

# Misure di portata non convenzionali per l'ingegneria

Andrea Giovane

Tecnova HT

L'impiego del V-Cone consente di avere misure precise con ogni fluido e di semplificare il percorso delle tubazioni

**N**ella progettazione e costruzione di un'unità di processo la portata è uno dei parametri fondamentali. Nella scelta delle misure di portata l'EPC contractor dovrà tener conto di diversi input: richieste specifiche dal licenziatario, condizioni operative dettate dalle simulazioni del processo, normative locali e internazionali, costo preventivato e così via. È una scelta non sempre semplice e, soprattutto, non scevra di conseguenze in fase costruttiva. Grazie a tecnologie non convenzionali per la misura di portata le società di ingegneria sono ora in grado di semplificare realmente la costruzione ottenendo reali benefici economici e rispettando, se non superando, i requisiti elencati. Una di queste tecnologie di misura è stata brevettata con il nome "V-Cone", dalla società americana McCrometer e distribuita in Italia dalla Tecnova. Di fatto, rappresenta una reale evoluzione del classico *flow element*, come è avvenuto nei casi della flangia tarata e del venturi.

## Principio operativo

Il V-Cone si presenta all'esterno come un tronchetto cilindrico (*figura 1*) nel quale è posizionato un cono metallico statico con la punta contro flusso. Anche per questa famiglia di *flow element* (come i diaframmi, i boccagli e tubi di Pitot) è applicabile il teorema di Bernoulli [1], secondo il quale, in opportune condizioni, la linea dei carichi totali è orizzontale, cioè che la somma dei termini geodetici, piezometrici e cinetici è costante. In pratica, l'energia meccanica del fluido si conserva ma si può trasformare da termine all'altro; per esempio, a un aumento di velocità corrisponde un aumento della pressione.

Nel V-Cone il fluido si muove nella sezione piena del tubo e raggiunge la punta del cono:

da quel momento in poi la sezione del tubo diventa gradualmente una sezione toroidale sempre più piccola fino ad arrivare all'estremo delle pareti del cono dove si ripresenta la sezione piena. Il restringimento dell'area di efflusso provoca un aumento della velocità conseguente e, in base al teorema di Bernoulli, una diminuzione della pressione: il posizionamento di due opportune prese  $P_1$  e  $P_2$  consente di calcolare il DP prodotto e da qui la portata volumetrica.

Le caratteristiche migliorative del V-Cone sono diverse e tutte importanti:

- possibilità di misurare portate di fluidi anche in presenza di particolato o condense (crude oil, natural gas da pozzo, *raw water*, gas umido [2], vapor saturo ecc.) in quanto i corpi estranei vengono spinti verso le pareti interne del tronchetto e non impattano con il cono (*figura 2*). Anche in queste condizioni l'accuratezza in lettura, su tutto il *turn-down* (rapporto fra portata minima e massima) arriva allo 0,5%;
- *turn-down* fino a 50:1, dovuto alla miscelazione forzata ma omogenea tra filetti fluidi veloci e lenti appartenenti al profilo di velocità che impatta il cono: anche diminuendo la portata il coefficiente  $C_f$  rimane costante per tutto il range di numeri di Reynolds con cui è stato dimensionato lo strumento (*figura 3*). Questo significa che l'accuratezza del V-Cone è garantita per tutte i casi del bilancio materiale simulato dal processo, compreso l'*over-design*;
- minima perdita di carico permanente (inferiore a qualsiasi venturimetro), dovuta al notevole recupero creato dalla speciale conformazione della parte posteriore del cono metallico, che permette quindi profili idraulici meno rigidi ed evita sovradimensio-



Fig. 1 – Vista esterna del V-Cone

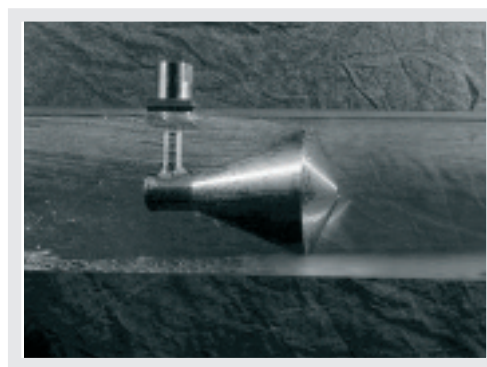


Fig. 2 – Le gocce o il particolato non interferiscono con il flow element

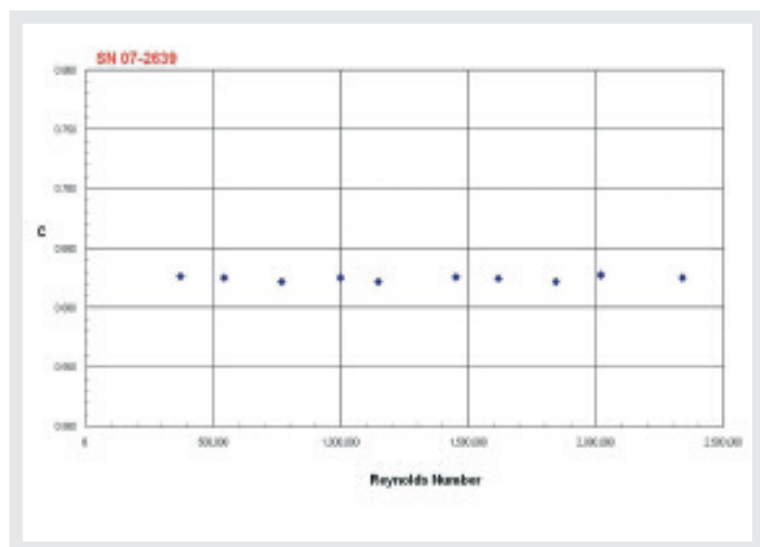


Fig. 3 – Coefficiente di scarico in rapporto al numero di Reynolds per un fluido che scorre nel V-Cone

- namenti delle apparecchiature;
- nessuna necessità dei consueti tratti rettilinei di tubo pari a x diametri a monte e y diametri a valle del flow element grazie alla riduzione progressiva della sezione di efflusso che permette di instaurare un regime di moto totalmente sviluppato e quindi ideale per la misura, anche a valle o a monte di curve o doppie curve [3].



### Vantaggi costruttivi

Una lunga lista di applicazioni e la conformità alle API 22.2 comprovano le peculiarità tecniche di questo particolare flow element.

Una classica applicazione nel settore oil & gas riguarda il design del separatore trifasico gestito tipicamente dal processo: il dimensionamento accorto del drum permette, supponendo la grandezza media delle particelle o gocce fluenti e la loro velocità di trasporto, di separare la fase gas dalla fase liquida, come acqua e olio.

Per misure di portata in fase gas è tradizione installare delle flange tarate o dei vortex. Purtroppo, a volte, durante lo start-up dell'unità di processo, ci si rende conto di come la reale composizione del fluido, le differenti portate, la diversa composizione della fase dispersa possano provocare una cattiva separazione del condensato che viene trascinato dalla fase gas, creando una situazione di wet gas assolutamente non confacente alla maggior parte dei misuratori di portata. Il V-Cone viene utilizzato comunemente per ovviare a questo problema in quanto non condizionabile dai eventuali gocce presenti (figura 4).

Anche la simulazione del bilancio materiale da parte del processo, per tutti i casi di funzionamento e per l'overdesign richiesto, è sempre fonte di discussioni con il personale addetto alla strumentazione elettrica: vengono, inconsapevolmente richiesti turndown 20:1 a flow element come flange o venturi ignorando che il dimensionamento costruttivo sarà basato sulla portata maggiore e che quindi l'accuratezza verrà degradata in tutte le altre condizioni di processo.

A titolo di esempio, una soluzione tipica per gestire forniture stagionali come il vapore per teleriscaldamento, che ovviamente d'estate è meno richiesto, consiste nell'installare nel main pipe, magari da 36", due tee per mettere in parallelo due venturimetri per basso e alto campo, selezionabili grazie a quattro valvole motorizzate ed equipaggiati con i consueti DP,



**Fig. 5 - Esempi di V-Cone flangiato direttamente su una curva della tubazione per piattaforma offshore e in una unità di gassificazione**

il tutto magari in quota. In questo caso la soluzione V-Cone prevede un solo *flow element* con *turn-down* 30:1 e accuratezza certificata dello 0,5% in lettura su tutto il range.

### Come eliminare gli "spaghetti pipes"

Nella progettazione di una unità di processo capita spesso che le richieste più impegnative dipendano dai misuratori di portata. Infatti, per l'installazione di un semplice misuratore di portata ultrasonico viene indicata sul P&ID la necessità di parecchi diametri di tubo libero a monte e a valle, creando la necessità di lunghi tratti di tubo rettilinei: i cosiddetti "spaghetti pipes". Per esempio, in una delle unità di processo con un forno la carica preriscaldata dal treno di scambio iniziale viene portata in temperatura grazie alla combustione di olio o gas che richiedono ingenti quantità di aria come comburente. Questa massa d'aria è movimentata da un ventilatore che comporta una prevalenza ridotta, per cui il *layout engineer* deve ogni volta minimizzare le perdite di carico, concentrate in curve e manifold e distribuite nei lunghi tratti rettilinei di grande diametro (36", 48", 60" ecc.), quindi con circuiti idraulici meccanicamente impegnativi sia per le dimensioni sia per il peso. Inoltre, la necessità di garantire una combustione controllata per minimizzare l'impatto ambientale, spinge l'utente a richiedere l'installazione di misuratori di portata sia sul

fluido combustibile che su quello comburente accentuando le richieste impiantistiche. Il V-Cone grazie alle minime perdite di carico e alla possibilità di essere flangiato direttamente in curva o al tee permette di semplificare qualunque layout (figura 5) e di offrire, grazie al *turn-down*, un importante contributo alla gestione della combustione. Infatti, la presenza di una curva o di una doppia curva, di una valvola o di un tee, disturba il profilo di velocità e pertanto occorrono diversi diametri di tubo diritto prima di ottenere un profilo totalmente sviluppato e quindi idoneo al passaggio in una flangia tarata. Per il V-Cone, invece, il cono riesce a eliminare in modo progressivo senza discontinuità tutte le irregolarità dei vettori velocità mescolando fra di loro i filetti fluidi. In effetti, anche nella flangia tarata avviene questa miscelazione, ma è effettuata in modo brutale nel foro stesso, obbligando a spendere magari 10 diametri a monte e 5 a valle per avere una misura tutto sommato poco significativa. ■

### Bibliografia

- [1] Citrini, Nosedà: *Idraulica* – CEA, anno 1987, pagg. 103 e seguenti
- [2] Stewarts, Hodges, Peters, Steven: *Wet Gas Metering with V-Cone Meters* – North Sea Flow Measurement Workshop, 2002
- [3] Peters, Steven: *Testing the Wafer V-Cone Flowmeters in Accordance with API 5.7* [...] – Caldwell, 2004

## McCrometer's V-Cone Flow Meter Testing Conforms To API 22.2

*With a track record for precision flow measurement solutions providing superior accuracy and repeatability in rugged environments, the testing of McCrometer's V-Cone® Flow Meter now conforms to the American Petroleum Institute's API 22.2 Testing Protocol for differential pressure flow measurement devices. Designed for the measurement of liquid, steam or gas, and ideal for tough applications, the V-Cone Flow Meter supports a wide range of oil/gas production, pipeline delivery and petroleum refining applications. The V-Cone's highly compact, no-moving parts design keeps operating costs down for key applications such as oil production, natural gas production, raw material refining and petrochemical production. McCrometer's versatile V-Cone Flow Meter is compatible with the demanding standards set by the oil/gas production, delivery and refining industry. It relies on an advanced differential pressure flow technology designed with built-in flow conditioning to achieve an accuracy of  $\pm 0.5\%$ , with a repeatability of  $\pm 0.1\%$ . It operates over a flow range of 10:1 up to 50:1, and comes in line sizes from 0,5" to 120".*