

Raffinerie e trasformazione digitale

Le raffinerie ed altre industrie downstream stanno rapidamente adottando tecnologie e strategie digitali. La trasformazione smart coinvolge numerosi comparti industriali l'oil&gas non è escluso. La simulazione fluidodinamica gioca un ruolo molto importante per prodotti e processi. Qui di seguito il caso applicativo descritto da Omiq

FEDERICO MONTEROSSO, MICAELA OLIVETTI

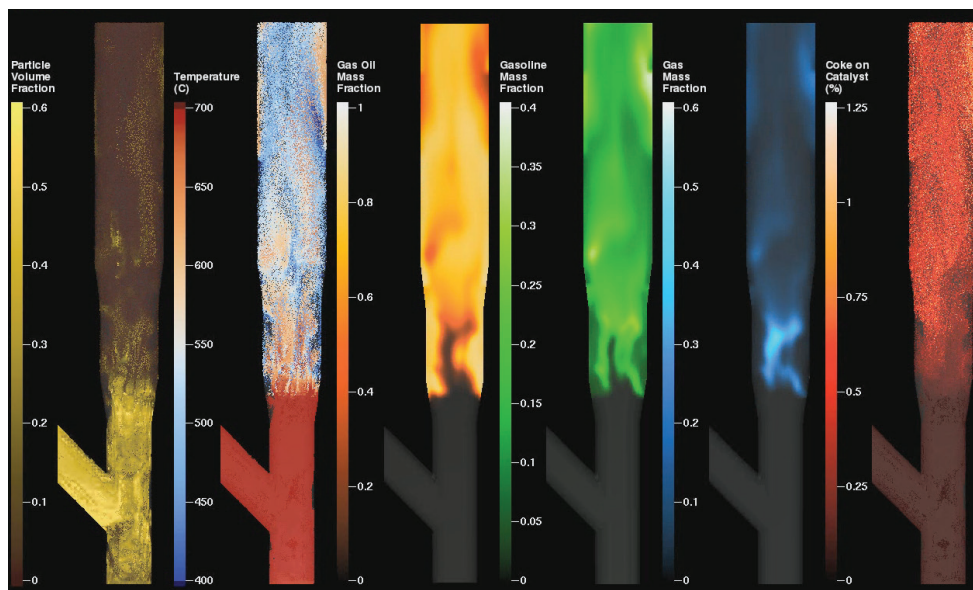
Emissioni fuori norma. Il caso applicativo comincia in Nord America in una raffineria. Andiamo con ordine. In occasione di un fermo impianto, il rigeneratore di una Fccu (Fluidised catalytic cracking unit) viene rinnovato con un nuovo distributore aria per la combustione, e con nuovi cicloni. Al riavvio, inaspettatamente, le emissioni di NOx superano il valore massimo consentito di circa il 10%, mentre le emissioni di CO sono quasi raddoppiate.

E sono fuori scala anche le emissioni di particolato. Le tecniche tradizionali di trouble-shooting risultano inutili. Uno studio con traccianti radioattivo indica una cattiva distribuzione dell'aria all'interno della zona di 'letto denso'. Si sospetta che il problema possa essere dovuto a una rottura nella griglia di iniezione aria, che comporterebbe un nuovo fermo impianto (figura 1). Ai tecnici resta, però, il dubbio che questo non sia il vero

problema: nel caso la griglia fosse intatta, come si deve procedere?

... Tecnologie Digitali

Cosa c'entra la trasformazione digitale con le emissioni fuori norma del nostro impianto in Nord America? Facciamo un passo indietro. Le raffinerie ed altre industrie downstream stanno rapidamente adottando tecnologie e strategie digitali. L'acquisizione dei dati, i sistemi



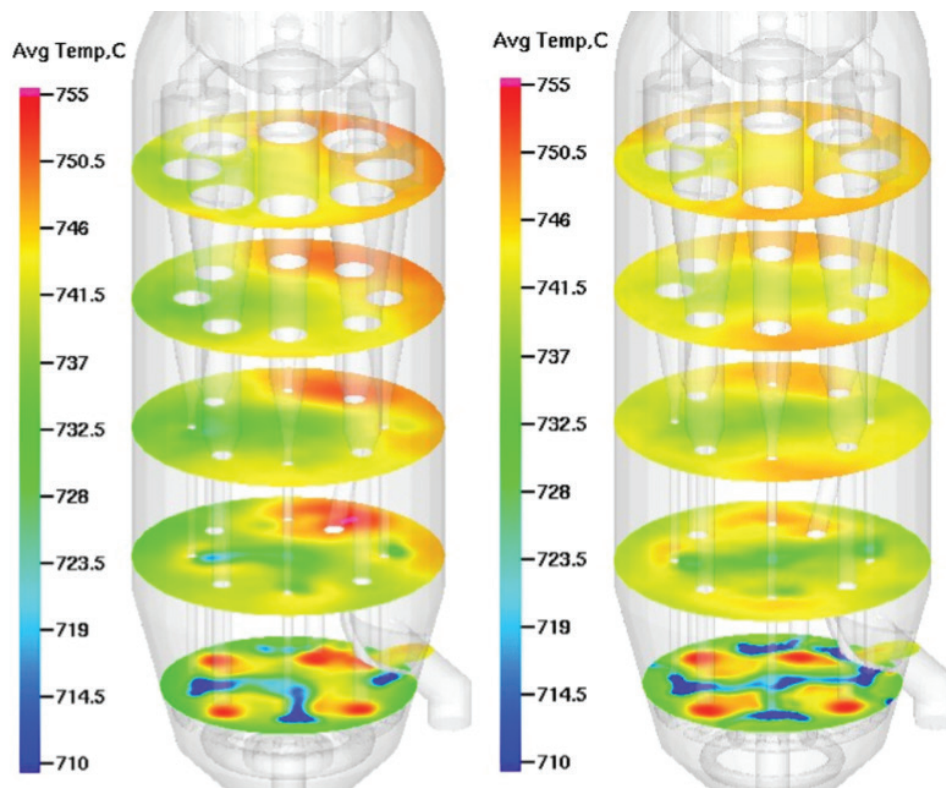
Simulazione CFD multifase, termica e con reazioni chimiche nel riser di una Fccu (Fluidised catalytic cracking unit).

di controllo distribuito, e anche la manutenzione predittiva sono in uso ormai da decenni. Altre tecnologie e concetti sono molto più nuovi, ma sono ormai parte del linguaggio comune nelle conferenze di tutto il mondo: IoT (Internet of Things)/IIoT (Industrial Internet of Things), analisi predittiva, controllo remoto, big data, intelligenza artificiale, cloud computing, digital twin e realtà virtuale o aumentata sono termini che stanno sempre più entrando nelle aziende. Forse a oggi appaiono più che altro come idee in fase di esplorazione, ma suscitano sicuramente interesse e richieste di approfondimenti. In questo senso, la trasformazione digitale va interpretata come una evoluzione continua, che integra tecnologie già esistenti nel sistema 'raffineria' e nuove tecnologie all'avanguardia nella rilevazione, nell'elaborazione e nel processamento dati. Nell'ambito di questa trasformazione digitale, anche la simulazione ha un suo ruolo. La digitalizzazione, per il caso che stiamo raccontando, può essere intesa come l'inserimento della fluidodinamica computazionale (CFD) in flussi di lavoro e processi di gestione della Fccu già esistenti.

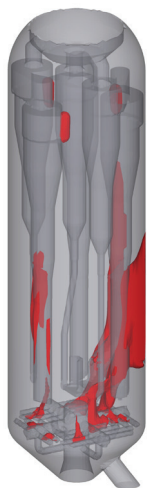
••• Simulazione CFD

Nello sviluppare nuove tecnologie, le aziende e i committenti hanno a cuore la proprietà intellettuale e in questo conte-

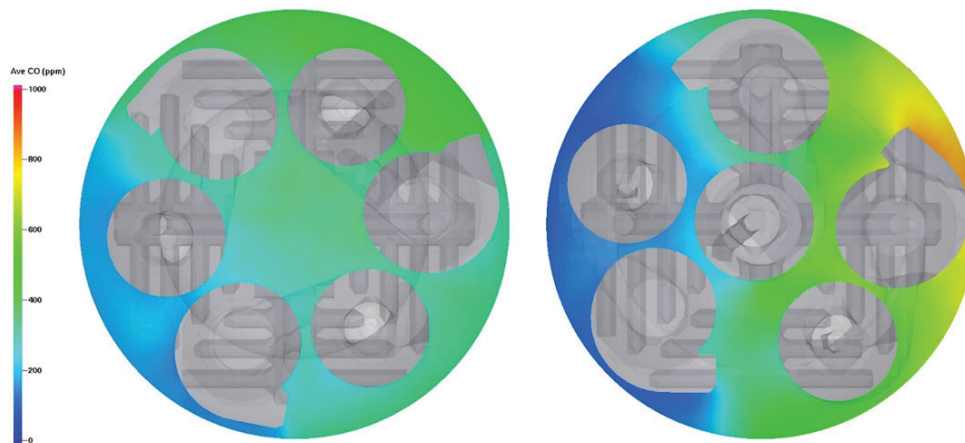
sto la simulazione CFD risulta un valido strumento per i processi di ricerca e sviluppo (R&D). Tradizionalmente, le procedure R&D utilizzano una combinazione di metodologie teoriche e sperimentali per postulare e verificare nuove idee. La CFD ne è un complemento naturale e sposta alcuni dei *trial&error test* da costosi esperimenti a modelli digitali, fornendo, anche informazioni aggiuntive che sono difficili o impossibili da ottenere sperimentalmente. La simulazione non solo replica e/o sostituisce alcune delle iterazioni al banco, ma può essere usata per una verifica virtuale di come nuove tecnologie possano operare quando vengono implementate in una specifica unità già esistente. Nella figura 2 per esempio è illustrato uno studio sulle performance di un rigeneratore FCC in cui tramite una modifica all'impianto si è ottenuta una maggiore uniformità nella distribuzione di temperatura all'interno dell'FCC (im-



Simulazione CFD utilizzata per sviluppo ed implementazione di nuove tecnologie.



Visualizzazione delle zone di canalizzazione del flusso nel rigeneratore della Fccu.



Malistribuzione del CO (ossido di carbonio) nelle due configurazioni (sinistra – originale, destra – aggiornata)

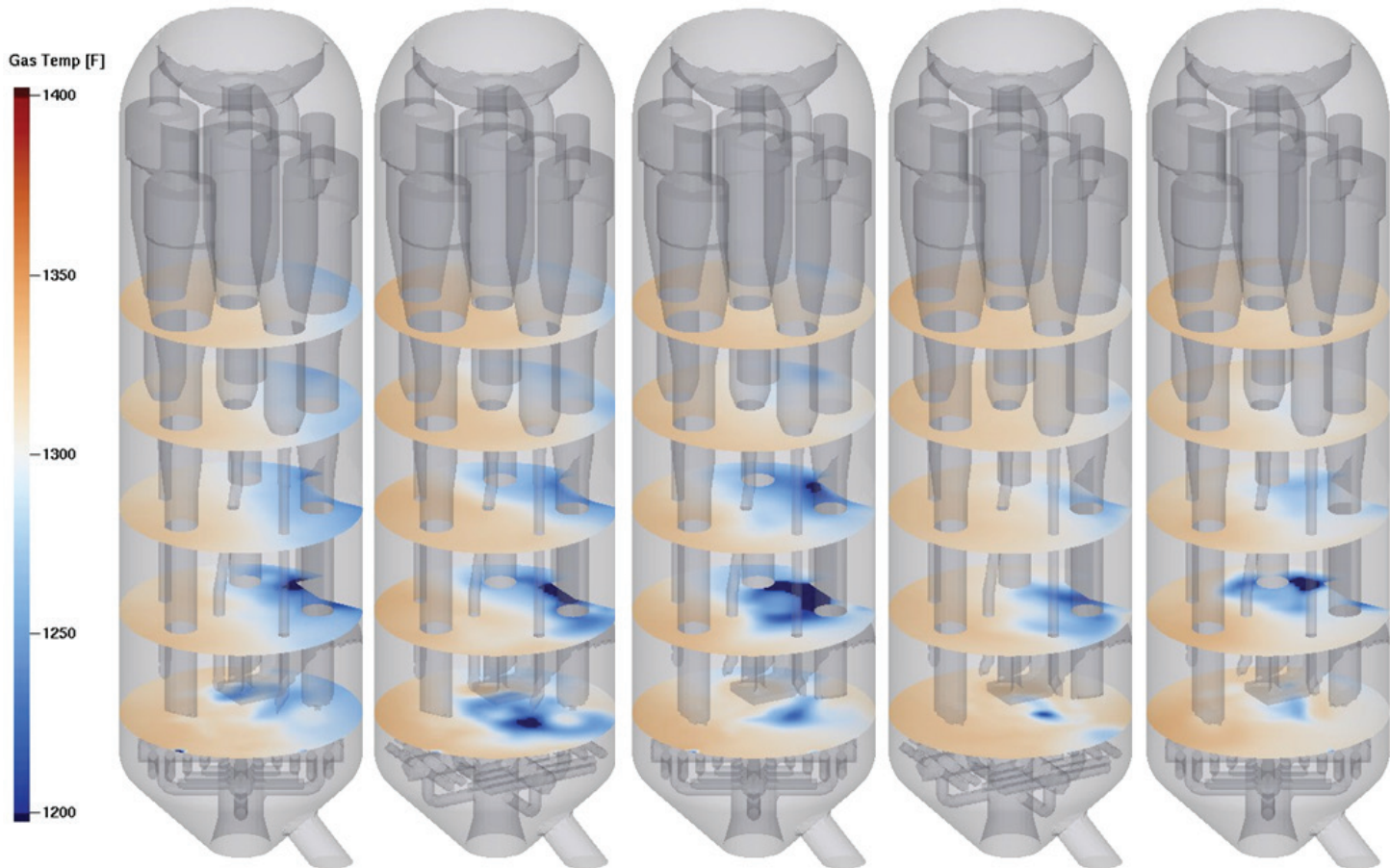
magine a destra), riducendo anche la postcombustione. In ambito oil&gas, la simulazione è sempre associata ad altri indicatori come la strumentazione degli impianti, i test dei catalizzatori, i gamma scans o l'utilizzo di traccianti radioattivi per comprendere malfunzionamenti e trovare soluzioni rapide ed efficaci. In generale, le raffinerie già utilizzano molte risorse, interne ed esterne, per minimizzare i rischi operativi. I modelli CFD, già utilizzati per trouble-shooting e analisi occasionali, possono essere facilmente inseriti in questi contesti e diventare vere e proprie piattaforme di verifica virtuale. Usare la CFD all'interno di questo tipo di processi aumenta la probabilità che un fermo impianto e un aggiornamento componenti sia rapido e risulti efficace, fornendo ulteriori informazioni ed opportunità di ottimizzazione. Quanto discusso finora mostra le potenzialità della simulazione, ma non rientra ancora nella definizione di trasformazione digitale. Questi esempi si collocano all'interno di processi noti e già in uso. Allora cosa significa aggiungere una trasformazione digitale ad un processo che è già digitalizzato? Significa modificare i processi attraverso la tecnologia.

Analizziamo più in dettaglio questo concetto. Il primo passo, nella maggior parte dei casi, implica la creazione di un modello base calibrato; modelli creati cioè all'interno di processi già esistenti in azienda. Già oggi, gli ingegneri di raffineria sviluppano modelli di Fccu e li calibrano utilizzando dati operativi esistenti. Questi digital twins consentono di ottenere una risposta molto rapida sia per casi tradizionali sia per casi innovativi, con un notevole controllo dei costi. La creazione di modelli base calibrati è solo un esempio di trasformazione digitale, dove la tecnologia interviene nel processo stesso in cui è impiegata. Essa passa anche attraverso l'innovazione della strumentazione in ambito industriale e attraverso la correlazione tra dati strumentali e simulazione: dati di alta qualità sono prerequisito per simulazioni di alta qualità.

••• Trasformazione digitale ed emissioni

Torniamo ora alla nostra raffineria ed al problema delle emissioni fuori norma. A seguito dei problemi riscontrati, viene commissionato uno studio CFD del rigeneratore, che conferma la presenza di una cattiva distribuzione del flusso d'aria, (figura 3). Le zone in rosso identificano zone con

alte velocità del gas. Tuttavia, nel modello di calcolo, la griglia viene considerata perfettamente funzionante. Quindi dov'è il problema? Cosa produce un aumento delle emissioni? La figura 4 mostra l'effetto della modifica del distributore e dei cicloni in termini di produzione di ossido di azoto alla quota di ingresso cicloni. Il calcolo CFD mostra che una qualche mal distribuzione era già presente, ma che la combinazione dei vari componenti sostituiti ha in realtà amplificato il problema. Quanto sopra definito come digitalizzazione è rappresentato da questo studio a posteriori. La raffineria, infatti, usa la tecnologia digitale all'interno del processo tradizionale e le informazioni fornite dalla CFD sono illuminanti, ma è il passo successivo a costituire il vero cambio di paradigma. Infatti, una volta divenuto chiaro che l'incremento delle emissioni non è dovuto a una rottura, è necessario identificare urgentemente una soluzione per mitigare la mal distribuzione del gas, che si possa implementare nel corso del fermo impianto già programmato. Il ruolo della simulazione diventa preponderante in questo contesto. Un approccio sistematico trial-and-error non è perseguibile visto il poco tempo a disposizione, prima del previsto spegnimento. Più combinazioni



5 La simulazione CFD utilizzata per esplorare gli effetti di potenziali modifiche nel rigeneratore della Fccu.

di potenziali modifiche vengono allora testate simultaneamente a calcolo con l'obiettivo di identificare quale configurazione possa minimizzare il problema.

La figura 5 mostra il campo di temperatura della fase gassosa per alcune di queste configurazioni: si notano notevoli differenze tra le une e le altre.

Tra le soluzioni studiate si evidenzia che la mal-distribuzione dei gas e le emissioni possono essere drasticamente ridotte con alcune semplici modifiche al distributore aria ed alla valvola di sfiato dei cicloni: la simulazione a questo punto ha modificato il processo di lavoro della raffineria, identificando una soluzione praticabile ma contro-intuitiva. Le ispezioni all'impianto, quando viene spento, confermano che la griglia di distribuzione aria non è danneggiata. Al

successivo avvio, la nuova configurazione risponde come calcolato, fornendo emissioni all'interno dei termini di legge e una importante riduzione delle emissioni di particolato. In questo processo si identifica la vera trasformazione digitale, in cui le informazioni ricevute dalla strumentazione già esistente sull'impianto vengono affiancate da nuovi strumenti di rielaborazione dati (la CFD) e integrati tra loro. Il continuo scambio ed elaborazione di informazioni consente di innovare, migliorare e ridurre i costi dell'intero processo.

••• Cosa dire

Partendo da un esempio in ambito industriale abbiamo cercato di illustrare il concetto di trasformazione digitale, come una relazione stretta tra gli strumenti digi-

tali presenti in azienda, e le trasformazioni e ottimizzazioni di un impianto, ottenibili sfruttando tecnologie innovative oggi disponibili. La trasformazione digitale rappresenta per molte aziende un elemento essenziale del contesto progettuale, dall'R&D al trouble-shooting. La tecnologia è uno strumento che aiuta il raggiungimento di un obiettivo; obiettivo che è sicuramente il miglioramento del processo, ma che non può prescindere da altri aspetti: la sicurezza e l'affidabilità degli impianti ma anche il rispetto dell'ambiente e la sostenibilità. Le tecnologie e i processi evolveranno, a braccetto, e cambieranno con il forte impulso dato dalla simulazione virtuale.

F. Monterosso, M. Olivetti - Omiq Srl.