

Più continuità di esercizio con la CFD

A cura di **Jairo Souza**, Support Engineer, **Henrique Monteiro**, Support Engineer, e **Leonardo Rangel**, ESSS Project Coordinator, Florianópolis, Brasile
Artur Ellwanger, General Manager, **Marcelo Bzuneck**, Plant Engineer, e **Felippe Luiz**, Senior Engineer, Tractebel Energia, Capivari de Baixo, Brasile
Ahmad Haidari, Industry Marketing Director, e **Kuehlert Karl**, Regional Director of Technical Services NA, ANSYS, Inc.

Una società di produzione di energia elettrica brasiliana prevede di ridurre i tempi di inattività per manutenzione, individuando la causa di erosione delle pareti interne in una caldaia a carbone.

La generazione di energia è oggi un tema molto dibattuto in ambito internazionale. In Brasile, l'energia elettrica è generata principalmente da fonte fossile ed idroelettrica. La Jorge Lacerda Power Plant, di proprietà Tractebel Energia, è una delle centrali elettriche più grandi in America Latina ed è responsabile di una quota significativa dell'energia distribuita nel sud del Brasile. Il complesso dispone di tre gruppi di generazione: il gruppo più grande, UTLC, ha una capacità di circa 1.260 GWh/anno.

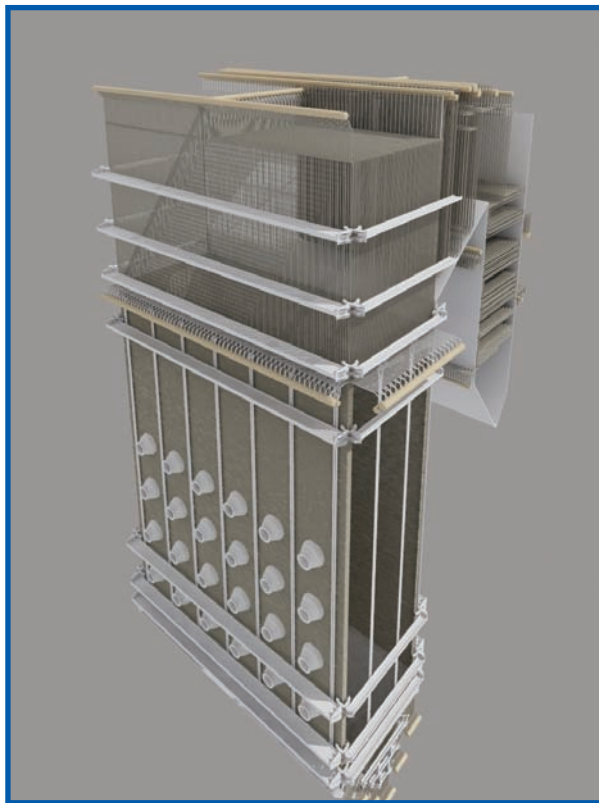
La caldaia del gruppo UTLC è di grandi dimensioni (10 metri x 20 metri x 60 metri) e contiene quattro file orizzontali di sei bruciatori ciascuna, alimentati a polverino di carbone. In questa caldaia viene generato vapore ad alta pressione che è utilizzato per muovere una turbina. La turbina, a sua volta, trascina un alternatore che produce energia elettrica.

Un problema comune nelle caldaie a carbone è l'erosione delle pareti interne che mette a rischio il funzionamento della caldaia stessa: il cedimento dei materiali può esporre i condotti che trasportano vapore direttamente alla fiamma. Affrontare questo problema risulta molto costoso a causa dei materiali coinvolti. Inoltre, la caldaia deve essere fermata per consentire le riparazioni. La riduzione al minimo dell'erosione della caldaia può contribuire significativamente alla riduzione dei costi legati a questi interventi di manutenzione.

Per trovare dei metodi per minimizzare l'erosione, deve essere prima di tutto identificato il meccanismo di erosione. Le possibili cause di erosione delle pareti sono tre: aggressione chimica causata da accumulo di zolfo, eccessiva esposizione al calore e disallineamento del bruciatore.

In quest'ultimo caso, l'erosione è ulteriormente aggravata dalle particelle di carbone non completamente bruciate, che possono fisicamente raschiare le pareti della caldaia. Attraverso l'analisi delle tubazioni rimosse dalla caldaia, gli ingegneri di Tractebel sono stati in grado di stabilire che la causa dell'erosione nel loro caso è probabilmente legata al disallineamento del bruciatore. Bruciatori o componenti non allineati possono portare a combustione incompleta del polverino di carbone, con conseguente erosione del muro.

Tractebel Energia, insieme con ESSS, un



La caldaia a carbone UTLC di Tractebel.

channel partner di ANSYS in Sud America, ha messo a punto un modello fluidodinamico della caldaia con ANSYS CFX per confermare la causa della erosione. Il modello ha preso in considerazione un flusso multifase (polverino di carbone e aria) all'interno della caldaia. Il team ha analizzato il funzionamento di un bruciatore singolo e la sua influenza sulle pareti vicine, in modo da acquisire una migliore comprensione del processo di erosione globale.

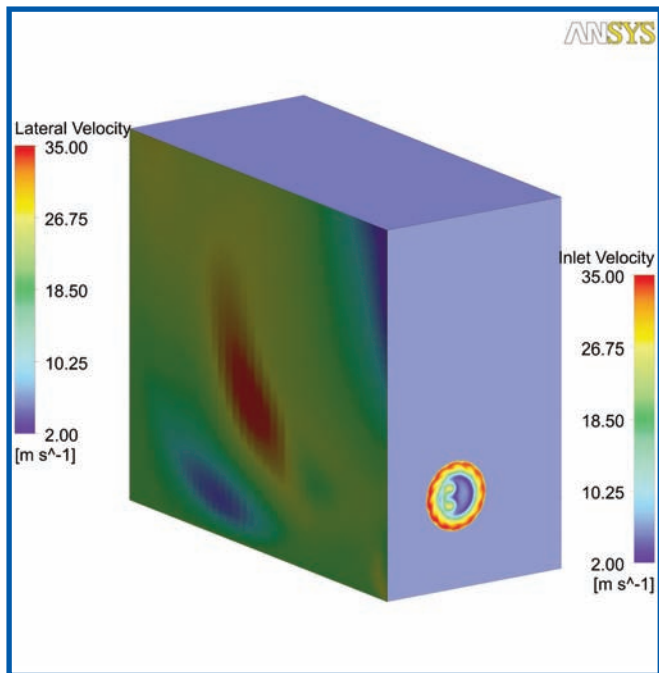
Nella simulazione iniziale, è stata considerata la complessa geometria del bruciatore in dettaglio. I bruciatori sono costruiti da varie lamiere che formano sia lo swirler sia un deflettore. Entrambi contribuiscono a miscelare il flusso d'aria con il polverino di carbone per garantire la stabilità della fiamma all'interno della caldaia. La stabilità della fiamma e la corretta miscelazione garantiscono l'efficienza.

Questa simulazione dettagliata è stata utilizzata per ottenere un accurato profilo in usci-

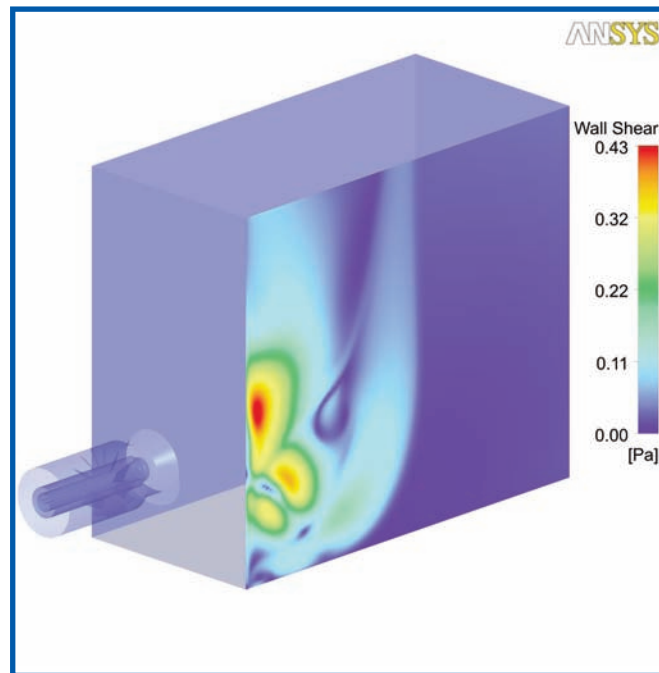
ta dal bruciatore, usato nelle simulazioni della caldaia completa. Il software infatti fornisce la possibilità di estrarre facilmente i risultati desiderati dalla prima simulazione (singolo bruciatore), per inserirli come condizioni al contorno della seconda simulazione (caldaia completa).

È stato quindi costruito un secondo modello, per simulare l'intera caldaia, con l'ingresso bruciatore posto sul lato destro della caldaia. L'obiettivo era quello di modellare l'effetto di un singolo bruciatore sulle pareti nelle vicinanze per valutare la corrispondenza tra l'erosione stimata numericamente con le osservazioni eseguite sulla caldaia reale.

I risultati hanno mostrato che il flusso si distacca dal bruciatore ed entra in contatto con la parete ad una distanza di circa 3 metri dal bruciatore. La simulazione multifase ha confermato che le particelle di carbone, seguendo il percorso del flusso, raggiungono le pareti ad alta velocità. Calcolando il tasso di erosione sulle pareti della caldaia, il team



Profilo di velocità dell'aria sulla parete di simmetria: il colore rosso indica una velocità più elevata.



Shear stress sulle pareti della caldaia: il colore rosso indica le zone di maggiore erosione.

di analisti è stato in grado di determinare le zone di parete che sono maggiormente esposte all'erosione. La mappatura dell'erosione ottenuta in questo modo è risultata essere molto vicina alle osservazioni reali.

Questi risultati hanno permesso agli ingegneri di Tractebel di identificare possibili modifiche per ridurre al minimo l'erosione delle pareti in caldaia. Lo sviluppo futuro di questa attività prevede la simulazione della caldaia intera con modifiche alla geometria del modello e alle condizioni al contorno, per verificare se il nuovo design è effettivamente in grado di ridurre l'erosione delle pareti. Si stima che il progetto modificato ridurrà i tempi di inattività della caldaia da una fermata ogni tre anni a una fermata ogni cinque anni.

Per identificare la causa dell'erosione eccessiva, senza il contributo fornito dal software ANSYS CFX, Tractebel sarebbe stata limitata a eseguire modifiche ed aggiustaggi per tentativi. Tractebel è stata invece in grado di determinare la distribuzione dell'erosione in caldaia, potendo così operare delle decisioni mirate alla riduzione dei costi di manutenzione della caldaia e, di conseguenza, di tutta la centrale.

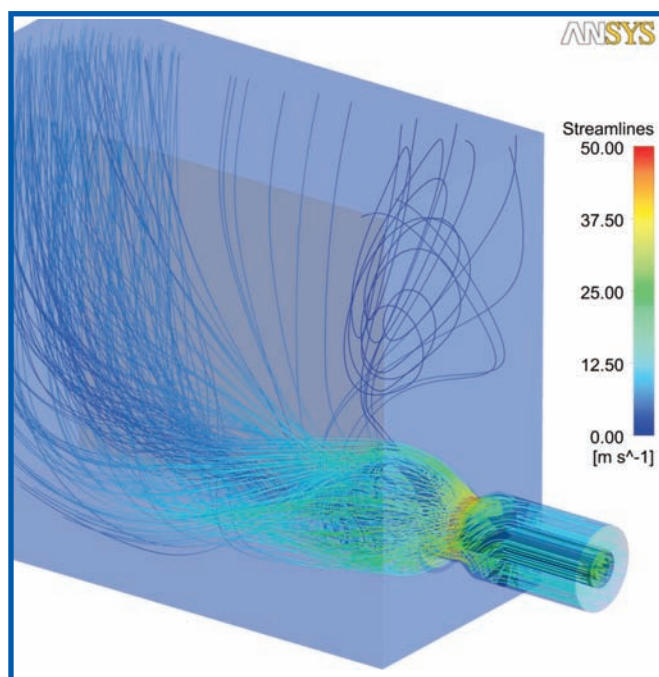
Simulazione avanzata per i combustibili fossili

Le soluzioni ANSYS vengono utilizzate in tutto il mondo ogni giorno sia per lo studio di sistemi di combustione tradizionali di gas, olio combustibile e carbone, sia di processi innovativi quali la ossi-combustione, combustione in letto fluido, gassificatori e generatori a biomassa.

Lo studio dei fenomeni di combustione e del flusso correlati in bruciatori tradizionali a combustibile fossile offre uno sguardo critico per l'adeguamento di impianti esistenti o la progettazione di nuovi processi.

Le soluzioni di simulazione ANSYS forniscono

L'effetto di swirl che subiscono le particelle di carbone che escono dal bruciatore.



tutte le funzionalità necessarie per incrementare le prestazioni e l'efficienza energetica al fine di sviluppare strategie mirate alla riduzione delle emissioni di gas serra, come anche per il controllo e la riduzione delle emissioni inquinanti di una vasta gamma di generatori a combustibili fossili e a biomassa. In genere, la simulazione di impianti di combustione comprende l'analisi del flusso, delle reazioni chimiche e dei fenomeni di scambio termico, irraggiamento compreso. Il carbone e gli altri combustibili sono rappresentati come una fase secondaria e sono completamente accoppiati con il flusso, rendendo possibile la simulazione di una vasta gamma di concentrazioni della fase secondaria, dal flusso diluito fino al packed bed. Queste analisi forniscono velocità locali,

concentrazioni e traiettorie del particolato, composizione dei gas di combustione, le velocità di reazione e le temperature locali. Tali risultati consentono all'utilizzatore di esaminare le problematiche operative come i picchi di temperatura locale, l'efficienza di combustione o problemi di miscelazione. Ulteriori dettagli ingegneristici possono essere simulati attraverso una serie di funzionalità appositamente sviluppate. Ad esempio, la formazione di inquinanti e le emissioni di mercurio possono essere previste includendo nel modello una chimica dettagliata e i sottomodelli di formazione di inquinanti. Analogamente, sono disponibili modelli per il particolato in grado di prevedere l'erosione e l'accumulo di slag all'interno delle caldaie.