

Nelle applicazioni di carico e scarico delle navi, i sistemi di misura Coriolis sono sempre più un'interessante alternativa ai misuratori di portata tradizionali. Lo sviluppo dei misuratori da 10" consente oggi alla tecnologia di misura secondo il principio di Coriolis di sostenere le elevate portate dei processi di carico delle petroliere. In Svezia, la raffineria Swedish Preemraff Lysekil è passata di recente ai misuratori Coriolis per le misure di portata in uscita. La semplicità di installazione, l'elevata accuratezza e riproducibilità dei test di collaudo presso il costruttore e sul punto di impiego sono state ragioni convincenti per progettare fin dall'inizio una nuova banchina di carico con i sistemi di Endress+Hauser.

Di Helga Linnartz, Business Development Manager Portate, Endress+Hauser Paesi Bassi



Misurare in massa l'uscita dalla raffineria

ECIAL report



Preem Petroleum AB è la principale azienda svedese per prodotti petroliferi e controlla due raffinerie. Una di queste, Preemraff Lysekil, con una capacità di lavorazione del greggio di 210.000 barili/giorno, è tra le più grandi raffinerie europee. Situata sulla costa occidentale svedese, Preemraff raffina petrolio greggio, consegnato mediante trasporto marittimo e stoccato in serbatoi giornalieri e caverne sotterranee. Più della metà della produzione della raffineria è destinata all'esportazione e la maggioranza dei prodotti è trasportata via mare.

Per il carico sulla nave dei prodotti raffinati, Preemraff controlla attualmente un molo con quattro banchine, che in 1 anno vengono attraccate circa 1400 volte; di recente è stata aggiunta una quinta banchina. Servono per caricare un'ampia gamma di prodotti, inclusi petrolio, gasolio, oli combustibili, LPG e propilene. La misura di portata veniva realizzata in genere con misuratori a turbina da 12", riconosciuti per uso fiscale. Durante un tipico processo di carico, la portata misurata dalle turbine era confrontata con i dati della nave e, se i valori coincidevano, era emessa la polizza di carico a bordo. Tuttavia, dopo diversi anni di funzionamento, le prestazioni e la riproducibilità dei misuratori a turbina si riducevano e, di regola, la differenza tra i dati della turbina e quelli della nave superava lo 0,3%. Questo non provocava solo perdite di tempo in discussioni con i proprietari delle navi, ma entrava in contraddizione con gli standard fiscali internazionali secondo OIML R117, che consentono un errore massimo dello 0,3% per il carico delle navi. Di conseguenza, nell'aprile 2005, Preemraff Lysekil decise di sostituire i vecchi misuratori a turbina ed estese la richiesta a diversi costruttori di misuratori di portata, incluso Endress+Hauser. E+H indagò sulle necessità di Preemraff e consigliò non solo di sostit-



tuire i misuratori a turbina con quelli Coriolis, ma anche di prendere in considerazione dei flow computer e la possibilità di connessione dell'OPC al loro sistema Honeywell Experion PKS. Questa proposta rappresenta un sistema completo secondo le direttive OIML R117 e in conformità alle norme fiscali. Endress+Hauser garantisce un'incertezza totale dello 0,15%, basata su tarature con idrocarburi dei singoli misuratori di portata, inclusi i relativi computer di portata, su un banco di prova accreditato Cofrac. Su queste basi, Preemraff incaricò Endress+Hauser e i lavori di costruzione iniziarono a metà del 2005

Il cuore del sistema di misura

Uno dei componenti principali del nuovo sistema di misura al punto di ormeggio era l'applicazione dei misuratori Coriolis in sostituzione di quelli a turbina. I misuratori di portata Coriolis sono impiegati da più di 20 anni e sono diventati uno standard nei più importanti processi industriali, come quelli del settore chimico o alimentare. Sono stimati per la loro integrità meccanica, per la loro affidabilità e la loro accuratezza e ripetibilità delle misure. Tutte queste qualità li rendono molto interessanti anche per l'industria petrolifera. In riconoscimento dei vantaggi offerti dalla misura secondo Coriolis, l'istitu-

to americano per il petrolio (American Petroleum Institute - API) ha dedicato un manuale agli standard per la misura del petrolio: Manual of Petroleum Measurement Standard (AMPMS), cap. 5, § 5 (Misure di idrocarburi liquidi con misuratori Coriolis, prima edizione ottobre 2002).

I misuratori Coriolis sono oggi disponibili con diametri nominali sino a 10" e rilevano un campo di portata sino a 2.200 t/h con un singolo dispositivo; di conseguenza, iniziano a imporsi come alternativa interessante ai misuratori a turbina, a ruote ovali o a ultrasuoni, utilizzati tipicamente per la misura del petrolio sulle banchine. La misura Coriolis offre diversi vantaggi rispetto a quella tradizionale. Poiché, in base al principio di misura, i dispositivi Coriolis rilevano direttamente la portata massica anziché quella volumetrica, la misura non dipende da un profilo di portata completamente definito. Una conseguenza pratica è che non sono richiesti tratti di rettilinei in ingresso e in uscita, prima e dopo il misuratore; si ottiene quindi un'installazione particolarmente economica in termini di spazio. Inoltre, poiché la tecnologia Coriolis è molto resistente, senza parti in movimento, non sono richiesti filtri. La nuova banchina di Preemraff, quindi, fu pro-

gettata senza filtri o reticelle. Sulle banchine già esistenti, non appena i vecchi misuratori a turbina furono sostituiti con quelli Coriolis, i filtri furono eliminati e lo staff responsabile della manutenzione fu sollevato dal compito di pulirle settimanalmente. Come illustrato nella figura a sinistra, la configurazione scelta per le tubazioni di carico comprende una coppia di misuratori Coriolis da 10", paralleli, con un manifold per la connessione alla tubazione da 12". Questa architettura riduce la velocità di deflusso nei misuratori e, quindi, la perdita di pressione nella sezione del tubo di misura; il risultato è un minor consumo di energia della pompa e, di conseguenza, ridotti costi di pompaggio. In aggiunta, durante il processo di carico, può essere eseguito un controllo ridondante; poiché il flusso si suddivide in due percorsi identici, i dati di portata dei due misuratori devono essere medesimi. A Preemraff, le tubazioni da 12", dotate di due misuratori Promass da 10" consentono una capacità di carico di circa 4.000 m³/h.

Una caratteristica interessante dei misuratori di portata Coriolis è che i risultati di misura sono indipendenti da parametri di processo come viscosità o densità del flui-



Promass 1. Questo misuratore di portata massica a tubo singolo e diritto fornisce misure di portata massica, densità e temperatura



Gammapiot. La misura radiometrica è usata per il rilevamento di soglia, livello, strato di interfaccia e densità.

do. L'ultimo passaggio nella produzione dei misuratori Coriolis di Endress+Hauser è sempre una taratura con acqua, eseguita su un apposito banco tracciabile. Durante questo processo, viene determinato il fattore di taratura del misuratore valido per tutti i fluidi, indipendentemente dalla loro viscosità e densità. In specifico per petrolio e derivati, sono state eseguite delle prove intensive per verificare e dimostrare l'attuabilità del fattore di taratura in acqua. In base alle procedure descritte nel manuale API MPMS 5.6, Endress+Hauser ha testato diversi misuratori di portata massica Promass F a principio Coriolis, da 6" e 10", confrontandoli con un ball prover, unidirezionale da 24". Le prove sono state eseguite nel laboratorio di portata di SPSE (Société du Pipeline Sud Européen) a Fos-sur-Mer, Francia. Questo laboratorio è riconosciuto da COFRAC (organizzazione francese di accreditamento) ed esegue tarature con idrocarburi liquidi di tutti i tipi di misuratori di portata. Le tarature sono realizzate confrontando il volume registrato dal misuratore di portata con un volume di riferimento di 15.000 litri, trasportato attraverso un tubo standard tarato. Per i misuratori di portata di Preemraff, le tarature presso SPSE sono state presenziate dai rappresentanti Preemraff e fanno parte del collaudo in fabbrica (Factory Acceptance Test - FAT).

I misuratori di portata Coriolis misurano direttamente la portata massica e la densità del fluido. Da queste variabili primarie possono esserne calcolate altre, come la portata volumetrica (lorda) o quella normalizzata. Come in uso nell'industria petrolifera, la fatturazione del prodotto raffinato di Preemraff si basa sul volume netto, denominato comunemente "vol-15", ossia il volume del fluido a 15 °C. Il volume netto è ottenuto dai valori primari, misurati in base al principio di Coriolis, e dalle tabelle ASTM/API. In Preemraff, i segnali del misuratore Coriolis sono trasferiti mediante una connessione Modbus a un computer di portata OMNI

6000, che applica quindi le tabelle ASTM/API per determinare il volume lordo e netto. Poiché Endress+Hauser garantiva a Preemraff un'incertezza totale del sistema dello 0,15%, il collaudo FAT abbracciava non solo la prestazione del misuratore Coriolis, ma anche l'intero sistema, formato dal computer di portata OMNI e dal server OPC. Il



sistema completo fu configurato presso SPSE e utilizzato anche per semplificare i rilevamenti automatici del misuratore di riferimento.

I calcoli di verifica furono eseguiti secondo il manuale API MPMS cap. 5, § 6, come descritto nell'appendice E1.2 (misuratori massici Coriolis confrontati con misuratori di riferimento volumetrici) e nell'appendice E1.3. (misuratori volumetrici Coriolis confrontati con misuratori di riferimento volumetrici). Ognuno dei due misuratori Promass da 10" fu tarato singolarmente e poi fu tarata la configurazione tandem completa, inclusi i manifold che collegano i misuratori a una tubazione da 12". Oltre a Preemraff, l'Ufficio Pesi e Misure olandese NMI confermò questi test e una taratura bidirezionale addizionale. Di conseguenza, l'approvazione del Promass per uso fiscale include oggi anche un'approvazione per applicazioni bidirezionali.

L'installazione

Al termine del collaudo di fabbrica presso SPSE, il sistema per la misura di portata fu spedito in Svezia e installato in Preemraff Lysekil. Parte del progetto riguardava l'integrazione dei dati del segnale Promass e del computer di portata OMNI nel sistema DCS, già in funzione alla raffineria. Tra i

computer di portata OMNI forniti da Endress+Hauser e il sistema Honeywell TDC 3000 DCS fu inserito un server OPC con SCADA. Per motivi di sicurezza, nella raffineria Lysekil sono sempre in funzione due OPC ridondanti. In aggiunta, il server OPC viene utilizzato per l'archiviazione dei dati; di conseguenza, neanche un circuito aperto sulla linea del segnale, tra server OPC e sistema Honeywell DCS, potrebbe causare una perdita di dati.

Il sistema di misura è stata provata in diverse operazioni di scarico della nave per eseguire una parte del collaudo sul punto di impiego (Site Acceptance Test - SAT). I risultati dei computer di portata OMNI sono stati confrontati con i sistemi di misura a bordo delle petroliere (come indicato dagli "ullage report" ossia dai rapporti sul volume libero della nave) e con i dati di ispezione ufficiali (riportati nel certificato di quantità).



La differenza tra i due ultimi dati è il cosiddetto "fattore esperienza nave" (Vessel Experience Factor - VEF); è un elenco cronologico delle variazioni di volume del carico da bordo a terra. Con riferimento al SAT, sono stati fatti dei confronti tra il nuovo sistema di misura e tre diverse navi (su due tubi di carico). Per tutte le navi, il confronto tra i valori della nave e quelli misurati da Promass indicava una deviazione molto migliore di quella garantita dello 0,15% – infatti, in tutti i casi, la deviazione risultava anche al di sotto dello 0,1% per ambedue i valori, con e senza VEF.

Il 5° molo

Preemraff Lysekil, in seguito a queste esperienze molto positive con il misuratore Coriolis di Endress+Hauser sulle banchine già esistenti, progettò fin dall'inizio il nuovo molo con la banchina di ormeggio numero 5 attrezzata con il sistema E+H. Tre dei tubi di carico sono dotati di una configurazione tandem con due misuratori Promass; la linea dell'olio combustibile denso Bunker C comprende due misuratori da 6" mentre le tubazioni del gasolio e dell'olio combustibile comprendono due misuratori da 10" ognuna. Un misuratore da 2" controlla il dis-

tributore di gasolio per il rifornimento della stessa nave. Grazie alla costruzione compatta e al peso relativamente ridotto del misuratore, l'installazione ha consentito risparmi di spazio e non ha richiesto supporti speciali sulla tubazione. Un'altra caratteristica speciale dei misuratori Promass è la loro insensibilità alle vibrazioni della tubazione. Generalmente, queste vibrazioni sono presenti durante i processi di carico; hanno origine dalle pompe utilizzate per trascinare il prodotto. Queste vibrazioni della tubazione di solito si verificano in uno spettro di frequenza tra 50 e 200 Hz e, quindi, possono influenzare i movimenti con frequenze in quel campo. E+H considera fondamentale progettare misuratori Coriolis con frequenza di oscillazione ben superiore a 200 Hz, così da garantire il più possibile l'insensibilità dei segnali del misuratore alle vibrazioni esterne. Da Preemraff, questa proprietà ha eliminato ancora una volta la necessità di costosi supporti addizionali per l'installazione dei misuratori Promass, garantendo al contempo la massima stabilità del segnale e una eccezionale accuratezza in campo. Come previsto, il collaudo sul punto di impiego, la banchina numero 5, eseguito il 12 ottobre 2006 (olio combustibile caricato sulla nave Oktavia), fu pari-



Registratore videografico che visualizza graficamente da 8 a 16 ingressi analogici o sino a 37 ingressi digitali, utilizzando il più moderno protocollo Profibus DP o ingressi universali.

mente soddisfacente come il precedente SAT e si ottenne di nuovo un'eccellente corrispondenza tra i dati della nave e di terra. Verso la fine del 2006, Preemraff aveva sistemato il nuovo molo con la banchina numero 5 completamente equipaggiata con misuratori E+H e aveva sostituito la metà dei misuratori a turbina delle banchine numero 2 e 3. Nel 2007, le rimanenti turbine delle banchine numero 2 e 3 e tutte quelle delle banchine 1 e 4 saranno sostituite con misuratori Promass a principio Coriolis. Poiché questi misuratori non hanno parti in movimento, non si temono usura e rotture e Preemraff prevede di usufruire per molti anni a venire dei vantaggi offerti dall'attuale soluzione.

