

Gas naturale

Introduzione

Il gas naturale è stata l'ultima fonte fossile di energia ad affermarsi a livello mondiale. Per più di un secolo, quando il gas veniva scoperto in siti lontani dai luoghi dove poteva essere consumato, si preferiva bruciarlo ai pozzi o liberarlo nell'atmosfera perchè imbrigliarlo in un gasdotto e farlo viaggiare per chilometri e chilometri costava troppo. Grazie alla creazione della infrastrutture necessarie al trasporto, spinte da una nuova coscienza sui problemi ambientali, la situazione è cambiata negli ultimi quarant'anni e oggi il gas naturale è al terzo posto nei consumi mondiali di energia ed è la fonte fossile con le migliori prospettive di crescita. Negli anni settanta con la nascita delle infrastrutture di trasporto per l'importazione del gas naturale, paesi produttori e consumatori definirono tipici accordi contrattuali che ancora oggi sono un modello di riferimento. Dagli anni settanta ad oggi il consumo mondiale di gas è aumentato di oltre 34 volte, crescendo dai 100 miliardi di metri cubi ai circa 3.444 miliardi di metri cubi del 2014. Dati aggiornati al 2014 indicano che l'Italia produce 6,98 miliardi di metri cubi all'anno di gas naturale e ne consuma 60 miliardi di metri cubi all'anno. (Fonte dei dati: eni, World Oil and Gas Review 2015)

Conoscere il gas naturale

Che cos'è

Il gas naturale è un combustibile fossile, come il petrolio e il carbone. E' costituito da una miscela di idrocarburi, in massima parte **metano**, e da altre sostanze gassose come **anidride carbonica**, **azoto**, **idrogeno solforato** e, in qualche caso, **elio**, **radon** e **cripton**. Le miscele che contengono soprattutto metano si dicono secche, mentre quando sono presenti anche idrocarburi come il propano e il butano sono umide.

Prima di essere avviato all'utilizzo il gas naturale viene trattato in modo da eliminare l'anidride carbonica e l'azoto, che lo rendono poco infiammabile, e l'idrogeno solforato che è un gas tossico e corrosivo. Ciò che resta è prevalentemente metano. Il metano è l'idrocarburo gassoso più semplice e quello con la molecola più piccola, formata da un atomo di carbonio e quattro di idrogeno (CH₄). E' più leggero dell'aria (alla temperatura di 15 gradi centigradi e alla pressione di 1013,25 millibar, ha un peso specifico di 0,678 chilogrammi al metro cubo), non ha colore né odore e non è tossico. Diffusissimo nell'atmosfera primordiale della Terra, il metano ha probabilmente contribuito alla sintesi dei primi amminoacidi e alla nascita della vita sul nostro pianeta.

Miscelato con l'aria, il metano è infiammabile solo se la sua concentrazione è compresa tra il 5% e il 15%. Sotto al 5%, la quantità di gas naturale non è sufficiente ad alimentare la combustione, mentre, sopra al 15% non c'è abbastanza ossigeno. Alla temperatura di 15 gradi centigradi e alla pressione atmosferica, 1 metro cubo di metano sviluppa oltre 8.000 chilocalorie. A queste condizioni, 1 metro cubo di metano ha perciò un contenuto energetico pari a quello di 1,2 chilogrammi di carbone e di 0,83 chilogrammi di petrolio.

Il metano diventa liquido a una temperatura critica di -83 gradi centigradi quando è sottoposto a una pressione di 45 atmosfere. Il passaggio allo stato liquido può avvenire diminuendo la temperatura o aumentando la pressione. Ad esempio, a -161 gradi centigradi il metano diventa liquido anche a pressione ambiente.

I gas naturali umidi, come il **propano** e il **butano**, invece, rispettivamente con 3 e 4 atomi di carbonio, hanno una temperatura critica superiore alla temperatura ambiente e, quindi, diventano liquidi per effetto di un semplice aumento di pressione.

Origine del gas naturale

Sul nostro pianeta gli idrocarburi, tra cui il metano, si trovano prevalentemente nelle porosità delle rocce che costituiscono la parte superiore della crosta terrestre e sono il prodotto di processi chimici e fisici svoltisi nel corso della

storia della Terra.

L'azione disagregatrice degli agenti atmosferici provoca l'erosione dei rilievi montuosi i cui detriti, trasportati dai corsi d'acqua fino al mare, si depositano sul fondo in strati di sabbia e melma argillosa. Insieme a tali detriti, sul fondale si posano i materiali che hanno avuto origine dal mare stesso, ovvero i sali che precipitano per effetto dell'evaporazione e i resti degli organismi animali e vegetali che vi dimorano. Con l'andar del tempo, per effetto del carico e del processo di cristallizzazione dei sali, i sedimenti si trasformano in rocce compatte nelle quali tuttavia permangono delle minuscole cavità occupate dall'acqua e dalle sostanze organiche. Se riescono a sfuggire ai processi di decomposizione, infine, le sostanze organiche contenute insieme all'acqua in queste piccole cavità si trasformano in idrocarburi, come il metano e il petrolio, per effetto dell'aumento di temperatura e di pressione. Questo procedimento si chiama **mineralizzazione**: vegetali e animali diventano gas, petrolio e carbone, e tali combustibili si chiamano fossili proprio perché derivano dalla fossilizzazione dei vegetali e degli animali.

Dove si trova

La localizzazione geografica delle riserve di gas rispecchia, per ovvi motivi, quella del petrolio: Russia, Iran e Qatar possiedono circa il 54% delle riserve di gas naturale. Come per il petrolio, lo sfruttamento dei giacimenti avviene in maniera diseguale. Il Medio Oriente, ad esempio, estrae poco gas, in rapporto alle riserve disponibili. Infatti, possiede il 40% delle riserve mondiali e produce solo il 16,3% del gas consumato in un anno da tutto il mondo, mentre Stati Uniti ed Europa occidentale estraggono gas a ritmi elevati in rapporto alle riserve disponibili. Gli Stati Uniti, infatti, nonostante posseggano solo il 4,9% delle riserve mondiali provate di gas naturale, producono il 20,7% del gas prodotto nel mondo. Questo significa che, mantenendo l'attuale livello di produzione e in assenza di scoperte di nuovi giacimenti, questi Paesi nel giro di pochi anni (14 per il Nord America e circa 19 per l'Europa) termineranno le loro riserve e dovranno utilizzare solo il gas importato.

(Fonte dei dati: eni, World Oil & Gas Review 2015)

Le riserve

Le riserve mondiali provate di gas naturale ammontano 201.771 miliardi di metri cubi (dati riferiti al 31 dicembre 2014). Tali riserve sono costituite dai giacimenti attualmente conosciuti e che possono essere sfruttati con le tecnologie disponibili traendone profitto economico. Non rappresentano tutte le risorse effettivamente esistenti nel sottosuolo, ancora sconosciute all'uomo o il cui costo di estrazione è attualmente troppo elevato. Nonostante ciò, possono dare un'utile indicazione della velocità con cui si stanno sfruttando (ed esaurendo) queste risorse. Se dividiamo il livello delle riserve oggi conosciute (le riserve provate) per il consumo mondiale annuo di gas (nel 2014, pari a 3.444 miliardi di metri cubi), otteniamo che, mantenendo questo ritmo di sfruttamento, queste riserve si esauriranno nel giro di circa 58 anni. Sicuramente esistono giacimenti ancora sconosciuti che possono prolungare la vita di questo combustibile, ma quanto detto deve comunque far riflettere: il gas naturale, come il petrolio, è una risorsa destinata a finire.

(Fonte dei dati: eni, World Oil & Gas Review 2015)

Un po' di storia

In un manoscritto dello storico cinese Chang Qu, datato 347 a.C., viene descritto uno strano gas che può essere usato per illuminare. Circa 200 anni fa, Alessandro Volta "riscopri" il potenziale energetico del gas naturale, notando le piccole bolle gassose che si formavano smuovendo i fondali limacciosi del lago Maggiore. Avvicinando un fiammifero acceso, infatti, il gas contenuto nelle bolle alimentava una fiamma bluastrea.

Tra il 1840 e il 1850 l'illuminazione a gas divenne comune in molte città Americane ed Europee, a tal punto da modificare gli stili di vita dei cittadini: le strade, ben illuminate anche di sera, scoraggiarono i ladruncoli, fiorirono sale da ballo e luoghi d'incontro anche per la gente meno abbiente (dato il minore costo dell'illuminazione a gas rispetto a quella a candele). Tali vantaggi restavano però confinati laddove il gas naturale veniva in superficie spontaneamente, non

essendoci ancora adeguate tecnologie per la ricerca, l'estrazione e il trasporto.

Per molto tempo il gas naturale che usciva dai pozzi di petrolio veniva bruciato da una torcia non appena arrivava in superficie. Così sono andati in fumo svariati miliardi di metri cubi di gas naturale: uno dei maggiori sprechi di risorse che la storia ricordi. L'Italia è uno dei pochi Paesi dove il metano è stato valorizzato come risorsa energetica, fin dai primi anni della scoperta dei giacimenti in Valle Padana e nel Mare Adriatico. Il metano, come fonte di energia nazionale, ha dato un notevole contributo allo sviluppo industriale del Paese negli anni Cinquanta e Sessanta.

In generale, lo sfruttamento del metano è cominciato solo di recente: in Europa poco più di 50 anni fa, con lo sviluppo di tecnologie che ne rendessero economicamente vantaggiosa l'estrazione e una rete di metanodotti (ovvero le condutture che portano il metano dal luogo di estrazione a quello di consumo) per una distribuzione più agevole. L'intera Europa è attualmente attraversata da metanodotti, un sistema di trasporto ideale perché a basso impatto ambientale: non incrementa il traffico in superficie e non si vede, grazie alla ricostruzione dell'ambiente circostante dopo lo scavo per la posa delle tubazioni.

Estrazione e trasporto

Estrazione

Spesso il gas naturale si estrae dagli stessi giacimenti di petrolio. Come il petrolio, infatti, il gas naturale è il risultato delle trasformazioni subite dalla sostanza organica depositatasi sul fondo di antichi mari e laghi (bacini sedimentari). Non vi è dunque una ricerca di gas naturale distinta da quella del petrolio, ma un'**unica attività di ricerca degli idrocarburi**: solo dopo la perforazione di pozzi esplorativi è possibile accertare la natura del deposito. Si parla di "**gas associato**" quando il gas naturale è disciolto nel petrolio o costituisce lo strato di copertura del giacimento petrolifero; e di "**gas non associato**", quando il giacimento è costituito quasi esclusivamente da gas naturale (ad esempio, i grandi giacimenti del Mare del Nord e dell'Olanda).

Estrarre il gas naturale dal sottosuolo è abbastanza facile. Quasi sempre si trova intrappolato insieme al petrolio sotto uno strato di roccia. Date le grandi pressioni, non appena si finisce di trivellare il gas schizza fuori da solo e occorre solamente "infilarlo" in un tubo e indirizzarlo verso le sue destinazioni finali o nei centri di stoccaggio. Questi ultimi non sono serbatoi come quelli che si costruiscono per contenere il petrolio, ma giacimenti naturali esauriti dove un tempo c'era gas naturale, olio o acqua e che vengono oggi riutilizzati come veri e propri "magazzini" per il gas.

Trattamento

Se il gas che esce dal giacimento è umido, lo si sottopone a un trattamento preliminare per separare il metano dagli altri idrocarburi gassosi come propano, butano ed etano. La separazione viene agevolata dal fatto che il metano ha una temperatura critica (al di sopra della quale un gas non può passare allo stato liquido) molto più bassa. La quantità di gas umidi disponibili sul mercato è molto elevata perché il gas che esce insieme al petrolio è sempre umido. Una volta resi liquidi, i gas umidi vengono immessi in bombole per uso domestico da 10-15 chilogrammi o più grandi per uso industriale. Il metano, invece, viene distribuito attraverso la rete dei metanodotti.

Anche se raramente, in alcuni giacimenti il metano ha bisogno di essere depurato. La più dannosa tra le impurità è senz'altro lo **zolfo** che bruciando produce **anidride solforosa** e in presenza di umidità provoca il fenomeno delle piogge acide, responsabili di malattie polmonari, della rovina delle piante e del deterioramento di qualsiasi cosa sia esposto all'aria aperta. Talvolta il gas estratto contiene anche sostanze preziose, come l'elio, utilizzato per far volare gli aerostati ed elemento indispensabile da mischiare all'ossigeno nelle bombole per subacquei per immersioni profonde. Nonostante la facilità d'estrazione e le qualità di questo combustibile, fino alla fine della seconda guerra mondiale l'impiego del metano è stato molto limitato.

Trasporto del gas

Il trasporto del metano su grandi distanze è iniziato nel 1958 con l'importazione di gas naturale canadese negli Stati

Uniti. Il metano viene trasportato allo stato gassoso per mezzo di **gasdotti**, oppure con **navi metaniere** sulle quali viene caricato allo stato liquido (GNL o Gas Naturale Liquefatto).

I gasdotti permettono il trasporto d'ingenti quantità di gas, direttamente dal luogo di produzione a quello di consumo, senza bisogno di alcuna operazione di carico e immagazzinamento. La scelta del tracciato di un gasdotto si basa sull'analisi di diverse alternative che dipendono dall'impatto ambientale, dalla sicurezza del trasporto e dalla fattibilità tecnico-economica. E' necessario verificare che il tracciato dei gasdotti non interferisca con gli equilibri esistenti e che il gasdotto stesso sia isolato da fenomeni di instabilità, quali, ad esempio, processi di erosione, smottamenti o frane. Individuato il tracciato più comodo e più sicuro, si scava una trincea, dove vengono calati i tubi d'acciaio del condotto precedentemente saldati tra loro. Nella fase di costruzione vengono utilizzate tecnologie avanzate di scavo e di posa delle tubazioni che interferiscono il meno possibile con l'ambiente circostante.

Per prevenire eventuali perdite, su ogni saldatura viene effettuata una radiografia, controllando che sia ben fatta. Contro la corrosione del metallo, la tubatura viene rivestita con bitumi, catrami e resine sintetiche e protetta con apposite apparecchiature elettriche. Infine il metanodotto viene interrato e il terreno viene riportato alle condizioni originarie. La presenza del condotto viene segnalata da una speciale segnaletica. Ogni 100-200 chilometri vengono installate stazioni di compressione che ristabiliscono la pressione sufficiente a far muovere il metano a una velocità di 20-30 chilometri l'ora. Le reti dei metanodotti comprendono anche stazioni di stoccaggio, nelle quali parte del metano viene tenuto a disposizione per eventuali situazioni di emergenza. Come depositi vengono usati preferibilmente i giacimenti esauriti situati presso le aree di maggior consumo. Le loro stesse caratteristiche geologiche garantiscono la massima sicurezza contro eventuali perdite.

Tutta l'Europa è attraversata da lunghi gasdotti di cui non si nota la presenza perché il loro tragitto è sotterraneo, e in questo modo il paesaggio non viene deturpato.

Quando non è possibile effettuare il trasporto tramite metanodotto (perché le distanze da superare sono eccessive o bisogna attraversare un tratto di mare troppo lungo) il metano viene liquefatto e trasportato con navi metaniere.

Attualmente il 25% del metano viene trasportato con questo mezzo. Il metano, liquefatto a -161 gradi centigradi, ha un volume circa 600 volte minore del gas naturale originario. Una metaniera trasporta mediamente 130.000 metri cubi di metano liquefatto che corrispondono a 78 milioni di metri cubi allo stato gassoso. I costi di trasporto con le metaniere sono più elevati perché occorre effettuare diversi trasbordi. Il primo consiste nel trasporto dal giacimento alla costa con un metanodotto. Poi il gas viene liquefatto e caricato su una metaniera, dotata di serbatoi isolati termicamente e di sofisticati sistemi di sicurezza e protezione ambientale. Arrivato a destinazione il GNL viene scaricato nel terminale di importazione, dove viene riscaldato, riportato allo stato gassoso e immesso, dopo aver raggiunto un adeguato livello di pressione, nella rete dei metanodotti. L'impianto in cui il GNL viene riportato allo stato gassoso si chiama rigassificatore. Il processo di estrazione del gas naturale dai giacimenti, la sua liquefazione per il trasporto su navi, la rigassificazione costituiscono la cosiddetta **catena del GNL**.

Il sistema di stoccaggio

Il sistema di stoccaggio del gas naturale consente di modulare l'offerta in relazione alla forte variabilità stagionale della domanda. In inverno il consumo del gas naturale è molto superiore al consumo estivo, mentre la disponibilità di gas naturale è relativamente costante. Il gas naturale prodotto o importato in eccedenza nei periodi estivi viene generalmente immesso nei giacimenti esauriti e può essere estratto durante l'inverno, quando la richiesta di gas è superiore al totale dell'offerta. Il sistema di stoccaggio del gas naturale è effettuato attraverso un insieme integrato di infrastrutture: giacimenti esauriti, impianti di trattamento del gas, impianti di compressione e sistemi di dispacciamento operativo. Lo stoccaggio di gas sotterraneo ha avuto e continua ad avere un ruolo determinante per lo sviluppo del mercato del gas e la sua stabilizzazione. Lo stoccaggio può essere di tipo convenzionale quando si utilizzano giacimenti di produzione di gas esauriti o semiesauriti, di tipo semiconvenzionale quando si usano giacimenti di olio esauriti o acquiferi, di tipo speciale quando è realizzato in cavità ricavate in formazioni saline sotterranee o in miniere di carbone abbandonate. Attualmente in Italia esistono 10 campi di stoccaggio di gas naturale, per una capacità complessiva di 15 miliardi di metri cubi. In Italia i campi di stoccaggio sono costituiti esclusivamente da giacimenti a gas in via di esaurimento. Questa

scelta è dettata dalle caratteristiche geologiche del Paese e dal fatto che l'esaurirsi di alcuni giacimenti ha messo a disposizione strutture adatte a essere convertite a campi di stoccaggio.

Distribuzione

Dai tubi di grande diametro della rete di trasporto nazionale, si diramano migliaia di chilometri di tubazioni più piccole dette "di allacciamento", che trasportano il metano alle industrie e alle abitazioni. Nelle reti cittadine, gestite dalle aziende distributrici, la pressione del metano viene mantenuta a livelli più bassi rispetto alle grandi reti di trasporto per motivi tecnici e di sicurezza. Nel 2014, il 42% del metano distribuito in Italia è stato utilizzato nel settore civile, il 30% nelle centrali termoelettriche per la produzione di elettricità e circa il 24% nell'industria (fonte: Bilancio Energetico Nazionale 2015 - Ministero dello Sviluppo Economico).

Prima di essere immesso nella rete di distribuzione, il metano viene "odorizzato", cioè mescolato con sostanze dall'odore molto forte denominate "mercaptani". In questo modo, l'utente si accorge subito anche di una minima perdita. Infatti, in ambienti confinati (ad esempio in una stanza) il metano, miscelandosi con l'aria e in presenza di un innesco (una fiamma o una scintilla provocata dall'accensione di una luce) si incendia provocando pericolose esplosioni. Per questo, se entrando in casa o in un altro ambiente chiuso sentiamo "puzza" di gas non dobbiamo accendere le luci e tanto meno fuochi, ma aprire porte e finestre (il metano non è un gas tossico) e lasciare che si disperda all'esterno.

Per coloro che non sentono gli odori, sono stati studiati apparecchi in grado di segnalare le eventuali perdite con segnali ottici o acustici. Poiché il metano è più leggero dell'aria questi apparecchi devono essere collocati sempre in alto, vicino al soffitto.

Gli impatti ambientali che possono verificarsi durante le fasi di trasporto e distribuzione sono di due tipi:

- emissioni in atmosfera di gas per perdite incontrollate;
- perdite di acqua e gasolina depositate sul fondo delle pipeline.

Per evitare fuoriuscite di gas, i metanodotti sono sottoposti a continuo monitoraggio e a controlli della pressione lungo tutta la linea di distribuzione in modo da poter segnalare eventuali perdite. Si stima che su una distanza di 4000 km meno dell'1% del gas trasportato viene perso. Solitamente, le perdite sono più elevate nelle reti di distribuzione a bassa pressione, come le reti di distribuzione cittadine, che portano il gas nei centri abitati, perché si tratta spesso di tubazioni vecchie. La sostituzione delle vecchie reti di distribuzione e l'utilizzo di materiali innovativi è la migliore soluzione per ridurre drasticamente le perdite.

Il gas in Italia

Il gas naturale importato in Italia viene immesso nella Rete Nazionale attraverso **sette punti di entrata**, in corrispondenza delle interconnessioni con i metanodotti di importazione (Tarvisio, Gorizia, Passo Gries, Mazara del Vallo, Gela) e dei terminali di rigassificazione GNL (Panigaglia, Cavarzere). Il principale fornitore è la Russia, da cui proviene il 51% del metano importato. Il gas proveniente dalla Russia viene immesso nella rete nazionale nei punti di entrata di Tarvisio e Gorizia. Il secondo maggior esportatore, con il 13%, è la Libia, il cui metano viene immesso nella rete nazionale dal punto di entrata a Mazara del Vallo in Sicilia, a pari merito con l'Algeria (13%). Seguono i Paesi Bassi (8%) e la Norvegia (5%). Infine, il restante 13% proviene da altri paesi. Il gas di produzione nazionale viene immesso nella Rete in corrispondenza dei 51 punti di entrata dai campi di produzione o dai loro centri di raccolta e trattamento; anche i campi di stoccaggio gas sono collegati con la Rete.

La rete di distribuzione raggiunge le città di pianura e molte vallate, dunque la grande maggioranza delle abitazioni riceve il gas naturale direttamente a casa. Il sistema di trasporto di gas naturale in Italia è articolato su due livelli principali. Il primo livello, detto della "distribuzione primaria", riguarda il trasporto su scala nazionale attraverso grandi condotte. Più a valle, un capillare sistema di "distribuzione secondaria" rende disponibile il gas a livello locale. La distribuzione primaria è garantita da una rete di condotte lunga 29.300 chilometri che copre l'intero territorio nazionale,

eccetto la Sardegna. E' in fase di costruzione un nuovo gasdotto, che porterà il gas naturale dall'Algeria all'Italia attraverso la Sardegna. Il nuovo gasdotto, chiamato Galsi (acronimo di Gasdotto Algeria Sardegna Italia), sarà ultimato nel 2018.

Di tutto il gas distribuito in Italia, il 42% viene destinato agli usi civili e circa il 52% a quelli industriali e termoelettrici. La distribuzione secondaria del gas è invece affidata nei diversi contesti ad aziende municipalizzate, agli stessi Comuni o a società private. Le aziende il cui gas viene consegnato alle porte delle città provvedono alla sua distribuzione attraverso proprie reti in oltre 5.000 Comuni, servendo famiglie, utenti commerciali o piccole industrie.

Dismissione degli impianti

Quando un giacimento si esaurisce, segue la fase di smantellamento degli impianti. La dismissione degli impianti consiste nella rimozione in sicurezza del centro olio, delle piattaforme, delle strutture per la compressione e il dispacciamento degli idrocarburi, la rimozione delle teste pozzo e delle condotte di collegamento con i punti di raccolta. Dopo la rimozione degli impianti segue la fase di ripristino ambientale. Per quanto riguarda le aree dove sorgevano i pozzi e il centro olio, queste vengono bonificate e ricondotte alla situazione precedente l'inizio delle operazioni, con la ricostruzione del manto erboso e la piantumazione degli alberi. Per quanto riguarda la dismissione degli impianti offshore, vengono eseguite le operazioni di messa in sicurezza dei pozzi e vengono rimosse le strutture e le condotte che collegavano la piattaforma ai centri di trattamento a terra. Tali operazioni sono molto delicate e richiedono personale specializzato al fine di evitare impatti ambientali. Alla fase rimozione degli impianti, segue l'individuazione di siti idonei per il conferimento dei materiali non riutilizzabili e lo smaltimento finale dei prodotti potenzialmente inquinanti. Un approccio alternativo allo smantellamento e rimozione delle strutture offshore prevede il riutilizzo in loco delle piattaforme dismesse, ad esempio come barriere artificiali. E' stato osservato, infatti, che molte strutture artificiali poste in mare aperto vengono colonizzate dalla macrofauna bentonica e da numerose specie di pesci che trovano un habitat idoneo alla riproduzione. Un'altra possibilità è l'installazione di impianti eolici offshore sulle piattaforme dismesse. Le piattaforme dismesse, infatti, possono fornire un supporto alle pale eoliche e permette di installare gli impianti lontano dalle coste, dove i venti sono più forti e costanti e dove non ci sono problemi paesaggistici. L'opzione di lasciare sul posto le piattaforme dismesse deve essere attentamente valutata dal punto di vista ambientale e legislativo.

Utilizzi

Produzione di energia elettrica

Grazie ai suoi numerosi benefici economici e ambientali, negli ultimi anni il gas naturale si è trasformato nel combustibile fossile preferito per la produzione di elettricità. Negli anni Settanta e Ottanta la produzione energetica era orientata verso il carbone e le centrali nucleari, ma una combinazione di fattori economici, ambientali e tecnologici ha provocato uno spostamento verso il gas.

Centrali a vapore

Il gas naturale può essere utilizzato come combustibile nelle centrali elettriche a vapore per produrre il vapore che, ad alta pressione, mette in moto la turbina che a sua volta fa girare l'alternatore. Per creare vapore ad alta pressione si surriscalda l'acqua in una caldaia: chiudendo ermeticamente il recipiente, il vapore aumenta di pressione per poi fuoriuscire con violenza diretto verso la turbina. Per quanto riguarda il rendimento di tali centrali, circa il 40% dell'energia contenuta nel combustibile viene trasformato in elettricità; il restante 60% viene perso nelle conversioni di energia da chimica a termica, a meccanica, a elettrica.

Centrali a turbogas

Il gas naturale può essere utilizzato anche nelle centrali elettriche a turbogas. Queste sono centrali termoelettriche in cui si sfrutta direttamente l'energia prodotta dalla combustione di metano (o gasolio) e funzionano senza la caldaia per trasformare acqua in vapore e senza condensatore per ritrasformare il vapore in acqua. Le parti che compongono una centrale a turbogas sono:

- **compressore:** aspira l'aria dall'atmosfera, la comprime e la invia alla camera di combustione
- **camera di combustione:** dove avviene la combustione tra l'aria e il combustibile (metano o gasolio)
- **turbina a gas:** la miscela di aria e gas ad alta temperatura entra in una turbina dove l'espansione dei gas combusti mette in rotazione le pale del rotore che a sua volta mette in rotazione l'alternatore generando elettricità

I vantaggi delle centrali a turbogas sono i costi ridotti dell'impianto, la rapidità di avviamento anche in caso di mancanza di energia dalla rete e il fatto che non necessitano di acqua di raffreddamento: è quindi possibile costruire in qualsiasi zona, anche lontano da fiumi e dal mare. Lo svantaggio è il bassissimo rendimento (circa il 30%) e quindi l'altissimo costo dell'energia.

Centrali a ciclo combinato

I sistemi a ciclo combinato e quelli di **cogenerazione** sono le tecnologie più efficienti per produrre l'elettricità da gas naturale. Entrambi utilizzano il calore che normalmente veniva perso. Le centrali a ciclo combinato sfruttano il calore generato per produrre elettricità. In tali sistemi vengono associate una centrale a turbogas e un gruppo a vapore: il calore residuo dei fumi in uscita del gruppo turbogas viene utilizzato per produrre vapore, facendo così aumentare il rendimento fino al 56%. Inoltre le centrali a ciclo combinato hanno minori costi di costruzione e manutenzione, e hanno un'affidabilità di funzionamento maggiore.

La cogenerazione

Tra gli utilizzi innovativi del gas naturale un ruolo di primo piano spetta alla cogenerazione, ovvero la **produzione combinata di energia elettrica e calore**. La cogenerazione è l'uso combinato di un'energia primaria, come il gas naturale, per produrre in sequenza il calore e l'elettricità. Il concetto è basato sul recupero e sull'uso dei residui di calore prodotti durante la generazione di elettricità che nelle altre centrali elettriche sarebbero perse, con conseguente riduzione dell'efficienza rispetto alla cogenerazione.

Ad esempio, un motore alimentato a metano produce elettricità e i fumi di scarico sono poi impiegati come fonte termica, ad esempio per riscaldare l'acqua. Vengono così prodotte in modo combinato energia elettrica ed energia termica che, se invece venissero prodotte da processi di produzione separati, richiederebbero quantità ben maggiori di energia primaria. Si tratta quindi di un processo che ottimizza l'impiego delle risorse energetiche con notevoli benefici economici e ambientali.

Il gas naturale è il combustibile economicamente preferibile nelle applicazioni di cogenerazione industriale e commerciale, soprattutto a causa dei costi fissi e di gestione più bassi e perché è il combustibile fossile più pulito. Una varietà di tecnologie di cogenerazione del gas naturale sono attualmente in uso, compreso le piccole unità preimballate che comprendono tutti i componenti necessari per un sistema di cogenerazione. Questi sistemi sono disponibili nei formati che variano da 2,2 chilowatt a diverse centinaia di megawatt. In questi casi si parla di microgenerazione, intendendo la produzione contemporanea e localizzata di energia termica e di energia elettrica. Grazie allo sviluppo tecnologico di nuove e più efficienti turbine e macchine alimentate a gas naturale, la cogenerazione, un tempo sfruttata solo nella grande industria, sta oggi diffondendosi anche nella piccola e media industria e nel terziario. In particolare, i sistemi di cogenerazione rappresentano una soluzione efficace per ridurre i costi di energia elettrica e di riscaldamento nell'industria cartiera, farmaceutica, alimentare, tessile, nella raffinazione del petrolio, ed in alcune industrie petrolchimiche, così come negli ospedali, nelle università, negli hotel, nei centri di calcolo e nei centri commerciali.

Utilizzi nell'autotrazione

Il gas naturale conosce un sempre crescente successo anche come combustibile per gli autoveicoli. Oggi nel mondo circolano oltre un milione di vetture a gas naturale e le case automobilistiche investono sempre maggiori risorse nella

progettazione di nuovi modelli con questo tipo di alimentazione. Il gas naturale presenta un certo numero di vantaggi rispetto agli altri combustibili per autotrazione: si brucia in modo pulito, costa meno, ha un indice di sicurezza provato, è una fonte di energia abbondante e sicura.

L'Italia è dotata della rete di rifornimento di metano per autotrazione più vasta di tutta l'Unione Europea.

L'impianto a metano

Il funzionamento del sistema a metano per autotrazione è semplice. I veicoli sono solitamente costruiti per essere alimentati sia a metano sia a benzina. Il metano viene caricato allo stato gassoso "compresso" ad alta pressione (200 bar) in bombole apposite situate nel veicolo.

Esso arriva, tramite una speciale tubazione, a un riduttore che alimenta gli iniettori del motore a scoppio a bassa pressione. Vi è poi un sensore di pressione che invia il segnale all'indicatore della quantità di metano ancora disponibile e alla centralina elettronica che comanda gli iniettori di carburante e le valvole di apertura/chiusura delle bombole. La vettura è provvista di un commutatore metano-benzina che può essere attivato quando si vuole.

Il veicolo funziona normalmente a metano, ma, se durante la marcia la pressione del gas nelle bombole scende sotto la pressione minima, il controllo elettronico del motore commuta automaticamente il funzionamento a benzina. Quando, a seguito del rifornimento, si ripristina la pressione nelle bombole, l'auto riprende a funzionare a metano.

Per assicurare il massimo beneficio di riduzione delle emissioni allo scarico, i veicoli a metano devono impiegare un catalizzatore sviluppato appositamente per abbattere gli idrocarburi residui della combustione del metano. Infatti, il metano si ossida con maggiore difficoltà rispetto agli altri idrocarburi ed è pertanto necessario adottare un catalizzatore caratterizzato da un quantità di metalli nobili (che fungono da catalizzatori) più elevata rispetto ai comuni standard.

Utilizzi nel settore industriale

Le industrie fanno ricorso al gas naturale non solo per scaldare o rinfrescare gli ambienti, ma anche per rendere più efficienti, economici ed ecologici i processi di produzione.

I più importanti impieghi produttivi sono:

- **Industria alimentare:** tostatura del malto e del caffè, lavorazione della carne (cottura, stagionatura dei salumi), cottura di prodotti da forno (pane, grissini, dolciumi).
- **Industria metallurgica:** le applicazioni più frequenti riguardano il comparto del ferro e delle sue leghe, ghisa e acciaio; viene utilizzato nei forni per trattamenti termici, nelle lavorazioni in cui vengono richieste atmosfere controllate, ecc.
- **Laterizi e ceramica:** il gas è diffuso soprattutto nella produzione di piastrelle da rivestimento e da pavimento nonché di vasellame e ceramica artistica; nell'ambito dei laterizi (mattoni, tegole) i forni di essiccazione e di cottura a gas naturale consentono di conferire ai prodotti un aspetto estetico più gradevole di quello ottenibile con altre tecniche; l'impiego del gas ha reso possibile lo sviluppo del ciclo "a cottura rapida", che consente una notevole riduzione dei tempi produttivi.
- **Vetro:** l'assenza dei residui di combustione e la facilità di regolazione della temperatura rendono il gas particolarmente adatto all'alimentazione dei forni a ciclo continuo per la produzione vetraia sia "a lastre" sia "cava".
- **Oreficeria:** in virtù della sua flessibilità di utilizzo e purezza di fiamma, il gas naturale è ampiamente utilizzato per la costruzione e la saldatura di oggetti preziosi
- **Tessitura:** il gas naturale fornisce l'energia necessaria alla rasatura del pelo o delle pezze e al termofissaggio.
- **Carta:** si ricorre al metano per l'essiccamento veloce degli inchiostri.

Altri utilizzi

Utilizzi nel settore commerciale

Il consumo commerciale del gas riguarda il raffreddamento (condizionamento e refrigerazione), i servizi di ristorazione (nella cucina), i motel e gli hotel (riscaldamento di ambienti), gli ospedali, i cantieri edili pubblici e le vendite al dettaglio. In virtù dei loro elevati standard di efficienza energetica, i condizionatori a gas naturale costituiscono l'alternativa più valida ai tradizionali sistemi elettrici e vengono impiegati tanto per garantire alti livelli di comfort negli edifici civili (abitazioni, ospedali, alberghi, palazzi-uffici) quanto per assolvere alle diverse necessità del settore industriale (condizionamento degli ambienti di lavoro, processi produttivi, conservazione degli alimenti, ecc.).

Le cucine a gas sono molto diffuse nei servizi di ristorazione; con esse è possibile dosare in modo ottimale il calore variando l'intensità della fiamma; inoltre, durante la cottura in forno la combustione del metano libera del vapore acqueo che ammorbidisce gli alimenti evitandone l'essiccazione. Tali caratteristiche, oltre alla garanzia di continuità della fornitura, fanno del metano il combustibile più apprezzato sia nell'uso domestico sia in quello professionale.

Utilizzi nel settore residenziale

L'uso più comune del gas naturale è quello **residenziale** (cucine a gas, riscaldamento, acqua calda), in quanto non soltanto è il più pulito di tutti i combustibili fossili, ma anche quello più conveniente grazie a costi di gestione delle apparecchiature significativamente più bassi.

Le previsioni future indicano un incremento del 30% del consumo residenziale di gas nel 2020. Il principale uso residenziale del gas naturale riguarda il riscaldamento di ambienti.

Il 35% delle famiglie italiane usufruisce di sistemi di riscaldamento centralizzato che forniscono calore a più unità immobiliari.

La generazione distribuita

Da anni si parla di "generazione distribuita" e di "autoproduzione di energia", ovvero della produzione di energia nelle immediate vicinanze dei luoghi di utenza. Negli ultimi tempi molti segnali hanno reso sempre più rilevanti ed attuali tali concetti:

- la liberalizzazione dei mercati del gas e dell'energia elettrica;
- l'incapacità dell'offerta dell'energia elettrica di soddisfare i picchi di fabbisogno e il conseguente ricorso al black out programmato;
- il problema del contenimento delle emissioni di inquinanti in atmosfera;
- la spinta comunitaria verso i sistemi di produzione di energia che utilizzino fonti rinnovabili o migliorino l'efficienza nell'uso delle fonti fossili;

la possibilità, producendo energia nelle immediate vicinanze degli utilizzi, di prevedere la cogenerazione, che porta a un'efficienza energetica migliore, a ridotte perdite di trasmissione e distribuzione e a una sensibile riduzione delle emissioni in atmosfera;

- costi di investimento contenuti date le ridotte dimensioni dei singoli impianti;
- possibilità di elettrificazione di aree remote;
- possibilità di rendere un Paese meno sensibile alle fluttuazioni di valore dei combustibili fossili.

E' chiaro pertanto che è sempre più di primaria importanza affiancare la produzione centralizzata di energia con impianti di piccola potenza (per esempio di microgenerazione) dislocati sul territorio e realizzati con tecnologie che coniughino buone efficienze e basse emissioni con economicità di investimento e un'ottima affidabilità.

Idrati di metano

Un ghiaccio particolare

Agli inizi degli anni '90, negli ambienti di ricerca sulla geologia marina si cominciò a parlare di una sostanza particolare, presente sui fondali oceanici: si trattava delle prime notizie sugli idrati di metano, che fino ad allora avevano ricevuto pochissima attenzione, in quanto ritenuti poco più di una curiosità geologica e privi di qualunque valore commerciale. Il metano cosiddetto biogenico viene rilasciato da processi di decomposizione della sostanza organica e si accumula all'interno dei sedimenti, dove può concentrarsi ed eventualmente risalire verso la superficie. Se la superficie è un fondale marino, il gas che si libera si combina con l'acqua fredda delle profondità abissali a formare una sorta di "ghiaccio". Le molecole di acqua cristallizzano formando strutture "a gabbia", all'interno delle quali si trovano intrappolate densità. Ghiacciando, l'acqua comprime il gas e il composto assume un'elevatissima densità. Chimicamente, gli idrati di metano sono costituiti da una molecola di metano e 6 di acqua ($\text{CH}_4\text{6H}_2\text{O}$) e appartengono alla famiglia dei "clatrati", particolari composti in cui la normale struttura cristallina del ghiaccio si altera a formare celle chiuse "a gabbia". Perché questo processo avvenga, sono necessari due fattori concomitanti: una bassa temperatura (-15°C) e un'elevata pressione ambientale (20 bar, corrispondenti ad una profondità marina di poco meno di 200 m), oltre che, naturalmente, una grande disponibilità di metano e di molecole di acqua.

Dove si trovano

Per le particolari condizioni in cui questi composti si formano e rimangono stabili, la loro presenza è limitata a tre ambienti: i fondali oceanici, i terreni interessati da permafrost e i ghiacci polari più profondi. Le condizioni più favorevoli alla formazione di idrati di metano si realizzano su grande scala sui fondali marini, dove si rinvencono a profondità comprese tra i 300 e i 3.000-4.000 m. Al di sopra di questa profondità la pressione non è sufficiente alla formazione di idrati di metano, al di sotto, dove sono ottimali le condizioni di pressione e temperatura, scarseggia la sostanza organica che origina il metano: manca, quindi la "materia prima". Per questo, i depositi di idrati di metano sembrano concentrarsi lungo la scarpata continentale che separa la piattaforma continentale dalle piane abissali profonde: qui si concentrano grandi quantità di sedimenti, spesso ricchi di sostanza organica, che scivolano dai continenti verso il mare aperto lungo le scarpate. Tuttavia, se le temperature sono molto basse, gli idrati di metano si possono formare anche a pressioni meno elevate, come, per esempio, su fondali meno profondi (nelle zone polari) o nei terreni gelati del permafrost, come in vaste zone dell'Alaska e della Siberia. Le maggiori quantità di idrati di metano si trovano comunque negli oceani. Occupano gli spazi porosi nei sedimenti, per uno spessore di qualche centinaio di metri. A profondità più elevate all'interno dei sedimenti dove la temperatura aumenta a causa del gradiente geotermico, gli idrati di metano si dissociano in acqua e metano allo stato gassoso e come nei normali giacimenti costituiscono una sorta di "crosta" che racchiude metano allo stato gassoso.

Come si comportano

Costituiti da "gabbie" di ghiaccio che intrappolano molecole gassose, gli idrati di metano sono composti stabili solo quando si verificano condizioni di elevate pressioni e temperature molto basse. Se aumentano le temperature o si riducono le pressioni, il ghiaccio fonde e il metano si libera in forma gassosa: la sopravvivenza degli idrati di metano a pressione e temperatura ambiente è di pochi secondi. Per questo anche solo il semplice prelievo di campioni di questa sostanza è molto difficile, poichè, riportato in superficie, la maggior parte del metano si disperde e solo una minima parte può essere recuperata sotto forma di solido. Questa caratteristica è una delle principali limitazioni all'estrazione del metano immagazzinato sotto questa forma e anche una delle possibili fonti di gravi problemi ambientali legati al suo utilizzo. La fusione del ghiaccio contenuto negli idrati dei fondali oceanici può avvenire per diverse cause, ma la principale è sicuramente un aumento della temperatura dell'acqua. La liberazione del metano in forma gassosa provoca la formazione di bolle di gas che risalendo si espandono e, una volta raggiunta la superficie, si disperdono nell'atmosfera. Questo origina un caratteristico "ribollimento" delle acque interessate dal fenomeno.

Il metano: un combustibile “pulito”

Tra i combustibili fossili, il metano sembra attualmente essere quello che vedrà un crescente utilizzo nel prossimo futuro, grazie alla sua relativa abbondanza e grazie al fatto di essere relativamente "pulito". La sua molecola è costituita da 4 atomi di idrogeno e uno di carbonio (CH₄): bruciando, è l'idrocarburo che libera la minor quantità di carbonio per questo è meno dannoso per l'ambiente. Produce emissioni di CO₂ inferiori del 25% rispetto alla benzina, del 16% rispetto al Gpl, del 30% rispetto al diesel e del 70% rispetto al carbone. La sua capacità di formare ozono è inferiore del 80% rispetto alla benzina e del 50% rispetto a gasolio e Gpl. Inoltre, le emissioni della combustione non contengono residui carboniosi, benzene e polveri ultrasottili PM10, a differenza di benzine e gasolio. Tra tutti i combustibili fossili, il metano è sicuramente il più "ecologico". Si prevede che il suo utilizzo sia destinato ad aumentare grandemente nel prossimo futuro.

Le riserve di gas naturale di origine "geologica" sono stimate sufficienti per 60-70 anni e sono in massima parte concentrate nelle regioni del Golfo Persico.

Quantità decisamente minori vengono attualmente ricavate dai prodotti di scarto della produzione zoo-agricola, con l'utilizzo di digestori anaerobi che permettono di produrre metano dai liquami animali. Altre piccole quantità si possono ricavare dal metano autoprodotta nelle miniere di carbone dismesse, che sfruttano il gas prodotto naturalmente e nel contempo ne impediscono la dispersione nell'ambiente.

Immense riserve

Gli idrati di metano potrebbero essere la fonte di energia del futuro. Un metro cubo di idrati di metano può contenere da 160 a 180 m³ di metano gassoso. Si calcola che sui fondali marini e nelle zone di permafrost siano presenti più di 100.000 milioni di miliardi di metri cubi di metano, intrappolati sotto forma di idrati. Alcune stime valutano in 5×10^{13} m³ le "riserve" contenute nel permafrost dell'Alaska e della Siberia e in $5-25 \times 10^{15}$ m³ quelle contenute nei fondali oceanici. La quantità sfruttabile potrebbe quindi essere di almeno due ordini di grandezza superiore rispetto alla quantità di metano presente sul pianeta e fornirebbe circa il doppio dell'energia ricavabile da tutti i depositi di combustibili fossili oggi conosciuti.

Limiti degli idrati di metano

Lo sfruttamento di tali quantità di gas naturale oggi non è possibile: le attuali tecnologie non sono ancora in grado di prelevare gli idrati e di estrarne il gas senza disperderlo nell'ambiente. Il primo problema da risolvere è l'individuazione dei giacimenti. La ricerca degli idrati di metano utilizza metodi geofisici che sfruttano la proprietà dei livelli ricchi di idrati di riflettere le onde sismiche. Appositi sistemi (in genere "cannoni" ad aria compressa, per le indagini in mare) provocano la propagazione di onde sismiche che, attraversando le rocce sotto ai fondali, vengono riflesse da particolari livelli (i cosiddetti *Bottom Simulating Reflectors*). Questo avviene anche per i livelli ricchi di idrati: se ne ricavano così i cosiddetti "profili sismici", delle vere e proprie "ecografie" delle rocce che costituiscono i fondali. L'Italia è all'avanguardia in questo tipo di ricerche, portate avanti dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale con la nave da ricerca OGS-Explora. Il secondo problema è che si sa ancora molto poco su questi composti: gli studi attualmente proseguono sia a scopo di ricerca scientifica, che a scopo commerciale. L'Istituto GEOMAR di Kiel, uno dei maggiori istituti di ricerca marina, ha messo a punto un laboratorio dove sono state ricreate le condizioni di temperatura e pressione necessarie alla sopravvivenza degli idrati di metano: questi possono quindi essere studiati in laboratorio e in condizioni controllate. Altri istituti di ricerca, come il Brookhaven National Laboratory (USA), stanno conducendo esperimenti sulla creazione di queste sostanze in laboratorio. Per quanto riguarda la ricerca commerciale, nel marzo del 2005 si è svolta una spedizione finanziata dal Dipartimento dell'Energia statunitense e dalla compagnia petrolifera Chevron-Texaco. In 35 giorni trascorsi nel Golfo del Messico, sono stati studiati e prelevati campioni di idrati a 1.300 m di profondità, con l'ausilio anche di minisommersibili. Test di laboratorio permetteranno di comprendere in che modo si possa ottenere la liberazione del metano imprigionato nel ghiaccio recuperandone la maggior quantità possibile e senza dispersioni nell'ambiente: le tecnologie estrattive, infatti, dovranno permettere la dissociazione e il recupero del gas direttamente nei sedimenti.

Idrati e cambiamenti del clima

Il metano è molto più opaco all'infrarosso della CO₂ e di conseguenza produce un effetto serra 20 volte superiore a quello dell'anidride carbonica. Si tratta di un gas il cui effetto sull'atmosfera è molto più pericoloso della CO₂: i suoi effetti sono poco importanti perchè, per il momento, si trova in quantità molto ridotte. Testimonianze geologiche nelle carote di ghiaccio antartico mostrano comunque che a periodi di clima più caldo sono sempre associati aumenti della concentrazione di metano nell'atmosfera. Lo sfruttamento degli idrati di metano potenzialmente espone al pericolo di liberare grandi quantità di metano, accidentalmente o come conseguenza indesiderata del processo estrattivo. Quello che è necessario evitare è che lo sfruttamento di questa immensa fonte energetica possa avvenire in modo irresponsabile: la liberazione di grandi quantità di metano potrebbe causare un aumento dell'effetto serra e, di conseguenza, un riscaldamento degli oceani. Questo porterebbe alla fusione di grandi quantità di idrati sui fondali, nei terreni a permafrost e nei ghiacci polari e un'ulteriore liberazione di metano, innescando così una serie di processi i cui effetti finali sono difficilmente prevedibili. Il contributo dell'uomo all'effetto serra, considerando di bruciare tutti i combustibili fossili a nostra disposizione, sarebbe "soltanto" di 200 miliardi di tonnellate di CO₂: nulla a confronto con la possibilità che dagli idrati si liberino "spontaneamente" 10.000 miliardi di tonnellate di metano! Inoltre i sedimenti delle scarpate continentali, in assenza di idrati, sarebbero costituiti da materiali incoerenti e instabili. La fusione degli idrati potrebbe verosimilmente provocare l'innesco di fenomeni franosi, anche su larga scala, nelle aree soggette a prelievi.

Uno sguardo al passato

Alcune evidenze geologiche mostrano che si sono verificate "crisi" climatiche su grande scala, che hanno modificato la distribuzione delle forme viventi sulla Terra. Recenti ricerche geologiche e paleontologiche sembrano dimostrare che in almeno una di queste crisi il ruolo giocato dagli idrati di metano potrebbe essere stato molto importante.

55 milioni di anni fa, tra il Paleocene e l'Eocene, sul nostro pianeta si è verificata una catastrofe climatica e ambientale di enormi proporzioni, nota ai ricercatori come il **Massimo Termico Paleocene-Eocene** (o PETM, *Paleocene-Eocene Thermal Maximum*).

Il riscaldamento globale, che ha interessato tutto il pianeta, ha portato sulla terraferma a migrazioni di animali dalle zone subtropicali alle alte latitudini, mentre il 70% degli esseri viventi sui fondali marini è scomparso. Per cause non ancora comprese (ma probabilmente dovute ad un periodo di intensa attività vulcanica), si è verificato un riscaldamento degli oceani, a causa del quale grandi quantità di metano si sono liberate dai fondali marini e si sono poi disperse nell'atmosfera. Si parla di miliardi di tonnellate di gas liberate nel giro di qualche millennio, forse anche di qualche secolo. La fusione degli idrati ha reso instabili le scarpate continentali che, franando e scivolando, hanno liberato altro metano creando un processo ciclico che si è autoalimentato per un periodo durato 80.000-200.000 anni.

L'effetto serra provocato dal metano liberato ha ulteriormente riscaldato gli oceani, provocando la liberazione di altro metano e una riduzione dell'ossigeno disciolto nelle acque marine, con gravi danni per la vita marina. L'analisi di sedimenti marini e del loro contenuto paleontologico ha portato, negli anni '90, a stimare un riscaldamento degli oceani di 8-10°C. Questo ha modificato la circolazione oceanica e la circolazione atmosferica, provocando intense modificazioni climatiche, oltre che l'estinzione di numerose forme di vita.

Altre "crisi" di questo genere sono documentate nella storia geologica della Terra 250 milioni di anni fa, nel Permiano o all'inizio del Giurassico. Per questi eventi così lontani nel tempo, non esistono prove geologiche che dimostrino una relazione con gli idrati di metano. In un passato più recente, invece, l'analisi dei sedimenti oceanici e lo studio della presenza di batteri che si nutrono di metano, mostra che in diverse parti del mondo ai periodi più caldi dell'ultimo periodo glaciale corrisponde sistematicamente la presenza di grandi quantità di metano emesse dai fondali marini (70.000 - 12.000 anni fa).

Alcuni scienziati che studiano il problema del riscaldamento globale, considerano che un aumento della temperatura del nostro pianeta possa innescare, a sua volta, una liberazione improvvisa del metano contenuto negli idrati.

Altre conseguenze

Gli idrati di metano, ora che sono stati scoperti, stanno dimostrando di essere presenti sui fondali marini in quantità

enormi. Come già accennato, alcuni ricercatori ipotizzano che proprio gli idrati di metano costituiscano il "collante" che permette la stabilità dei sedimenti depositati lungo le scarpate continentali. La rapida fusione degli idrati di metano avrebbe, quindi, come effetto immediato la destabilizzazione dei sedimenti accumulati lungo le scarpate continentali. Questo potrebbe innescare fenomeni di franamento sottomarino, anche su scala molto grande, che a loro volta potrebbero provocare la propagazione di onde anomale.

Cosa si può fare oggi?

Le conoscenze sugli idrati di metano, sul loro comportamento e sulla loro distribuzione, e i dati geologici del passato suggeriscono una grande cautela nella corsa all'utilizzo di questi composti per la produzione di metano. Lo sfruttamento di queste enormi riserve energetiche potrebbe risolvere temporaneamente molti problemi energetici e aiutarci nella difficile fase di passaggio dall'uso di combustibili fossili all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili. Tuttavia, i rischi ambientali legati ad uno sfruttamento indiscriminato e non rispettoso dell'ambiente appaiono molto grandi. Lo sfruttamento commerciale deve quindi essere rimandato fino al momento in cui le tecnologie ci possano mettere al riparo dal rischio più grave, quello della liberazione di grandi quantità di metano in mare e nell'atmosfera. Ricordiamo anche il possibile rischio di innescare grandi franamenti sottomarini su vasta scala.

La presenza di composti dalle caratteristiche così particolari e instabili, così sensibili a variazioni anche minime di temperatura, ci mette comunque in guardia per quanto riguarda il contributo dell'uomo all'effetto serra: è vero che i dati geologici dimostrano che cambiamenti climatici a grande scala e "crisi" ambientali e climatiche a livello planetario si sono verificate nel passato geologico, anche senza alcun intervento da parte dell'uomo, ma il nostro comportamento potrebbe dare un contributo decisivo all'innescare di questi processi che, una volta iniziati, risulterebbero irreversibili.

Ambiente e territorio

Impatti e tutela dell'aria

L'estrema versatilità fa del metano uno dei combustibili più facili da usare, mentre la scarsa presenza di elementi inquinanti ne fa un combustibile "a basso impatto ambientale". Bruciando, il metano produce comunque anidride carbonica e ossidi di azoto (NO_x), ma in misura minore rispetto agli altri combustibili. Inoltre, il carbone e i derivati del petrolio producono anche ossidi di zolfo e anidride solforosa (SO_2), altri due inquinanti dannosi per l'uomo e l'ambiente. A volte il gas naturale può anche essere bruciato insieme a carbone o petrolio (si parla di *co-firing*): questo processo può ridurre significativamente le emissioni di SO_2 e NO_x .

La cogenerazione poi, permette di consumare il 25% in meno di energia rispetto a un impianto tradizionale e di ridurre dell'1% le emissioni di SO_2 e della metà quelle degli NO_x , rispetto a un impianto a base di carbone o di petrolio, anche se questo utilizza apparecchiature antinquinamento.

Per quanto riguarda, in particolare, l'anidride carbonica, l'Agenzia Internazionale per l'Energia (IEA) ha valutato che, a parità di energia prodotta, le emissioni di anidride carbonica provocate dalla combustione del metano sono inferiori del 25% e del 40% rispetto a quelle prodotte dalla combustione dei derivati del petrolio e del carbone.

Infine, il metano ha il vantaggio di essere quasi "invisibile" sia in fase di trasporto terrestre che, soprattutto, di distribuzione nelle città (è trasportato dentro tubi interrati e solo le centrali di pompaggio sono a livello suolo), un pregio che poche altre fonti energetiche possono vantare.

Inoltre, presentandosi allo stato gassoso a temperatura ambiente (20 gradi centigradi), in caso di perdite durante il trasporto, si disperde nell'aria e non sporca né inquina le acque e il suolo.

Il metano può essere però dannoso per l'ambiente se si disperde allo stato naturale perché è uno dei cosiddetti "gas serra". Ovvero, una volta raggiunta la parte più alta dell'atmosfera si ferma e vi rimane per molti anni, contribuendo a formare quello strato di gas che, impedendo al calore solare riflesso dalla terra di disperdersi, provoca l'innalzamento della temperatura terrestre ("effetto serra" per l'appunto). Per questo motivo è importante che il metano sia trasportato riducendone al minimo, se non azzerandone, le perdite: oltre allo spreco di una risorsa preziosa, infatti, si corre il rischio di contribuire a un fenomeno potenzialmente pericoloso per l'umanità.

Il gas flaring e il gas venting

In un giacimento di petrolio, all'olio è quasi sempre associata una certa quantità di metano: i pozzi di più moderna concezione sono predisposti per il recupero del gas, insieme al petrolio, e il gas è quindi un'ulteriore risorsa del giacimento. Tuttavia, il recupero del gas presuppone che vi siano anche le infrastrutture necessarie al suo trasporto ai luoghi di consumo: queste strutture, costose e non sempre facili da realizzare, non vengono messe in opera se le quantità di gas ricavato dal giacimento come prodotto "secondario" sono limitate, in quanto i costi delle strutture sarebbero superiori ai possibili ricavi. Si pone quindi il problema di cosa fare del gas prodotto in eccesso.

Con il termine *gas flaring* si indica la combustione del gas (senza recupero energetico) attraverso una torcia che svetta, con una fiamma perenne, sulla sommità delle torri petrolifere. Tale pratica ha portato a bruciare ingentissime quantità di gas, con conseguente produzione di enormi quantità di anidride carbonica, ma anche di anidride solforosa e protossido di azoto, che hanno contribuito notevolmente all'inquinamento atmosferico del pianeta. Per rendersi conto del problema a livello planetario, basta osservare la Terra in un'immagine da satellite notturna: i fuochi che ardono in corrispondenza delle principali aree petrolifere sono un'evidenza che non passa inosservata! Si pensi che ancora oggi in Italia (dove questa pratica è molto limitata, sia per il minor numero di giacimenti di petrolio rispetto a quelli a gas, sia perchè si cerca di utilizzare tutto il gas prodotto) ogni anno dal *gas flaring* viene prodotto 1 milione di tonnellate di anidride carbonica, mentre un Paese come la Nigeria, dove il *gas flaring* è ancora molto utilizzato, se ne producono qualche centinaio di milioni di tonnellate!

Oltre alla pratica del *gas flaring*, esiste anche quella del *gas venting*. Per *gas venting* si intende il rilascio di gas incombusti in atmosfera, finalizzato spesso a garantire le condizioni di sicurezza nel corso delle varie lavorazioni e dei processi di trattamento. Le emissioni da *gas venting* sono costituite da metano, anidride carbonica, composti organici volatili, composti solforati e impurità gassose. I gas da venting possono, in molti casi, essere bruciati invece di essere dispersi come tali. In questo modo si riduce parzialmente l'impatto ambientale in termini di gas serra, perché i gas vengono ossidati a CO₂, che ha un potenziale di riscaldamento globale 21 volte inferiore rispetto al metano.

Attualmente, queste pratiche sono soggette a fortissime restrizioni, sia per una questione economica (il gas prodotto può essere venduto e consumato, invece di venire sprecato!) sia, soprattutto, per una questione ambientale. Sulla base del protocollo di Kyoto, sono previsti incentivi per la realizzazione di impianti a basso impatto ambientale che permettano, nel contempo, di non sprecare una risorsa preziosa. Nei Paesi più industrializzati l'abbandono di questa procedura è stato quasi totale ed immediato, poiché il gas prodotto è una risorsa importante e le infrastrutture per l'utilizzo sul posto non sono difficili da realizzare, mentre diverso è il discorso per molti Paesi in via di sviluppo, dove è molto meno sentita la necessità di utilizzare il gas sul posto, mentre elevatissimi sono i costi del suo trasporto altrove. Per questo, si cerca di incentivare pratiche più facilmente attuabili e meno costose, come, per esempio, la reimmissione nel giacimento per aumentarne la pressione e quindi il rendimento, la liquefazione del gas in loco in piccoli impianti, la produzione sul posto di energia elettrica, la distribuzione del metano alle adiacenti aree urbane, l'utilizzo per l'autotrazione, ecc... mentre operazioni costose, come la realizzazione di metanodotti, vengono effettuate solo quando le quantità di metano così prodotto giustifichino gli elevati costi.