



Angelo Carugati, Enrico Gambarotta,
Davide Delledonne, Paolo Pollesel
EniTecnologie
Liberato Ciccarelli
Eni Divisione E&P
ppollesel@enitecnologie.eni.it

LA STABILIZZAZIONE DEL GREGGIO IN PRESENZA DI QUANTITÀ CONTROLLATE DI ACQUA

Il dosaggio d'acqua alla testa di una stabilizzatrice, in presenza di riempimenti strutturati, consente di risolvere una delle criticità di gestione legate alla variabilità di composizione dell'alimentazione, riuscendo a mantenere stabile nel tempo la tensione di vapore dell'olio stabilizzato.

A bocca di pozzo o nel centro oli il greggio viene sottoposto ad un trattamento complessivo di degasaggio e di separazione della fase acquosa. Quindi, mediante alcuni stadi di flash e un trattamento in colonna stabilizzatrice, viene portato a tensione di vapore residua (TVR) definita, tipicamente 0,8 bar a 38 °C e successivamente avviato alle lavorazioni cui è destinato.

La variabilità di composizione di alcune correnti da giacimento, in particolare legata al contenuto d'acqua, può essere causa di problemi nel funzionamento della stabilizzatrice. L'acqua potrebbe accumularsi nel sistema ed, in particolari condizioni,

vaporizzare in maniera incontrollata. Quando ciò accade il funzionamento della colonna diventa instabile e si registrano significative perdite di olio con il gas mandato in torcia. È perciò necessario comprendere con esattezza in quali condizioni le colonne danno malfunzionamenti: quantità di acqua nella carica, temperatura del fondo colonna, pressione, in modo da individuare le azioni correttive per il ripristino delle corrette condizioni operative. Nello studio di seguito riportato si è voluto valutare l'effetto dell'alimentazione controllata di acqua alla testa della colonna, quale possibile moderatore dei fenomeni sopra citati.

Le stabilizzatrici sono colonne di distillazione alimentate al piatto di testa e contengono di norma 20÷35 piatti. La loro funzione è appunto quella di "stabilizzare" il greggio prima del suo trasporto verso ulteriori lavorazioni, evitando smiscelazioni o perdita di componenti. La specifica principale che viene traguadata è la riduzione della tensione di vapore Reid (TVR) al di sotto di 0,8 bar (80 kPa) a 38 °C. La temperatura del reboiler è generalmente compresa tra 160 e 190 °C, la pressione tra 7 e 10 bar, ma con un'accurata progettazione meccanica del reboiler e l'installazione di sistemi di controllo affidabili la temperatura può arrivare anche fino a 250 °C senza significativi

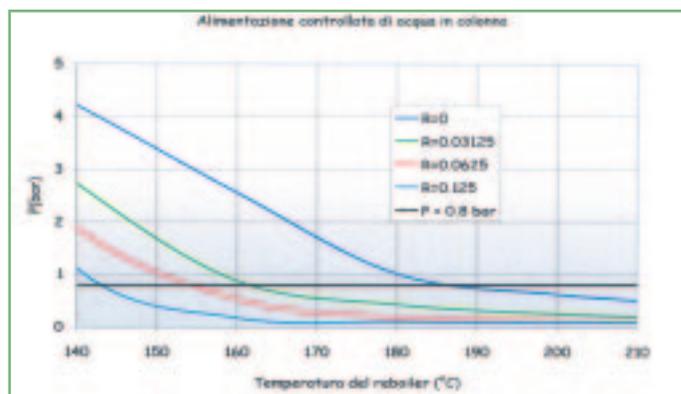


Fig. 1 - Simulazioni Pro II. Andamento della tensione di vapore dell'olio stabilizzato in funzione della temperatura per diversi rapporti ponderali H₂O/olio in alimentazione

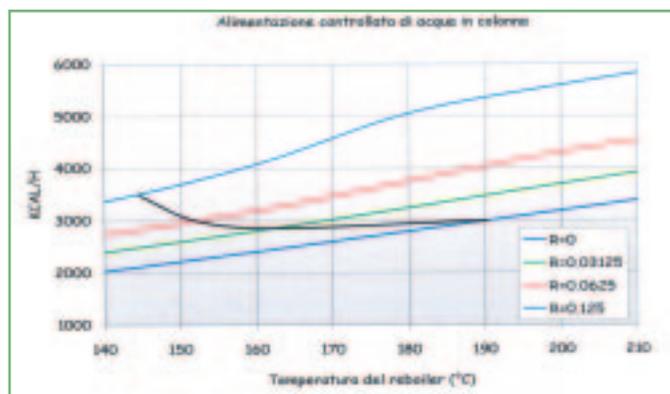


Fig. 2 - Simulazioni Pro II. Andamento del consumo del reboiler in funzione della temperatura per diversi rapporti ponderali H₂O/olio in alimentazione. La linea nera unisce i punti con tensione di vapore dello stabilizzato a specifica

problemi di "fouling". Nella scelta delle condizioni di progetto a parità di carica e di specifica di TVR del prodotto stabilizzato, un incremento della temperatura del reboiler, e quindi, a parità di specifica, della pressione di esercizio della stabilizzatrice, comporta miglioramenti incrementali nel recupero di olio e nella qualità dell'olio (API gravity) e diminuisce l'energia di compressione nel caso di re-iniezione del gas in giacimento. Una causa di cattivo funzionamento di questi impianti è legata alla presenza accidentale e/o all'accumulo di acqua in colonna, che in particolari condizioni, può vaporizzare in maniera incontrollata mandando la colonna in condizioni di trascinarsi con perdite significative di prodotto dalla testa. In questo studio si è voluta verificare sperimentalmente la possibilità di gestire una stabilizzatrice pilota, equipaggiata con riempimenti strutturati invece dei tradizionali piatti a campanella, in presenza di quantità controllate di acqua nell'alimentazione, in modo da rendere il sistema meno sensibile alla presenza accidentale di acqua nell'olio. I potenziali problemi operativi connessi alla stabilizzazione del greggio includono anche l'accumulo di sali in colonna: un altro potenziale vantaggio del dosaggio controllato di acqua in colonna riguarderebbe la mitigazione nella formazione di depositi salini nel reboiler.

L'acqua alimentata al sistema dovrebbe poi essere separata dall'olio stabilizzato in un separatore a valle della stabilizzatrice. È opportuno ricordare che l'alimentazione di vapore in colonna, come agente strippante, è una pratica abbastanza diffusa nella raffinazione del greggio.

Studio di processo

Lo studio di processo, eseguito con l'ausilio del software PRO/II della SimSci-Esscor, ha riguardato il comportamento della stabilizzatrice, in presenza di quantità controllate di acqua in alimentazione. Le simulazioni sono state condotte ipotizzando di utilizzare un greggio Villafortuna 47° API e di operare ad una pressione di 12 bar assolute, variando sia il rapporto in massa acqua-olio in alimentazione, nell'intervallo compreso tra 0 e 0,125, sia la temperatura di fondo colonna. I principali risultati dello studio sono sintetizzati nei diagrammi delle Figure 1 e 2. Nel primo diagramma (Fig. 1), che riporta la tensione di vapore dell'olio stabilizzato a 38 °C in funzione della temperatura del reboiler e dell'acqua alimentata alla testa della colonna, viene evidenziata la possibilità di raggiungere la tensione di vapore voluta (0,8 bar), indicata dalla linea orizzontale, con temperature di fondo colonna inferiori quando si opera in presenza d'acqua. Nel secondo diagramma (Fig. 2), che ripor-

ta il consumo energetico in funzione della temperatura per diversi rapporti acqua/olio in alimentazione, viene evidenziato che all'aumentare del tenore d'acqua aumenta anche il consumo energetico del processo in modo non lineare, tuttavia se si riportano su queste curve i punti che soddisfano la specifica di tensione di vapore, la curva che li unisce passa per un minimo (linea nera).

La colonna pilota

La sperimentazione è stata condotta su di una colonna pilota (Fig. 3) progettata e realizzata nel 2003 presso il centro EniTecnologie di San Donato Milanese. Non potendo disporre in loco del greggio non stabilizzato, come carica è stato utilizzato un greggio sintetico avente caratteri-

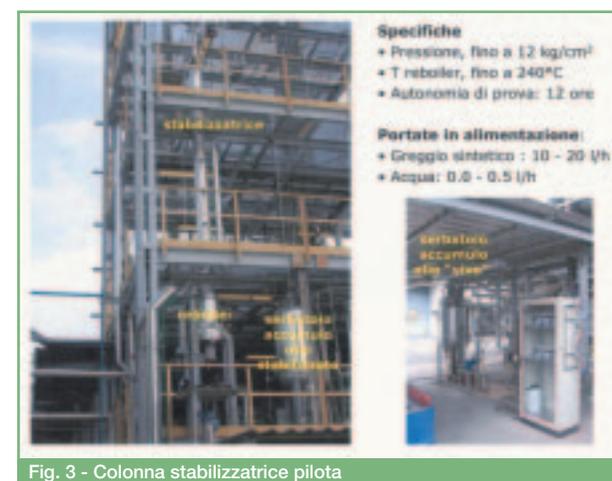


Fig. 3 - Colonna stabilizzatrice pilota

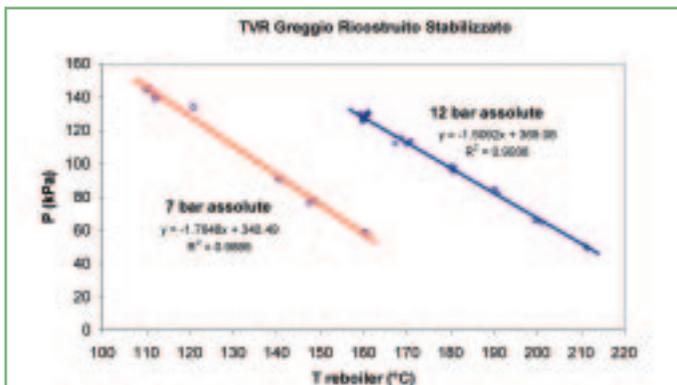


Fig. 4 - Prove in assenza di acqua. Andamento della tensione di vapore, P, del prodotto stabilizzato vs. temperatura del reboiler per due diverse pressioni di esercizio

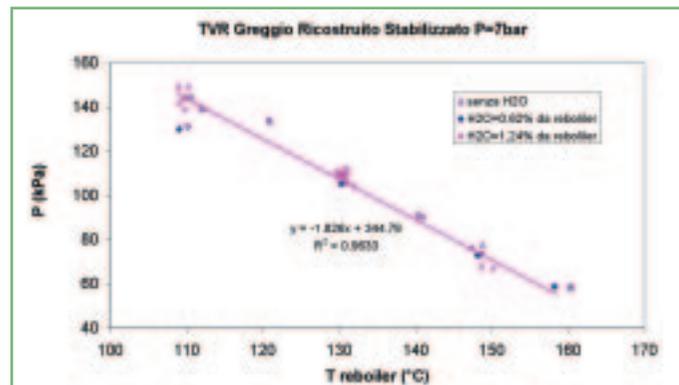


Fig. 5 - Prove con alimentazione di acqua direttamente nel reboiler alla pressione di 7 bar assolute. Andamento della tensione di vapore, P, del greggio stabilizzato vs. temperatura del reboiler

stiche analoghe (composizione media, curva di distillazione, densità) a quelle del greggio utilizzato nelle simulazioni.

Il trattamento consiste nell'inviare la corrente di greggio ricostruito da stabilizzare, unitamente a metano di rete, che ne simula la frazione gassosa più leggera, in testa alla colonna stabilizzatrice ad alta temperatura e pressione. Dal fondo della colonna l'olio stabilizzato, dopo raffreddamento, viene raccolto in un apposito recipiente, mentre l'effluente di testa colonna è costituito dai leggeri liberati dall'olio. A fine prova l'olio stabilizzato viene trasferito dal recipiente di raccolta al serbatoio di alimentazione, dove avviene anche il reintegro delle frazioni leggere ($C_3 \div C_6$). Il serbatoio è mantenuto sotto battente di azoto e blanda agitazione. Per sperimentare la presenza o l'alimentazione controllata di acqua in colonna c'è la possibilità di alimentare, tramite pompa dosatrice, acqua demineralizzata, sia direttamente nel reboiler, sia in testa alla stabilizzatrice. In testa alla stabilizzatrice l'acqua viene alimentata al di sopra del punto d'ingresso del greggio ricostruito. L'autonomia del serbatoio di alimentazione del greggio non stabilizzato, è di 8÷12 ore e ciò implica il vincolo di condurre le prove su base giornaliera.

La tensione di vapore del greggio è stata determinata secondo il metodo ASTM D 6377 "Standard Test Method for Vapor Pressure of Crude Oil" con una misura

basata sul metodo di singola espansione con rapporto vapore/liquido = 4.

Discussione dei risultati

L'andamento della tensione di vapore residua (TVR) del prodotto stabilizzato al variare della temperatura per le prove in assenza di acqua è stato determinato a 7 e a 12 bar assolute, Figura 4. Negli intervalli di temperatura indagati, per entrambe le pressioni si osserva una correlazione lineare tra tensione di vapore e temperatura.

Gli andamenti della tensione di vapore del prodotto stabilizzato al variare della temperatura per le prove in presenza di acqua sono riportati, per le prove a 7 bar assolute, nella Figure 5 e 6. Il dosaggio di acqua direttamente nel reboiler ha comportato instabilità nella gestione della colonna con oscillazioni inaccettabili del valore di TVR del greggio prodotto, tuttavia come riportato in Figura 5, i parametri della retta di correlazione tra TVR e temperatura, non si discostano di molto da quelli ottenuti in assenza d'acqua. Viceversa, il dosaggio di acqua alla testa della stabi-

lizzatrice, consente di stabilizzare la marcia e di raggiungere la specifica di tensione di vapore (0,8 bar a 37,8 °C) a temperature significativamente più basse rispetto al trattamento in assenza di acqua, come evidenziato in Figura 6. Diversamente da quanto ipotizzabile sulla base delle simulazioni con PRO II, il raddoppio della quantità di acqua alimentata, da 1,24% peso a 2,48% peso, non ha comportato ulteriori variazioni apprezzabili di TVR. L'effetto del dosaggio di acqua alla testa della stabilizzatrice è più evidente alla pressione più elevata: come riportato nella Tabella a fronte, alla pressione di 12 bar il guadagno di temperatura a parità di TVR è di 27 °C, mentre alla pressione di 7 bar è di 9 °C.

Per meglio comprendere l'importanza del punto di alimentazione dell'acqua sulla stabi-

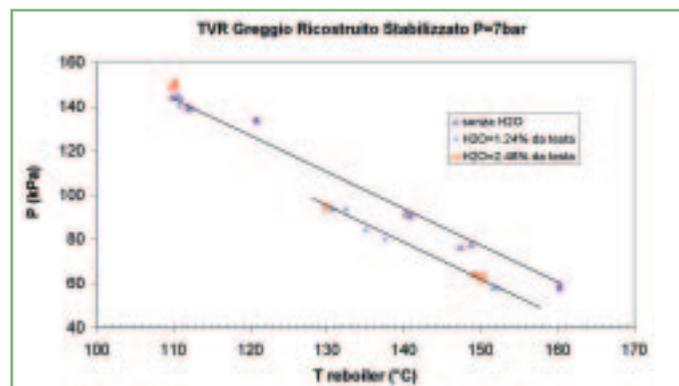


Fig. 6 - Prove con alimentazione di acqua dalla testa della colonna alla pressione di 7 bar assolute. Andamento della tensione di vapore, P, del greggio stabilizzato vs. temperatura del reboiler

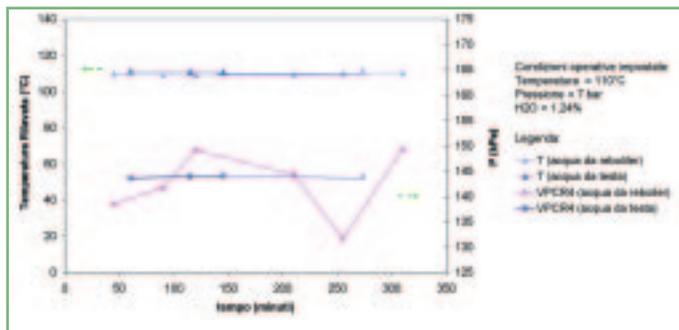


Fig. 7 - Prova con alimentazione di acqua in punti diversi della colonna: incidenza del punto di alimentazione sulla tensione di vapore, P, del greggio stabilizzato nel tempo

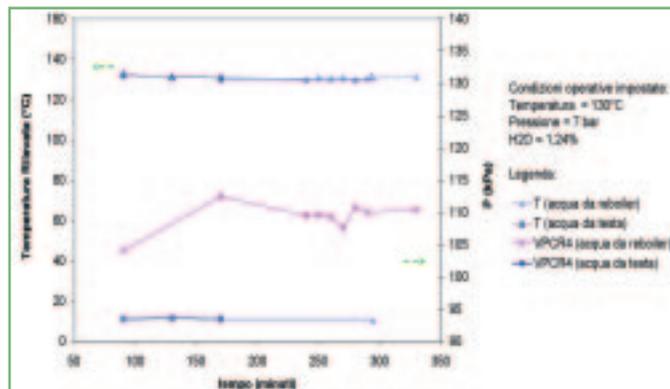


Fig. 8 - Prova con alimentazione di acqua in punti diversi della colonna: incidenza del punto di alimentazione sulla tensione di vapore, P, del greggio stabilizzato nel tempo

lità della conduzione delle prove, nelle Figure 7 e 8 sono stati riportati gli andamenti nel tempo della temperatura del reboiler e della tensione di vapore del greggio stabilizzato nelle medesime condizioni operative, ma alimentando l'acqua rispettivamente alla testa della colonna o direttamente nel reboiler. Nelle condizioni per le quali il dosaggio d'acqua nel reboiler genera fluttuazioni inaccettabili di TVR nel prodotto, il dosaggio dell'acqua alla testa della colonna consente di stabilizzare la marcia: in tutte le condizioni indagate, le prove con dosaggio d'acqua alla testa della colonna non hanno evidenziato alcun problema di conduzione e/o di mantenimento della specifica di TVR nel tempo.

Conclusioni

Lo studio ha permesso di verificare sperimentalmente la possibilità di gestire la stabilizzatrice alimentando alla testa della colonna quantità controllate di acqua. In questo modo si abbassa la temperatura di fondo colonna rispetto alle prove in assenza di acqua a parità di specifica di TVR del greggio stabilizzato. I possibili vantaggi riguardano:

- il superamento di alcune delle criticità che si manifestano durante il funzionamento

della stabilizzatrice, dovuti prevalentemente alla presenza accidentale di acqua nel sistema: instabilità nella conduzione della colonna (T, ΔP), difficoltà a raggiungere e mantenere le specifiche di tensione di vapore dell'olio stabilizzato, perdita di prodotto nelle frazioni di testa colonna;

- la mitigazione, da quantificare, nella formazione di depositi salini in colonna.

Le simulazioni di processo suggeriscono anche la possibilità di realizzare dei risparmi energetici nella gestione del reboiler.

Nell'intervallo operativo indagato, dagli andamenti della tensione di vapore del prodotto stabilizzato al variare della temperatura, si è osservato che:

- il dosaggio o la presenza accidentale di acqua nel reboiler può comportare instabilità nella gestione della colonna, con conseguenti oscillazioni inaccettabili del valore di TVR del-

l'olio prodotto;

- il dosaggio di acqua alla testa della colonna consente di stabilizzare la marcia;

- il dosaggio di acqua alla testa della colonna comporta, a parità di TVR del greggio stabilizzato, un sensibile abbassamento della temperatura di fondo colonna, ma diversamente da quanto ipotizzato sulla base delle simulazioni, i dati sperimentali non evidenziano una chiara correlazione tra l'entità del fenomeno e il rapporto acqua/olio in alimentazione;

- a parità di TVR dell'olio prodotto, l'effetto del dosaggio di acqua alla testa della colonna è più marcato alla pressione più elevata.

Prove su colonna pilota*

Temperatura di esercizio per il raggiungimento della specifica di tensione di vapore nel greggio stabilizzato** (°C)

Pressione di esercizio	7 bar	12 bar
In assenza di H ₂ O	148	192
H ₂ O=1,24% peso***	139	165

* Alimentazione di acqua alla testa della colonna. Confronto tra la pressione di esercizio di 7 bar vs. 12 bar assolute, per condizioni nelle quali l'olio è a specifica

** Tensione di vapore=0,8 bar a 38 °C

*** Alimentazione dalla testa della colonna

Crude Stabilization in a Proper Water Dosing

ABSTRACT

In a distillation crude-stabilization system, a proper water dosing to the top of the column, equipped with structured internals, can help to solve operating problems mainly due to some unexpected water fluctuation in the crude. This mode of operation allows a more efficient control of the desired vapor pressure of the stabilized oil and also reduces to some extent the crude desalting requirements.