraio è continuata la perforazione con assorbimenti di circa  $m^3$  10 di fango.

Il giorno 26 febbraio, alla profondità deviata di m 5.720, si riscontra un aumento di torque (sforzo di torsione) alla batteria e si decide di estrarla per sostituire lo scalpello; prima dell'av-



vio dell'estrazione viene effettuata una circolazione del fango che ha interessato l'intera quantità presente nell'intercapedine del pozzo fra la batteria e il casing e fra la batteria e il foro scoperto (durata 158 minuti dalle 16,45 alle 19,22, quantità movimentata 167 m<sup>3</sup> contro un volume dell'intercapedine pari a 133 m<sup>3</sup>) senza riscontrare presenza di idrocarburi liquidi o gassosi. L'estrazione è iniziata alle 19,23 con velocità di una lunghezza (pari a tre aste = 27 m) ogni 1,5 minuti. Alle 20,38 è stato eseguito un controllo statico del pozzo per 40 minuti, con successivo pompamento e spiazzamento di un cuscino pesante in quanto si era manifestato un aumento di livello del fango nella trip tank pari a 180 l. L'estrazione è quindi proseguita, con velocità aumentata a una lunghezza al minuto, fino alle ore 12,00 del 27 febbraio con lo svitamento e la sostituzione di 81 aste "S 135" che avevano raggiunto il limite di ore di lavoro previsto prima del loro controllo. Alle ore 12,00 del 27 febbraio è stato montato lo scalpello n. 48 ed è iniziata la manovra di discesa in pozzo della batteria, proseguita fino alle ore 6,40 circa del giorno 28 febbraio quando si è verificata la perdita di peso al gancio della taglia mobile dell'organo dell'impianto, valutata in circa 20 t. (in effetti pari a 26 t).

#### ANALISI DELLE OPERAZIONI ESEGUITE IL 28 FEBBRAIO 1994 FINO ALL'INSTAURARSI DEL BLOW OUT

Alle ore 6,40, avvertito il calo improvviso di peso il capo squadra della Pergemine Sig. Tilli Donato avvertiva telefonicamente l'assistente di perforazione dell'Agip S.p.A., Sig. Tufo che già si era reso conto del fatto dall'osservazione dei dati sul monitor della sua cabina, collegata con la cabina Italog-Geoservice (controllo geologia e parametri del pozzo). Il sig. Tufo si recava quindi sul piano sonda dove riscontrava anche un calo di circa 3 m del livello statico del fango; il capo squadra gli riferiva di aver controllato

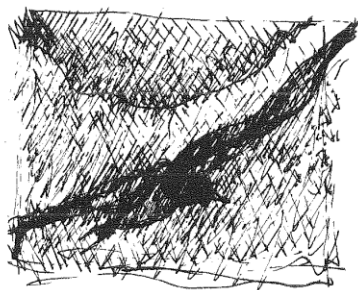
il livello del fango nel pozzo che si presentava stabile a circa m 4,00 sotto il piano sonda (dall'innesto del "tubo pipa"). L'assistente decideva di rabboccare il pozzo fino al top della batteria, che richiedeva l'impiego di circa 1 m<sup>3</sup> di fango, e verificava per alcuni minuti la stabilità del livello del fango in pozzo. *Va subito osservato che la prova di stabilità è durata assai meno di quanto consigliavano le norme di buona pratica.* Il Sig. Tufo procedeva quindi ad effettuare un breve test di circolazione (circa 10 minuti) per ve-



rificare le perdite di carico lungo il circuito del fango che risultavano inferiori di circa 10 atm rispetto a quelle teoriche. Ciò veniva interpretato come conferma della rottura di parte della batteria. A seguito della circolazione si verificava un assorbimento di circa 1 m<sup>3</sup> di fango nel pozzo ed anche questo elemento veniva interpretato come una conferma dell'interpretazione data.

Dopo una consultazione telefonica con il progettista del pozzo, sig. Antonio Fratus presso l'Agip S.p.A. Distretto di Crema, che dava il suo assenso, il Tufo disponeva l'inizio della manovra di estrazione della batteria (senza effettuare la circolazione "bottom's up", in quanto nessuno di loro riteneva possibile in base agli elementi disponibili l'eventualità che si fosse prodotto un ingresso in pozzo di fluidi di strato) per poter effettuare poi le operazioni di recupero dello spezzone caduto nel pozzo. Dalle osservazioni dirette sul comportamento del pozzo

dopo la rottura della batteria, i responsabili delle operazioni di cantiere non hanno ritenuto che tale evento traumatico potesse aver influito sull'equilibrio idrostatico del pozzo consentendo l'ingresso di fluidi di strato. In sostanza l'evento traumatico della rottura della batteria, con la conseguente caduta in fondo di un "pe-sce" di circa 350 metri, non è stato giudicato tale da turbare l'equilibrio del pozzo e le operazioni di estrazione della batteria sono proseguite velocemente (la perforazione del pozzo TR



24d stava richiedendo più tempo di quello inizialmente stimato e il controttempo dovuto alla rottura della batteria avrebbe ulteriormente ritardato il completamento del pozzo) mentre la buona tecnica di sicurezza avrebbe dovuto consigliare di procedere lentamente.

Le operazioni di estrazione della batteria, iniziate alle ore 7,37 (alle ore 8,00, dopo l'estrazione di due lunghezze, avveniva il cambio di turno della squadra di perforazione e il capo perforatore Tilli lasciava il posto a D'Urbano), sono proseguite senza segnali di allarme (nessuna anomalia segnalata dai perforatori, dal servizio di controllo geologico, dagli addetti alla gestione fanghi, fatto salvo un assorbimento di fango nel pozzo pari a circa 1 m<sup>3</sup> giudicato non preoccupante) fino alle ore 13,30 quando si registra una inversione di tendenza nella curva di svuotamento della "trip tank" che evidenzia come entrasse in pozzo una

quantità di fango inferiore a quella del volume delle aste estratte; questo segnale, che poteva fare supporre un inizio di ingresso di fluidi di strato nel pozzo, fu totalmente trascurato dagli addetti al controllo. Analogamente nessuno dei responsabili si pose il problema delle conseguenze di un ingresso di fluidi di strato ad elevata pressione (possibilità peraltro già verificata nel corso della perforazione del pozzo TR2 alla profondità di 5000 m e che aveva comportato un'eruzione di acqua - non si era in quel caso ancora raggiunto il reservoir petrolifero - per il cui controllo si era dovuto chiudere e dismettere il pozzo) in una condizione di estrema vulnerabilità dovuta alla mancanza di peso (la colonna di aste era ormai quasi del tutto estratta) a contrastare la spinta dal basso. La assoluta tranquillità dei responsabili Agip e Pergemine, segno di una completa sottovalutazione del pericolo in atto, è dimostrata dal fatto che:

- il progettista del pozzo Sig. Antonio Fratus del distretto Agip di Crema per tutta la giornata non aveva ritenuto opportuno di recarsi al cantiere;
- l'assistente di cantiere Agip Sig. Marcellino Tufo si assentava dalle ore 12.00 alle ore 14,30 per altri impegni;
- i responsabili Pergemine delle attività di perforazione (Sig. Michele Rosato responsabile del cantiere e Sig. Roberto Zilioli, supervisore di perforazione), si sono allontanati dal cantiere per recarsi a pranzo dalle ore 14,00 rientrando in cantiere rispettivamente alle ore 14,45 e alle 14,55, quando ormai era iniziata la fase critica dell'eruzione.

Alle ore 14,20 circa, al termine del riempimento della "trip tank", nella cabina dell'Italog - Geoservice è suonato l'allarme per superamento del livello del fango alla "trip tank" stessa. Questo allarme scattava per un sopralivello (o sottolivello) di circa 500 litri; tale soglia di allarme è decisamente elevata e comporta un ritardo nella percezione di eventuale Kick in atto. La scelta del valore soglia così elevato

era stata operata per evitare i continui allarmi dovuti ai frequenti assorbimenti di fango da parte del pozzo. Da notare che sul piano sonda gli strumenti di misura e allarme GAIN-LOSS predisposti da Pergemine erano decisamente *meno sensibili* (taratura variabile fra 1000 e 2000 litri) e spesso non funzionanti (vedi i verbali di esercitazione PIT DRILL eseguiti dal servizio AGIP DICR/CARP); ne consegue un'ulteriore causa di ritardo nell'azione di controllo di eventuali kick.

Avvertito l'allarme, l'operatore Italog, tramite interfono, ha contattato il capo perforatore sig. D'Urbano sul piano sonda per accertarsi che la causa del segnale non fosse dovuta al mantenimento accidentale in funzione della pompa di riempimento della "trip tank" cui avrebbe potuto essere attribuito l'anomalo innalzamento del livello del fango; in quel preciso momento si manifestavano i primi segni dell'inizio dell'eruzione. La squadra di perforazione stava ultimando l'estrazione della 179° lunghezza, riscontrando una caduta di fango dalla base delle aste e al contempo una lieve fuoriuscita di fango sul piano sonda dalla bocca libera della batteria ancora in pozzo.

Il capo squadra D'Urbano, che non aveva in quel momento il conforto dei suoi superiori, reagisce all'emergenza cercando di contrastare il Kick e ristabilire l'equilibrio idrostatico del pozzo con le seguenti operazioni:

- *chiude* la bocca della batteria, posta all'altezza di 2,30 m dal piano sonda, facendo scendere il top drive e avviandolo sulla testa della batteria; quindi fa risalire la batteria di circa 20 cm per sganciarla dai cunei di ritegno (l'operazione più utile e decisiva sarebbe stata quella di farla scendere di circa 1 metro onde portare il giunto di collegamento fra la prima e la seconda asta al di sotto della sagomata superiore in modo che, alla sua chiusura, essa avrebbe fatto presa sul corpo dell'asta e bloccato la batteria impedendole di slittare verso l'alto; tale

operazione era forse impedita dall'ingombro degli staffoni dell'elevatore che sporgono al di sotto del top drive e non consentivano una ulteriore discesa ma tale fatto rimane da chiarire);

- *apre* la valvola idraulica di scarico del fango dall'intercapedine alla linea del choke manifold e aziona la chiusura dell'Hydryll ma non delle sagomate che avrebbero potuto bloccare la batteria;

- *per poter stabilire il valore delle pressioni nel pozzo* (Pdp - pressione statica all'interno delle aste; Pa - pres-



sione statica nell'intercapedine aste-casing) egli chiude la choke line; avverte sull'indicatore il rapido aumento delle pressioni che hanno già raggiunto le 290 atm con tendenza a salire;

- *nel frattempo la spinta verso l'alto* esercitata sulla batteria dalla pressione del pozzo vinceva la resistenza opposta dall'Hydryll e la batteria scorreva di tre metri, sollevando il top drive e mettendo in bando le funi della taglia mobile che si disponeva a 90°;

- *fa eseguire le manovre sulle varie valvole* al fine di predisporle per poter pompare fango nel pozzo direttamente dalle aste (esclude la normale pompa di circolazione del fango, collegando le pompe ad elevata prevalenza).

Sono le ore 14,45 e sul piano sonda giungono i responsabili Pergemine Rosato e Zilioli e assieme provvedono a:

- *chiudere* le sagomate superiori del Cameron singolo e doppio (non le inferiori in quanto in tal modo si sareb-

be impedito lo scarico della pressione dell'intercapedine attraverso la choke line inferiore o l'iniezione di fango nell'intercapedine) nel tentativo di impedire ulteriori risalite della batteria; essi non completano l'operazione con il sollevamento della batteria (rimettendo in tiro la taglia mobile) fino al punto in cui il giunto di collegamento (tool joint) fra la seconda e la terza asta si sarebbe bloccato contro le sagomate impedendone definitivamente lo scorrimento verso l'alto; nessuno poi prende in considerazione



l'opportunità di chiudere le cieche che avrebbero agito sul corpo dell'asta deformandolo e arrestandone lo scorrimento;

- *avviare* le pompe per iniettare fango nel pozzo attraverso la kill line o direttamente dalle aste attraverso la choke line; essi non riflettono sul fatto che *la pressione nel pozzo aveva già superato la prevalenza massima delle pompe* ed infatti le pompe, dopo pochi secondi si arrestano.

Sopraggiunge anche il responsabile Agip Sig. Tufo e insieme effettuano gli ulteriori interventi per tentare di diminuire la pressione del pozzo scaricandola verso i dispositivi di sicurezza tramite l'apertura delle valvole della choke line per sfiatare i gas dal circuito del fango alla fiaccola e ai vasconi di raccolta del fango; in quel momento si sono aperte le valvole di sicurezza contro le sovrappressioni poste a protezione della linea delle pompe in quanto la pressione del circuito

del fango superava i limiti di taratura. Nel frattempo la spinta verso l'alto esercitata sulla batteria dalla pressione del pozzo vinceva la resistenza opposta dalle sagomate e dall'Hydryll e la batteria scorreva di ulteriori tre metri, distorcendo le guide di scorrimento del top drive e spingendo la taglia mobile verso la rastrelliera delle aste che fuoriuscivano e cadevano verso il lato opposto della torre ponendosi così ad intralcio delle funi dell'argano e impedendone definitivamente l'utilizzo. Le aste, sollecitate da un elevato sforzo di pressoflessione, si deformavano e quindi la prima asta si squarciava dando origine alla fuoriuscita dei fluidi dal pozzo; successivamente l'asta si ripiegava a 180° (per effetto del peso del top drive e della taglia mobile che scivolavano verso il basso a causa della infiltrazione di petrolio nei freni dell'argano) rompendosi trasversalmente e generando la seconda via di fuoriuscita.

A questo punto tutti sgombrano il piano sonda, e operano gli ultimi interventi comandando la chiusura delle sagomate inferiori tramite i comandi a distanza e infine si allontanano per non venire coinvolti da una eventuale esplosione del pozzo e della nube di idrocarburi che lo aveva avvolto.

L'ultimo valore di pressione in pozzo registrato prima dell'abbandono del cantiere superava le 500 atm.

## IL BLOW OUT. CAUSE ED EFFETTI

### Cause

La causa scatenante dell'eruzione è stato un kick che si è prodotto a seguito della rottura di un'asta della batteria in pozzo con caduta in fondo pozzo dello scalpello e di una colonna di aste lunga circa 350 m.

Il motivo della rottura, pur non essendo possibile l'accertamento analitico e strumentale a causa della impossibilità di recuperare l'asta caduta nel pozzo e per l'abrasione della superficie di rottura prodottasi sul tratto di asta recuperata per effetto del flusso di materiale che lo ha attraversato nel

corso del blow out, è sicuramente da attribuire ad un meccanismo di *infragilimento per fatica*.

Si deve osservare che è prassi di buona tecnica, soprattutto durante la perforazione di pozzi profondi e in particolare se deviati come il caso del pozzo TR24d che inducono sulla batteria forti sforzi torsionali, effettuare ogni 300 ore di rotazione effettiva il controllo magnetico delle giunzioni filettate delle *aste Heavy Wate* e il controllo completo sulle prime 20 aste poste sopra le Heavy Wate. Tale periodicità è stata introdotta nel tempo dopo il verificarsi di casi di rottura di queste aste, in particolare alla base del filetto maschio come è avvenuto nel pozzo TR24d.

La società Agip, invece di attenersi a tale prassi, dal 1992 ha introdotto, in via sperimentale, una periodicità di controlli ogni 600 ore invece che ogni 300 ore. L'asta interessata dalla rottura del filetto maschio nel pozzo TR24d aveva già lavorato per 592 ore dall'ultima verifica effettuata. Condividiamo il giudizio espresso dai consulenti tecnici del P.M. Bianchi, Strada e Giacchetta nella loro relazione di perizia (capitolo 13 pag. 3) che affermano: "Gli scriventi ritengono che nel caso in esame, con pozzo così profondo, con una notevole torsione che aveva determinato la sostituzione dello scalpello precedente, ed una discreta deviazione dalla verticale, le Drill Pipes poste sopra le Heavy Wates avrebbero dovuto essere sostituite anziché reinserite nel pozzo."

Una delle possibili concause del kick, o almeno del suo manifestarsi improvviso, è poi dovuta alla modalità con la quale è stata eseguita l'operazione di recupero della batteria dopo la rottura. Infatti, se si fosse proceduto con la cautela dettata dalla prassi di buona tecnica, estraendo lentamente le aste e provvedendo a eseguire controlli di livello statico di dovuta durata (60' come da norma invece dei 10-20' praticati) si sarebbe potuto evitare l'effetto di pistonaggio che ha favorito l'ingres-

so dei fluidi di strato nel pozzo e avrebbe consentito di avvertire l'instaurarsi del kick assai prima, quando ancora la maggior parte della batteria sarebbe stata in pozzo e quindi, col suo peso, avrebbe contrastato e impedito la risalita della batteria che ha causato poi la rottura delle aste e il prodursi del blow out.

Come si è detto, l'eruzione incontrollata si è prodotta al momento della rottura della prima asta della batteria che si è venuta a trovare sollecitata da uno sforzo di pressoflessione anomalo



rispetto a quello normale di trazione e torsione per cui è progettata. Se la batteria in generale e la prima asta in particolare fosse stata mantenuta in trazione, poichè la pressione massima di testa pozzo registrata prima della rottura dell'asta non ha mai raggiunto, né tantomeno superato, il limite di resistenza dell'asta e di tenuta delle attrezzature di sicurezza di testa pozzo, sarebbe stata evitata la rottura dell'asta e di conseguenza il blow out; infatti si sarebbe prodotto lo slittamento della batteria fino all'arresto del giunto di collegamento della seconda con la terza asta contro le sagomate opportunamente chiuse.

Successivamente si sarebbe potuto agevolmente e rapidamente riprendere il controllo del pozzo tramite l'approvvigionamento di pompe ad alta pressione per l'iniezione di fango di adeguata densità nel pozzo e, con l'adozione delle normali procedure di controllo primario, la situazione del

pozzo Trecate 24d sarebbe stata normalizzata senza alcun danno all'esterno. Il mantenimento in trazione della batteria poteva essere effettuato dal capo squadra Sig. D'Urbano, specie se assistito e guidato dai responsabili Agip e Pergemine che invece si trovavano altrove nel momento critico, con l'immediato azionamento dell'argano per la risalita della taglia mobile e del top drive ad essa agganciato, subito dopo la chiusura delle sagomate superiori (quando già si era verificato il primo slittamento della batteria) per portare,



facendo slittare la seconda asta attraverso i B.O.P. già chiusi, il tool joint di collegamento della seconda con la terza asta a bloccarsi sotto le ganasce sagomate superiori. In quel momento infatti, anche se il primo innalzamento della batteria aveva inclinato la taglia mobile e messo in bando le funi con un loro possibile parziale accavallamento, la manovra poteva essere ancora eseguita o almeno tentata per accertarne la fattibilità senza alcun rischio per gli operatori e senza alcun aggravamento della situazione. Effettuando tale slipping si sarebbe evitato il secondo innalzamento incontrollato della batteria che ha compromesso definitivamente l'operabilità dell'argano per il sollevamento della batteria.

**CONSIDERAZIONI SULL'EFFETTO CHE AVREBBE POTUTO OTTENERE L'APPLICAZIONE DI PREVENTERS CON GANASCE CIECHE TRANCIANTI (BLIND SHEAR RAMS)**

Si dice pressione di fratturazione quella che applicata alla formazione determina la rottura della matrice rocciosa. Essa dipende dal tipo di formazione, dalla pressione geostatica e da quella di formazione. Dal valore di questa pressione dipende inoltre il margine di pressione ammissibile alla choke durante il controllo di eruzioni con preventers chiusi.

In nessuna condizione, neppure durante un intervento per il controllo di un'eruzione, si deve avere una contropressione sulla formazione superiore alla pressione di fratturazione perchè in questo caso il fluido in pozzo seguirebbe vie preferenziali lungo la formazione fino a causare una possibile eruzione alle spalle della tubazione di ancoraggio anche a distanze considerevoli dal pozzo e l'impossibilità di controllo dell'eruzione dall'interno del pozzo stesso.

Il controllo dell'eruzione con preventers chiusi avviene, come già descritto, mediante pompamento di un fango pesante o mediante "killaggio" del pozzo stesso. Per poter fare questo occorre pompare o dalla "choke line" o dalla "kill-line" il nuovo fluido pesante, e ciò significa che sulla formazione avremo una pressione pari a quella del fango in pozzo più la pressione di testa, più la pressione di pompamento. È necessario quindi operare sempre scaricando fluido dalla choke-line e pompando dalla kill-line in modo che la pressione sulla formazione non superi quella di fratturazione. La pressione di fratturazione, dipendendo anche dalla pressione geostatica, aumenta con la profondità e la zona più facilmente soggetta a fratturazione è il punto più alto del tratto di foro non tubato ovvero sotto la cosiddetta "scarpa" dell'ultima colonna di rivestimento inserita in pozzo.

In caso di kick, al momento in cui la bolla di gas o olio e gas raggiunge la testa del pozzo, si avrà una contropressione sotto la scarpa dell'ultima colonna di rivestimento pari a quella di testa più il carico idrostatico del fango. Que-

sta pressione in alcuni casi potrebbe superare la pressione di fratturazione. Tutto ciò premesso, risulta evidente che l'adozione e l'uso di preventers con ganasce cieche trancianti deve essere limitata a quelle situazioni in cui è certo che la contropressione sia inferiore alla pressione di fratturazione della formazione sotto scarpa e che consenta di mantenere una pressione disponibile alla choke tale da poter intervenire con le pompe per il condizionamento del fango o il killaggio del pozzo.

Vi è inoltre da considerare che lo stesso risultato che si ottiene con l'utilizzo di preventers con ganasce cieche trancianti, ovvero l'arresto dell'eruzione dall'interno delle aste, si può ottenere anche con altri dispositivi quali la "float valve", da montarsi subito sopra lo scalpello, la "gray valve", la "upper kelly cock valve", e la "lower kelly cock valve" da montarsi sotto il top drive, e la "drop in valve" da inserirsi all'interno della batteria di perforazione, che servono a contenere la fuoriuscita del flusso di fango dall'interno delle aste.

La possibilità di poter usare le ganasce cieche-trancianti è inoltre legata alla possibilità di poter disporre di un "Kooney" (sistema idraulico per azionamento dei B.O.P., con accumulatore di pressione, di capacità non inferiore al volume necessario per aprire e chiudere una volta tutte le funzioni installate nel B.O.P. stock) che possa raggiungere i 3000 psi (almeno 2300 servono per poter tranciare le aste da 5" di grado E). Quelli normalmente in uso a terra raggiungono i 1.500 psi e non sono idonei a tranciare le Drill Pipe (D.P.).

Nel pozzo "Trecate 24 d", nella fase di perforazione con foro da 8" 1/2, considerato un gradiente di fratturazione per la formazione sotto la scarpa del casing 9" 5/8 pari a 2.2519 kg/cm<sup>2</sup> per metro e un fango di densità pari a 1.72 kg/l, si aveva una pressione disponibile alla choke pari a circa 285 kg/cm<sup>2</sup>.

Ipotizzando che nel caso di intervento con ganasce cieche trancianti si fosse

creata una bolla di gas pari all'intero volume del foro da m 872 (profondità a cui si raggiunge la pressione di bolla) a testa pozzo e la restante parte del pozzo fosse stata piena di fango, si sarebbe ottenuta una pressione sulla formazione sotto scarpa del casing 9" 5/8 (m 5370) pari a circa 840 kg/cm<sup>2</sup>, inferiore quindi alla pressione di fratturazione della formazione.

*Sarebbe pertanto stato possibile intervenire con le pompe per il ripristino del controllo del pozzo, e si sarebbe evitata con tutta probabilità la fuoriuscita di fluido di strato.*

Va comunque ricordato che sul pozzo "Trecate 24 d" erano montati i B.O.P. con ganasce sagomate che avrebbero dovuto (come è avvenuto) trattenere un'eventuale eruzione dall'intercapedine e gli inside B.O.P. che avrebbero dovuto (come è avvenuto) trattenere l'eruzione dall'interno delle aste.

L'efficacia di tutti i dispositivi B.O.P. è stata vanificata dalla rottura della prima asta sopra il piano sonda; solo la presenza di valvole cieche trancianti avrebbe a quel punto potuto intervenire efficacemente per arrestare l'eruzione.

L'utilizzo delle ganasce cieche trancianti è abituale nelle perforazioni di pozzi in mare dove gli spazi sono molto limitati e per poter portare in salvo il personale, che non ha vie di fuga tranne le scialuppe, debbono essere predisposte tutte le misure più rapide ed efficaci, anche per contenere il danno ambientale che potrebbe derivare da un'eruzione incontrollata, con gravi e a volte insuperabili difficoltà di intervento dall'esterno.

Nei pozzi a terra, dove il personale ha molte possibilità di allontanarsi dal cantiere, sia in Italia che all'estero sono state utilizzate raramente e solo in situazioni di particolare rischio ambientale. Lo sfruttamento di un giacimento quale quello di Trecate-Villafortuna, posto in un'area a parco naturale, prossima a centri ad alta densità abitativa, avrebbe dovuto richiedere l'adozione di questo dispositivo, quale ultimo rimedio in situazioni di emergenza.

#### **EFFETTI: VALUTAZIONE DEL MATERIALE FUORIUSCITO DURANTE L'ERUZIONE**

Un'eruzione incontrollata è un evento traumatico per il pozzo e non è facile determinare in maniera attendibile i parametri necessari per calcolare la quantità di fluido fuoriuscito.

È inoltre da considerare che il fluido entrato in pozzo, ed in parte fuoriuscito dallo stesso, è costituito non solo da olio e gas ma anche dal fango e da frammenti della formazione mineralizzata. Inoltre non è conosciuta la situazione del pozzo sotto la quota di m 3370, profondità alla quale sono stati eseguiti i tappi di cemento, in corrispondenza del top dei detriti entrati in pozzo.

Nel caso specifico il PI (indice di produttività) del pozzo, cioè il rapporto fra la portata in erogazione e la differenza di pressione a fondo pozzo a valori stabilizzati, è stato assunto variabile fra 10 e 25 Sm<sup>3</sup>/giorno/kg/cm<sup>2</sup>, dedotto dai valori rilevati nei pozzi in produzione del campo anche se occorre considerare il blow out come uno "spurgo" molto particolare.

La fuoriuscita di idrocarburi è avvenuta all'altezza di circa 2 m dal piano sonda (quota intermedia fra le due rotture dell'asta di perforazione dal piano stesso), a sua volta a 12 m dal piano campagna.

L'altezza del getto di materiale liquido è stata dell'ordine di circa 20 m. dal piano sonda mentre l'altezza del pennacchio gassoso è risultata variabile nel tempo, con valore medio corrispondente all'altezza della torre dell'impianto pari a 62 m. dal piano campagna.

Considerando i seguenti parametri:

- a) *Indice di produttività* reale del livello mineralizzato (Dolomia a Conchodon) compreso fra 10 e 25 Sm<sup>3</sup>/giorno/kg/cm<sup>2</sup>;
- b) *Quota dello strato mineralizzato* da cui provengono gli idrocarburi 5630 m;
- c) *Durata dell'eruzione* pari a circa 35 ore (dalle 15 del 28.02.'94 alle 03 del 2.03.'94);

d) *Pressione statica* di giacimento pari a 882 kg/cm<sup>2</sup>;

e) *Pressione dinamica* a testa pozzo pari a circa 6 kg/cm<sup>2</sup> (valutando l'altezza del fluido fuoriuscito corrispondente alla testa della torre dell'impianto);

f) *Densità dell'olio greggio* pari a 0,8 kg/l;

g) *Rapporto olio/gas* per il giacimento di Trecate (Dolomia a Conchodon) pari a 1/84;

h) *Pressione statica della colonna di fluido* di circa 450 kg/cm<sup>2</sup>, ottenendo una P di fondo di 426 kg/cm<sup>2</sup>; si ottiene una quantità di olio erogato durante l'eruzione compresa fra 6.210 Sm<sup>3</sup> e 15.530 Sm<sup>3</sup>.

Il valore superiore è il più credibile e comunque sottostimato, se si considera il quantitativo di olio residuo recuperato dai terreni inquinati e stoccato in uno dei tre serbatoi del Centro Olio Trecate dell'Agip S.p.A., che risulta di circa 10.000 Sm<sup>3</sup>, cui deve essere aggiunto il quantitativo di olio assorbito dal terreno (2.000 Sm<sup>3</sup>) e le frazioni leggere evaporate (7.000 Sm<sup>3</sup>) corrispondenti al 40% del greggio) e che porta il quantitativo complessivo di idrocarburi a 18.500 Sm<sup>3</sup>.

Dai dati di cui sopra, per l'indicato rapporto fra la frazione gassosa e la frazione liquida del greggio pari a 84/1, si ottiene una quantità di gas variabile fra 521.640 Sm<sup>3</sup> e 1.304.520 Sm<sup>3</sup>.

Una valutazione attendibile della quantità d'acqua di strato fuoriuscita non è possibile in quanto non è disponibile un WOR certo (water/oil ratio; rapporto acqua/olio).

Si può inoltre stimare fra i 100 m<sup>3</sup> ed i 200 m<sup>3</sup> la quantità di fango bentonitico eruttato dal pozzo.

I valori sopra indicati sono riportati nella relazione che i consulenti tecnici Bianchi, Strada e Giacchetta hanno consegnato al P.M. del Tribunale di Novara.

Nella relazione tecnica dei consulenti Cancelli, Chiocchia e Piccinini che si occupavano di valutare il rischio di incendio ed esplosione de-



gli idrocarburi fuoriusciti, si giunge ad una diversa quantificazione.

Viene infatti stimato come credibile un indice di produttività di 20 Sm<sup>3</sup>/giorno/kg/cm<sup>2</sup> cui corrisponde una fuoriuscita di greggio complessiva di 12.700 Sm<sup>3</sup>, comprensiva delle frazioni liquida/vapore/gas.

Pur esaminando anche l'ipotesi di un PI di 50 Sm<sup>3</sup>/giorno/kg/cm<sup>2</sup>, che porterebbe ad un valore di fuoriuscita di circa 21.000 Sm<sup>3</sup>, tale eventualità viene poi scartata dai suddetti periti come non credibile e l'analisi del rischio di esplosione viene da loro sviluppata seguendo la stima più ridotta.

Evidentemente su questo punto così importante non vi è stata alcuna consultazione fra i diversi gruppi di consulenti tecnici, giungendo ciascuno a determinazioni diverse. Infatti anche il terzo gruppo di esperti, Genon, Pavan e Perelli, che si sono occupati della valutazione del danno tossicologico, giunge ad una sua stima della quantità di idrocarburi fuoriusciti, valutata in 10.000-12.000 Sm<sup>3</sup> (=Standard metricubi) di greggio, in 1.000.000 Sm<sup>3</sup> di idrocarburi gassosi, in 1000 Sm<sup>3</sup> di acqua di strato, in 100 Sm<sup>3</sup> di fango di perforazione.

Una ricostruzione più empirica, ma riteniamo più realistica dei quantitativi di materiali fuoriusciti si può ricavare a partire dalla quantità di petrolio effettivamente recuperato e dalla composizione del greggio presente nel giacimento di Trecate - Villafortuna.

La composizione media in peso, secondo dati medi di progetto, è la seguente:

- acqua : 12,50 %
- H<sub>2</sub>S : 0,01 %
- idrocarburi: 87,50 %

\**la frazione gassosa* (punto ebollizione < 20°C a pressione ambiente): 10,9% di cui: metano 4,3% e frazione

C2 - C4 : 6,6 %;

\**la frazione liquida* (punto ebollizione > 20°C a pressione ambiente): 76,6 % di cui: C5:2,6 %; C6:3,3 %, e frazione > = C7:70,7 %

La quantificazione degli idrocarburi aromatici, che sono indubbiamente la classe di sostanze più pericolose in quanto tossiche e cancerogene (es. benzene) e assai più persistenti in ambiente ed ecotossiche rispetto agli idrocarburi alifatici è fornita nello studio d'impatto ambientale AGIP del 1992: idrocarburi aromatici (benzene, toluene, xileni, etc.): 7,3 %; di cui il benzene: 0,4 %.

I composti organici solforati (acido solfidrico e mercaptani) sempre secondo i dati riportati nello studio, ammontano allo 0,16% come zolfo, mentre secondo altri riferimenti (Laboratorio della USL di Novara) essi ammonterebbero allo 0,31% (dati sul greggio prelevato dal pozzo TR2) e allo 0,37% (dati riscontrati sul petrolio fuoriuscito dal pozzo TR24d; in tal caso si tenga conto che tutto lo zolfo contenuto come gas solfidrico è già "svanito" in atmosfera). Partendo dalla quantità di petrolio recuperato comunicata da AGIP pari a circa 8.000 tonnellate, e tenendo conto della quantità di petrolio assorbita dal terreno o scaricata nei corsi d'acqua (almeno 2.000 tonnellate), della frazione di idrocarburi leggeri (gassosi o volatili) che si è dispersa in atmosfera (30% in peso del greggio: 5.000 tonnellate, di cui 1,5 di acido solfidrico, 700 di gas metano e 4.300 di idrocarburi non metanici fra i quali 1100 tonnellate di aromatici comprensive di 60 tonnellate di benzene), della quantità di acqua che compone il greggio (12,5%, pari a 2.000 tonnellate), del fango di perforazione espulso dal pozzo (100 m<sup>3</sup> pari a 170 tonnellate), si arriva a più di 17.000 tonnellate di materiale fuoriuscito.