

LNG: una vera rivoluzione

Le oscillazioni dei prezzi e i problemi politici connessi all'approvvigionamento del petrolio hanno spinto le compagnie energetiche mondiali a rivalutare un combustibile poco apprezzato fino a pochi anni fa, il gas naturale liquefatto (Liquefied Natural Gas, LNG).

Luigi Longo

Il metano, componente principale del gas naturale è noto da secoli, come testimonia una targa a Pietramala, sopra Bologna: *Qui Alessandro Volta nel 1778 fece i primi esperimenti con l'aria che brucia*, cioè con l'aria infiammabile delle paludi, che aveva raccolto ad Angera, sul Lago Maggiore, due anni prima. In Italia le perforazioni volute da Enrico Mattei presso Lodi portano Eni, nel giugno 1959, alla scoperta del primo giacimento profondo dell'Europa occidentale.

Il metano è presente nel gas naturale in percentuale variabile dall'82 per cento di quello libico a oltre il 99 per cento di quello italiano o dell'Alaska. Il resto è costituito principalmente da idrocarburi leggeri (etano, propano, butano), acqua, anidride carbonica e azoto. Ha un potere calorifico (PCS = 55 MJ/kg) decisamente più elevato rispetto al petrolio (circa 48 MJ/kg) e anche rispetto ai principali combustibili ottenuti da questo (PCS benzina = 46 MJ/kg, PCS gasolio = 47 MJ/kg). Ciò significa che contiene ed è in grado di sviluppare maggiore energia, a parità di peso, rispetto agli altri combustibili fossili.

Il motivo per cui il gas naturale è stato fino a ora considerato un combustibile povero deriva dal fatto che a temperatura ambiente si trova allo stato di gas e può venire liquefatto solo portandolo a temperature inferiori a -161,4 °C. Allo stato di gas, infatti, la sua densità è solo la metà di quella dell'aria e il suo potere calorifico crolla a circa 36 MJ per metro cubo a pressione ambiente.

Proprio a causa degli alti costi di trasporto connessi, fino all'inizio degli anni Novanta l'idea di un "mercato mondiale del gas", analogo al florido "mercato mondiale del petrolio" era quasi inconcepibile. Questa realtà sta cambiando. Con lo sviluppo della tecnologia a ciclo combinato alimentato a gas naturale (Combined Cycle Gas Turbine, CCGT) questo gas è diventato il combustibile privilegiato per la produzione di energia elettrica, stimolando l'interesse mondiale per le forniture

di metano, sia per il consumo diretto sotto forma di LNG, sia, tramite rigassificazione, per le reti di distribuzione tradizionali dedicate al gas naturale.

I progressi tecnologici relativi alle modalità di trasporto di gas naturale via gasdotto e di LNG via mare hanno ridotto i costi di trasferimento su lunghe distanze; allo stesso tempo, le possibilità di scoprire nuovi giacimenti di petrolio, o di sfruttare vantaggiosamente i giacimenti argillosi con le tecnologie di fracking appaiono sempre più limitate. Le compagnie petrolifere internazionali hanno quindi deciso di investire nello sfruttamento delle riserve di gas fino a ora inutilizzate.

Come il petrolio, ora anche l'LNG influenza gli equilibri regionali

I primi investimenti nelle tecnologie per il LNG risalgono agli anni Settanta, ma solo negli ultimi anni è stato innescato un vero e proprio processo di globalizzazione del mercato del gas grazie alla possibilità di trasporto via mare a prezzi accessibili. In Asia, i grandi paesi consumatori (Giappone e Corea) hanno investito pesantemente e sono stati precursori nello sviluppo di nuove tecnologie creando una rete per il proprio rifornimento a partire dai paesi produttori in Indonesia e in Malesia.

LLNG offre evidenti vantaggi tecnici in termini di sicurezza e flessibilità di trasporto che si traducono in vantaggi geopolitici: il mercato del gas non è più legato alla continuità e al funzionamento di condotte fisse, che spesso attraversano regioni ad alta instabilità politica. Inoltre, i costi per il trasporto si fanno relativamente più convenienti con la distanza, offrendo più vaste possibilità di commercializzazione per i Paesi produttori e di approvvigionamento per i Paesi consumatori.

La tecnologia della liquefazione del gas naturale permette di ridurre il volume specifico del gas di circa 600 volte rispetto alle condizioni standard, consentendo di ottene-

re costi competitivi per lo stoccaggio e il trasporto di notevoli quantità di energia in spazi considerevolmente ridotti. Il trasporto dell'LNG a grande distanza dal luogo di produzione avviene per mezzo di navi metaniere. La flessibilità offerta dal trasporto via mare offre la possibilità di inscendere un arbitraggio commerciale analogo a quello già esistente per il petrolio: permette, infatti, di raggiungere aree remote e di cogliere repentine variazioni di prezzo tra i diversi mercati.

Negli ultimi anni la produzione di LNG è cresciuta esponenzialmente, passando da circa 50 mtpa (milioni di tonnellate all'anno) del 1990 a oltre 236 mtpa nel 2013 e la richiesta continua ad aumentare. In Asia, in particolare, la domanda è cresciuta fortemente dal 2011 a causa dell'arresto di molte centrali nucleari in Giappone e nei Paesi vicini in seguito all'incidente di Fukushima. Ora il mercato dell'LNG rappresenta il 30 per cento del commercio e circa il 10 per cento della domanda mondiale di gas. Tutte le previsioni sul mercato dell'energia sono concordi nel ritenere che l'LNG continuerà a giocare un ruolo di rilievo nel soddisfare il bisogno energetico mondiale.

I primi cinque Paesi importatori sono tutti asiatici: nel 2014 Giappone, Corea del Sud, Taiwan, Cina e India hanno assorbito, da soli, il 72 per cento del commercio mondiale. Per tutti, in particolare Cina e India, si prevede un ulteriore aumento della domanda. In Europa, invece, negli ultimi cinque anni le importazioni si sono dimezzate scendendo al 13,6 per cento, soprattutto a causa della perdurante crisi economica.

I maggiori paesi produttori di gas che si sono dotati di tecnologie LNG sono, nell'ordine: Qatar, Malesia, Australia, Nigeria, Indonesia, Trinidad e Tobago, Algeria, Russia e Oman. Alcuni esportatori storici di gas, come Algeria e Indonesia, stanno affrontando negli ultimi anni numerosi problemi produttivi, causati dall'esaurimento dei giacimenti e dall'incremento della domanda interna, ma Stati Uniti, Mozambico, Tanzania e Canada hanno ambiziosi piani di sviluppo con l'obiettivo di diventare esportatori di LNG. In Australia ora si registra il maggiore numero di impianti LNG in costruzione mentre la Russia, che si stima possieda un quarto delle riserve mondiali di gas naturale, sta preparandosi a diventare un protagonista in questo settore.

Nuove tecnologie guidano il cambio di paradigma

La rivoluzione prodotta dal nuovo mercato mondiale del gas, che ora si affianca a quello già consolidato del petrolio, trae origine dalle nuove tecnologie sviluppate per la produzione, la liquefazione, il trasporto, la rigassificazione e, infine, la commercializzazione dell'LNG.

Il gas naturale, una volta estratto dai giacimenti profondi, generalmente nella parte superiore dei giacimenti petroliferi, o superficiali, tipicamente derivati da formazioni anaerobiche, viene pompato, attraverso gasdotti (sotterranei o sottomarini), verso i terminali di liquefazione. Questi si trovano tradizionalmente in riva al mare, in prossimità di banchine per il trasporto via nave, ma sono in costruzione i primi impianti galleggianti analoghi agli FPSO impiegati per il petrolio.

La liquefazione è il primo processo chiave: il gas viene progressivamente raffreddato fino a meno di $-161.4\text{ }^{\circ}\text{C}$; a questo punto il gas subisce un cambiamento di stato fisico e passa in forma liquida, che permette di portare a un solo metro cubo ben $620\text{-}630\text{ m}^3$ di gas naturale. Il processo avviene in impianti di liquefazione composti da una o più linee di uguale capacità, funzionanti in parallelo, ciascuna comprendente le sezioni di preraffreddamento, estrazione e frazionamento, per eliminare le impurità, liquefazione e stoccaggio in grossi serbatoi dotati di un efficiente sistema di isolamento termico.

In fase di stoccaggio non è importante la resistenza alla pressione: generalmente questi serbatoi sono collaudati per resistere a pressioni di poche atmosfere. Per confronto, quelli che contengono il gas naturale allo stato gassoso e a temperatura ambiente, per esempio nei veicoli, sono progettati per pressioni di esercizio di oltre $200\text{-}300$ atmosfere. Il fattore critico per l'LNG è un efficiente isolamento termico; perciò è economicamente vantaggioso che i serbatoi criogenici siano sferici e quanto più grandi possibile, minimizzando così la superficie di scambio termico rispetto al volume del serbatoio stesso.

L'LNG viene quindi pompato a bordo di speciali navi metaniere dotate di serbatoi simili ai precedenti e di impianti criogenici che permettano di mantenere il necessario isolamento termico per un tempo indefinito.

Una volta che la nave metaniera è giunta a destinazione, il gas, sempre liquefatto, viene trasferito dalla nave a un serbatoio di

stoccaggio all'interno del rigassificatore. Quest'ultimo, il secondo elemento chiave della tecnologia, può venire realizzato a terra (su strutture on-shore), oppure in alto mare (off-shore), o su particolari terminali galleggianti ancorati al fondo del mare, detti "unità galleggianti di stoccaggio e rigassificazione" (*Floating Storage and Regasification Unit*, FSRU), come l'impianto off-shore LNG Toscana davanti a Livorno. Esistono anche vere e proprie isole artificiali (Gravity Based Structure, GBS), come il Terminale LNG Adriatico al largo di Porto Levante, Rovigo.

All'interno del rigassificatore, l'LNG viene inviato a un vaporizzatore che aumentando la temperatura provoca il cambiamento di stato inverso con l'espansione del gas. Ciò avviene in genere tramite lo scambio termico in fasci tubieri tra fluido e acqua di mare, che cede il proprio calore al gas; la pressione viene ridotta tramite l'espansione del gas in appositi serbatoi. A questo punto il gas può essere immesso nella rete di distribuzione tradizionale.

Anziché disperdere inutilmente in mare le frigorifiche prodotte, i rigassificatori possono venire abbinati a impianti che prevedono l'uso di basse temperature (come stabilimenti di surgelazione), riciclando così l'energia frigorifera con evidenti risparmi energetici.

Eni gode di un forte vantaggio competitivo nell'LNG: è infatti presente in tutta la filiera, dalla produzione alla liquefazione, dallo *shipping* (su flotte di proprietà) alla rigassificazione. Grazie a questa integrazione è anche in grado di cogliere repentini cam-

biamenti dei mercati assicurando la certezza degli approvvigionamenti.

Negli ultimi anni i costi degli impianti di liquefazione sono aumentati significativamente – quattro volte rispetto al 2005 – sia per renderli più sicuri, sia per aumentarne l'efficienza. Tutti i produttori di LNG si trovano ora a fronteggiare una molteplicità di sfide: elevato costo del lavoro e dei materiali (Canada), condizioni tecnologiche proibitive (artico russo e off-shore australiano) o sviluppi in nuovi Paesi ad alta instabilità politica (Africa orientale).

In ogni caso, la sfida dell'LNG è sicuramente complessa, in particolare per il recente crollo dei prezzi del petrolio che impatta sulle quotazioni dell'LNG, ma riserva un potenziale enorme grazie alla continua crescita dei consumi e alla sempre più forte sensibilità verso la ricerca di fonti energetiche a limitato impatto ambientale. ■

Luigi Longo opera presso la Direzione Ricerca e Innovazione Tecnologica dell'Eni.

