

Impianti industriali strategici per la sicurezza energetica: gli stoccaggi sotterranei di gas naturale

Ing. Romualdo Marrazzo

VAL-RTEC, ISPRA

Comando Carabinieri per la Tutela dell'Ambiente e per la Transizione Ecologica

Programma di aggiornamento per CCTATE. SEMINARIO "Ispezioni e autorizzazioni ambientali"

27 aprile 2023

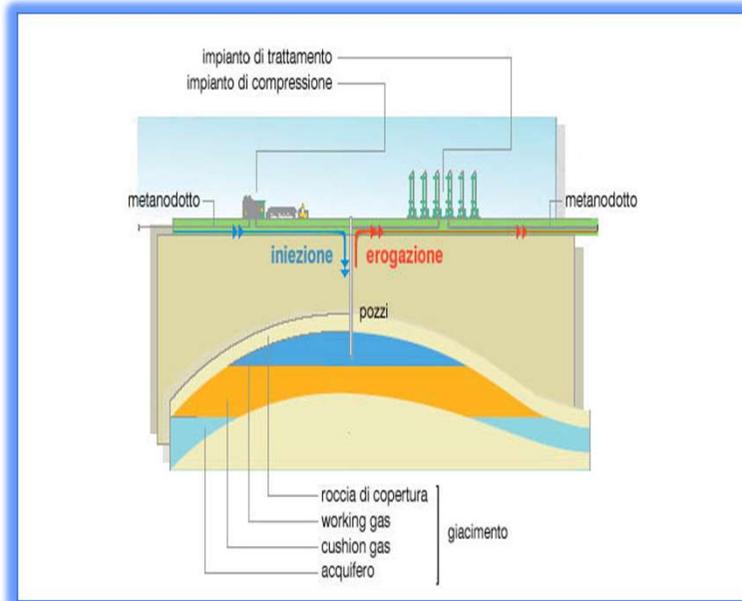
Programma e tematiche

1. Lo stoccaggio sotterraneo di GN: principi base
2. Linee Guida per la valutazione dei Rapporti di Sicurezza: principali contenuti
3. Conclusioni e sviluppi futuri

1. Lo stoccaggio sotterraneo di GN: principi base

Gli stoccaggi sotterranei di gas naturale

I siti di stoccaggio attivi in Italia sono *Giacimenti di produzione di gas esauriti o in via di esaurimento*: strutture naturali in cui il gas era intrappolato e che, una volta **terminata la fase di sfruttamento primaria, sono convertiti in stoccaggio** adeguando il sistema di pozzi esistenti e realizzando nuovi pozzi con gli idonei impianti di superficie



Questa tipologia di stabilimenti sono caratterizzati da:

- **Impianti di superficie** (impianti di compressione e trattamento)
- **Giacimento** “sistema naturale” di stoccaggio
- **Pozzi** che connettono il giacimento agli impianti di superficie
- **Linee** di interconnessione

Gli stoccaggi sotterranei notificati in Italia

L'attività di stoccaggio consiste nell'immagazzinamento del gas in strutture geologiche sotterranee e il successivo prelievo in funzione delle richieste del mercato e per garantire il mantenimento di riserve "strategiche" del paese



12 Stabilimenti operativi dislocati in quattro diverse Regione d'Italia Lombardia, Veneto, Emilia Romagna e Abruzzo.

Linee Guida per la valutazione dei Rapporti di Sicurezza

- **INFORMAZIONI RELATIVE ALLO STABILIMENTO**

Descrizione **attività**: giacimento, impianto di compressione trattamento, cluster, pozzi isolati.
Descrizione **struttura organizzativa**: organizzazione, telecontrollo impianti, organizzazione in emergenza .

- **INFORMAZIONI SULLA CLASSIFICAZIONE E ASSOGGETTABILITA' DELLO STABILIMENTO**

Distinzione tra **quantitativi presenti** in stoccaggio e hold up nel giacimento (Cushion Gas e Working Gas) impianti di superficie, quantitativi presenti nei singoli impianti, quantitativi altre sostanze presenti

- **SICUREZZA DELLO STABILIMENTO**

Rischio: perdita di integrità del **giacimento** e perdite da pozzo, gestione **pozzi**, **flowlines** di collegamento, formazione **idrati**, **Natech**

- **IDENTIFICAZIONE DEGLI EVENTI INCIDENTALI**

Analisi **Esperienza storica** incidentale, analisi preliminare **unità critiche** di superficie

- **STIMA DELLE FREQUENZE DI ACCADIMENTO**

Stima della **frequenza di accadimento**: degli eventi incidentali tramite albero dei guasti o banche dati e degli scenari incidentali tramite albero degli eventi

- **VALUTAZIONE DELLE CONSEGUENZE**

Individuazione dei **termini sorgente** dell'evento incidentale, valutazione della **dinamica del rilascio** e calcolo della portata di efflusso. **Stima delle conseguenze** , valutazione delle **distanze di danno** tramite modelli matematici

- **SISTEMI DI SICUREZZA**

Misure di protezione da fulminazioni, **sistemi di blocco** atti a garantire la sicurezza degli impianti e dello stabilimento. **Misure antincendio**.

https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/rischio_industriale/Linea_Guida_Stoccaggi_Gas_ottobre2018.pdf

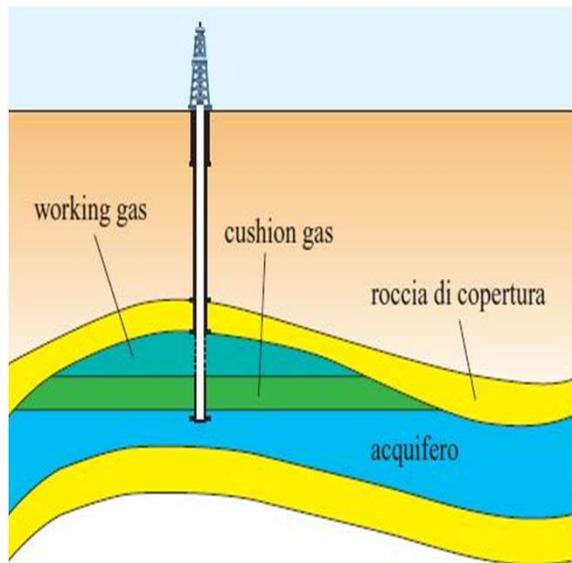
2. Linee Guida per la valutazione dei Rapporti di Sicurezza: principali contenuti

Rischio di perdita di integrità del giacimento: il modello geo-meccanico

Due sono gli aspetti relativi alla **sicurezza del giacimento**:

- Il modello geo-meccanico di giacimento fornisce **valutazioni di tipo quantitativo sulla pressione limite** con cui si può svolgere l'attività di stoccaggio in condizioni di sicurezza.
- Il monitoraggio di **pressione, microsismicità e deformazione del suolo** indicano il mantenimento dello **stato del giacimento** in condizioni di sicurezza durante l'attività di iniezione ed erogazione

Profondità 1000-2000 m

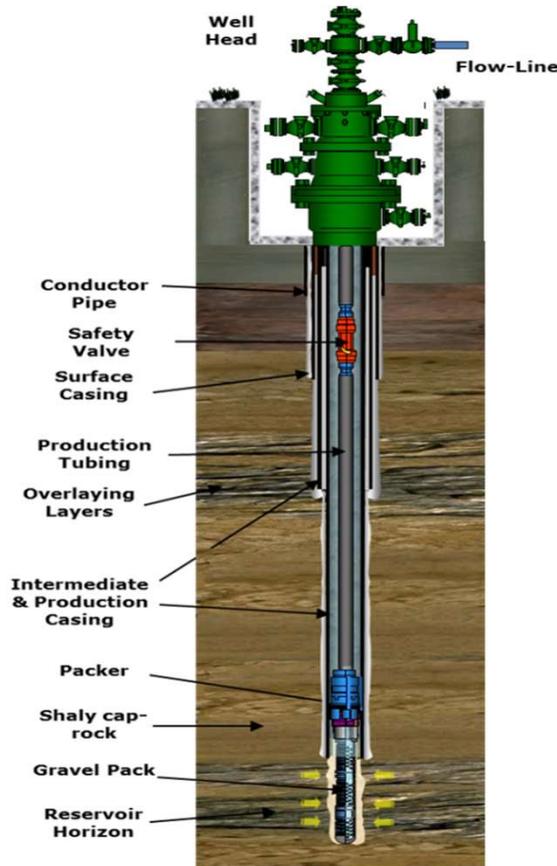


Rischio di perdita di integrità del giacimento e dei pozzi

Il pozzo è costituito da tubi di acciaio “*casing*” e da un riempimento di cemento.

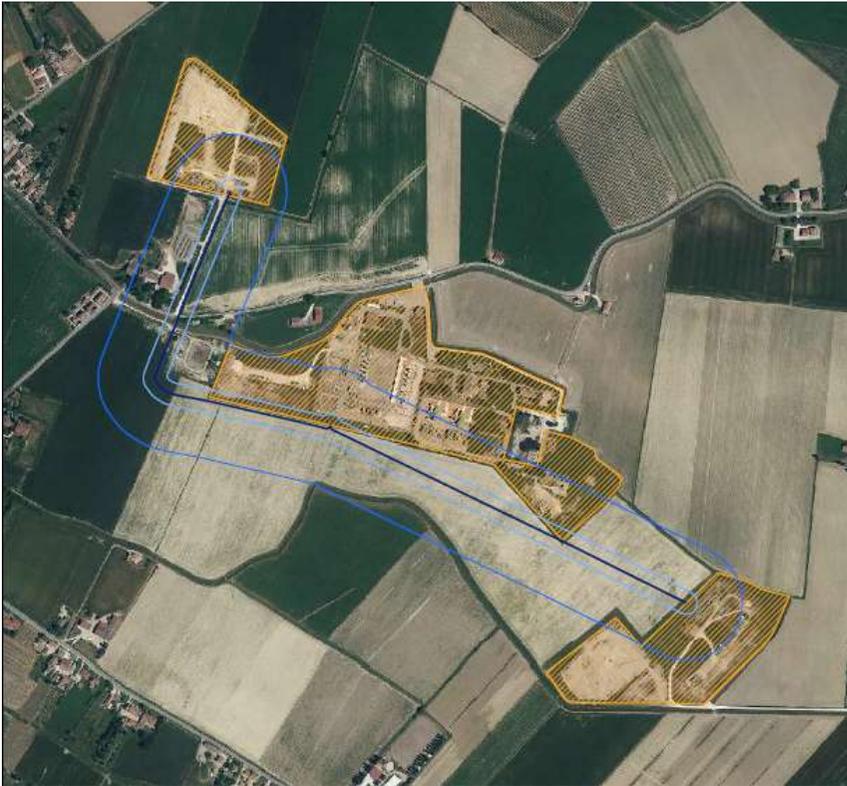
Rischi che possono determinare anomalie con fuoriuscita di gas riguardano:

- ❑ l'inefficace tenuta per infiltrazione dalla cementazione del *casing*
- ❑ rischio di eruzione (blow out) del pozzo anche durante le operazioni di manutenzione



Sicurezza delle flow lines di collegamento

Condotte di collegamento, esterne alle recinzioni impianti, tra le aree pozzi/cluster e le centrali



In Italia si applica la **Norma dei metanodotti** (decreto 2008) che stabilisce le **distanze minime di sicurezza** nei confronti di nuclei abitati:

➤ **100 m** per condotte con pressioni massime di esercizio **superiore a 24 bar**

LG indica che è importante la **descrizione dei percorsi** e delle caratteristiche costruttive delle **flowlines**, dei sistemi di **intercettazione e blocco** e dei dispositivi per la **messa in sicurezza** delle stesse.

Sicurezza NaTech: Eventi geofisici, ceraunici e dissesti idrogeologici

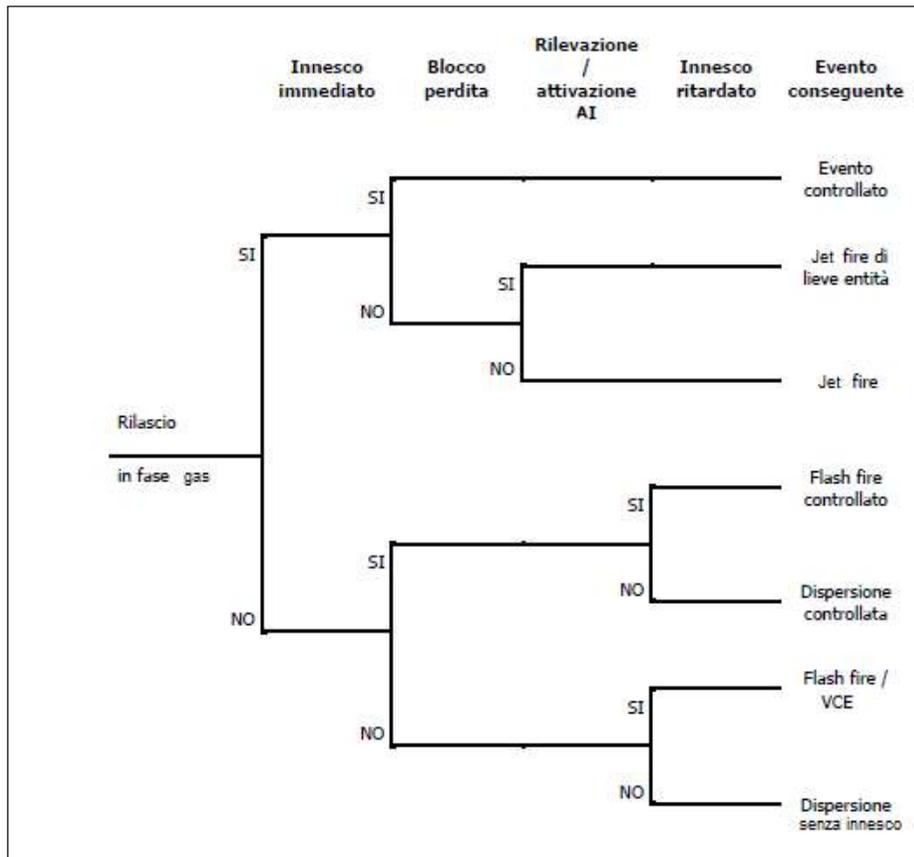
L'analisi dei rischi Na-tech evidenzia ad esempio, alla luce delle conclusioni delle verifiche effettuate **se parti di impianto non risultano sufficientemente sicure**

LG individua:

- ❑ le azioni da porre in essere mediante **l'implementazione di un piano di adeguamento** per rendere sicuro lo stabilimento.
- ❑ nelle more del completamento degli interventi di adeguamento di procedere alla **valutazione dei rischi con l'individuazione dei possibili scenari incidentali credibili**, e delle relative aree di danno
- ❑ **misure di prevenzione/protezione** che permettono la messa in sicurezza dell'impianto.



Stima delle frequenze degli scenari incidentali (Albero degli eventi)



LG evidenzia i valori di **probabilità di innesco** da riportare nell'albero degli eventi, ai fini del calcolo delle **frequenze di accadimento** degli scenari incidentali, devono essere **pertinenti alla realtà in esame** oppure stimati cautelativamente a favore di sicurezza

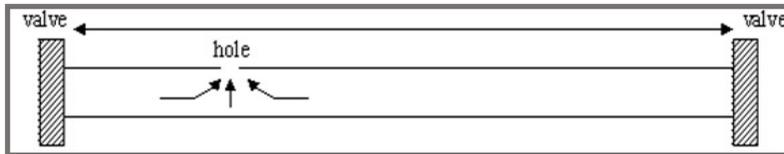
LG descrive i **metodi per il calcolo** dei valori di probabilità di **innesco** immediato/ ritardato

Albero degli eventi in presenza di blocchi e sistemi di sicurezza

Stima delle conseguenze: Scenari incidentali

Flash Fire

Incendio di una **nube di gas infiammabile** che si disperde in atmosfera come **gas neutro leggero**. I fattori che incidono nella modellazione sono **densità, condizioni meteo, durata del rilascio, fattore di diluizione della nube, rugosità**



LG suggerisce che i **tempi di intervento** assunti devono essere **coerenti con le procedure di emergenza** e che siano **verificati con il personale di impianto** durante i sopralluoghi in campo

In presenza di **sistemi di intercettazione** la **durata** del rilascio e la **quantità** massima rilasciata saranno **inferiori**; la **frequenza** potrebbe risultare **ridotta** (1 ordine di grandezza)



Stima delle conseguenze: Scenari incidentali

JET FIRE

Rilascio di **gas in pressione con innesco immediato** del gas e incendio di una nube. Fattori che incidono: **densità gas, direzione del getto, portata di rilascio.**



La LG evidenzia che, a parità di evento incidentale, **le aree di danno** individuate per gli scenari di **Jet-fire** sono in ogni caso **ricomprese all'interno delle aree di danno** individuate per i scenari di **Flash fire**

Gli scenari di jet fire di Gas Naturale da considerare sono soprattutto ai fini della valutazione di eventuali Effetto Domino.



Stima delle conseguenze: Scenari incidentali

Esplosione (VCE)



Confinamento della quantità/massa di vapori infiammabili in miscela con l'aria al momento dell'innesco.

Occorre valutare se la miscela gassosa aria/metano può rientrare nel campo di infiammabilità, ovvero tra il limite inferiore e il limite superiore di infiammabilità (5% vol. - LFL) – (15 % vol. - UFL).

Condizioni che favoriscono il verificarsi di VCE sono rilasci in aree ad elevato grado di confinamento o in ambienti chiusi



Sistemi di sicurezza

La LG descrive le **principali misure di prevenzione e protezione** atte a ridurre la frequenza e/o l'entità delle conseguenze degli eventi incidentali:

❑ Sistemi di blocco per garantire la sicurezza degli impianti:

- **Emergency Shut Down - ESD** chiusura di tutte le **valvole di sezionamento** di impianto e apertura delle **valvole di blow down** con la conseguente **depressurizzazione** dell'impianto
- **Process Shut Down - PSD** **blocco della produzione** attraverso la chiusura delle valvole di sezionamento (SDV) e la **messa in sicurezza dell'unità** che origina l'emergenza
- **Local Shut Dow - LSD** blocco e la **messa in sicurezza dell'unità** che origina l'emergenza, ovvero è intercettata e fermata la **singola apparecchiatura**

❑ Misure ed impianti antincendio

3. Conclusioni e sviluppi futuri

Indicazioni per migliorare l'assetto normativo vigente

- Definire una **metodologia validata di analisi integrata del rischio** al fine di quantificare **l'effetto del SGS nell'analisi**
- Dare evidenza delle **procedure tese al ridurre la probabilità di accadimento nonché l'entità delle conseguenze** degli incidenti rilevanti nello specifico impianto
- Individuare le soglie per **definire la credibilità di un evento incidentale** come avviene in altri stati in Europa
- Identificare le modalità per effettuare **le analisi di rischio Natech**
- Porre in essere **misure per il contenimento di emissioni di metano**, noto gas serra, in fasi diverse dal normale esercizio

Grazie per l'attenzione!

...domande???

romualdo.marrazzo@isprambiente.it