

# Modelli 3D

## per impianti critici

Lo scopo di questa memoria è mostrare, attraverso un case study di un impianto in fase di realizzazione, come i software di modellazione 3D siano attualmente utilizzati con successo in ambito Oil & Gas e di proporre possibili sviluppi futuri che portino all'ottimizzazione delle risorse umane e materiali.

Dario Cuva  
Massimo Zanaboni

### Keyword

Software 3D,  
Layout impianto,  
Manutenzione,  
Procedure HSE

La richiesta sempre crescente di risorse energetiche ha costretto le compagnie operanti nel settore dell'oil & gas a sfruttare anche giacimenti caratterizzati da condizioni particolarmente impegnative dal punto di vista delle caratteristiche chimico-fisiche. Lo sfruttamento di questi giacimenti critici richiede notevoli sforzi tecnologici e complesse verifiche durante la fase di ingegneria per garantire l'operatività in sicurezza di queste installazioni. Un esempio di tali applicazioni estreme è tuttora in fase di realizzazione negli Emirati Arabi Uniti.

L'impianto in oggetto è costituito da diverse unità in grado di processare una portata di gas di circa 1.000 MMscfd (million standard cubic feet per day) proveniente da pozzi ad una temperatura di 105 °C e una pressione di 69 barg e con un contenuto di H<sub>2</sub>S di circa 23% mol.

Al fine di rendere il gas commercialmente sfruttabile, il fluido in ingresso è sottoposto ai seguenti trattamenti: separazione gas/condensati (slug catcher) e stabilizzazione del condensato; addolcimento e rimozione gas acidi; unità di disidratazione e recupero NGL; unità di trattamento gas acido (SRU e TGTU); unità di hydrotreating del condensato.

Al termine delle operazioni elencate si ottiene la produzione di circa 500 MMSscfd di gas e di circa 10.000 TPD di zolfo come sottoprodotto.

Dal punto di vista operativo e di sicurezza l'unità di separazione e rimozione gas acidi risulta essere particolarmente critica per le ragioni di seguito descritte.

### Aspetti critici di sicurezza nell'impianto

Il gas proveniente dai pozzi subisce, come primo trattamento, la separazione da possibili condensati di idrocarburi pesanti e la rimozione dei gas acidi. In tali fasi le operazioni vengono condotte con fluidi di processo ad alta pressione (circa 69 barg) e contenuto di H<sub>2</sub>S molto elevato (circa il 23 % mol). I parametri citati, e l'elevata portata di gas da trattare (circa 1.000 MMscfd), rendono

tutte le operazioni di marcia e manutenzione con l'impianto in pressione potenzialmente rischiose: una eventuale fuga di gas tossico in queste condizioni potrebbe infatti causare conseguenze letali per gli operatori presenti nell'area.

Al fine di limitare il verificarsi di tali situazioni devono quindi essere previste alcune precauzioni particolari quali:

- Ridurre il numero massimo di persone presenti contemporaneamente nell'area e le operazioni da effettuare per la marcia e la manutenzione della zona in oggetto;
- Delimitare la zona di rischio con fence ad accesso controllato;
- Prevedere mezzi di accesso e misure di protezione personali adatte a fornire aria respirabile da fonte alternativa per l'evacuazione in sicurezza in caso di fuga di gas.

Le prescrizioni di cui sopra devono tuttavia confrontarsi con le richieste tecnico-economiche del progetto che impongono di massimizzare la produzione, riducendo al minimo le operazioni programmate ed impreviste di fermo impianto; ottimizzare le procedure di manutenzione sulle apparecchiature e il numero di ispezioni con lo scopo di ridurre il costo di gestione e acquisto materiali di ricambio; limitare i costi di installazione di apparecchiature e misure di protezione particolari (come per esempio sensori di gas addizionali, sistema fisso di aria respirabile o rifugi temporanei) ad una zona di rischio ben definita.

Il bilancio tra le esigenze elencate richiede già dalle fasi iniziali di progettazione, di studiare soluzioni ad hoc per il progetto oltre che adottare le comuni pratiche di buona ingegneria. In particolare per l'impianto in oggetto sono state sviluppate attività di:

- Calcolo dell'estensione dell'area entro la quale la potenziale fuga di gas tossico raggiunge l'operatore in un tempo inferiore ai 30 secondi, con lo scopo di delimitare la zona più a rischio ("Red Zone");
- Definizione di piani specifici di operazione e

### GLI AUTORI

D. Cuva, M. Zanaboni, Saipem SPA

manutenzione, al fine di ridurre la presenza degli operatori nell'area ad un rischio accettabile (corrispondente ad una media di circa 8 ore/uomo al giorno);

- Definizione di piani di emergenza e vie di fuga all'interno della "Red Zone";
- Definizione e fornitura di sistema di respirazione con due fonti di aria alternativa per gli operatori della "Red Zone": sistema "cascade" da rete fissa e Breathing Apparatus (si veda anche la figura 1). Per garantire la sicurezza agli operatori all'interno della Red Zone è obbligatorio a indossare sempre la maschera di protezione.

Seppur le soluzioni adottate rispettino i criteri sopra esposti, si può notare come le operazioni nella zona critica siano impegnative, soprattutto a causa delle difficoltà di movimento, a condizioni ambientali estreme (la temperatura esterna può raggiungere i 50 °C) e al limitato numero di ore durante le quali si possono effettuare le attività.



Figura 1 - Sistema di respirazione da rete fissa e da bombola (SCBA)

L'utilizzo del modello 3D ha contribuito notevolmente nel presente progetto a definire il percorso decisionale e alla preparazione e verifica di procedure di marcia e manutenzione dettagliate, come vedremo nei paragrafi seguenti.

### Utilizzo del modello 3D per la verifica di vie di fuga in impianto

Per limitare la presenza in impianto degli operatori è necessario garantire che ogni singola parte di impianto, che richieda

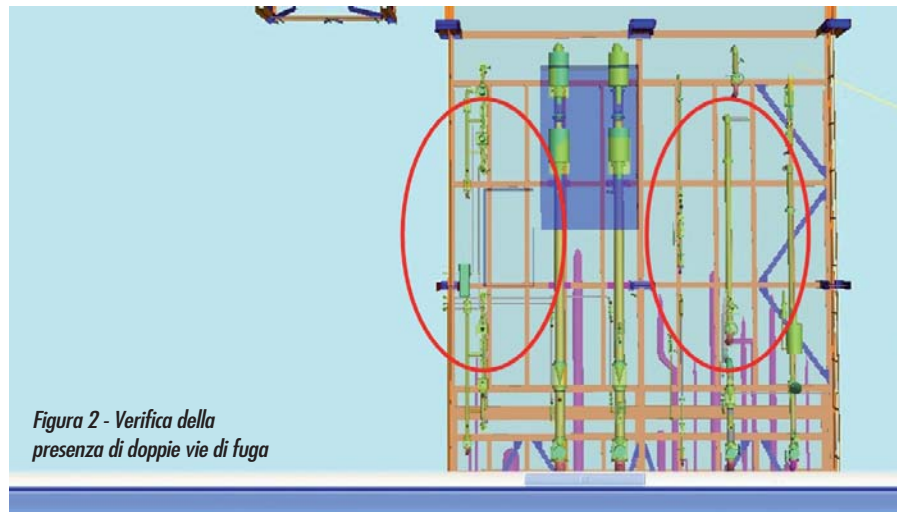


Figura 2 - Verifica della presenza di doppie vie di fuga

attività di verifica o di manutenzione, sia facilmente accessibile anche utilizzando bombole o sistemi di aria fissa. Questa esigenza assume ancora più importanza per zone in cui i lavori vanno eseguiti in quota (per esempio in cima a strutture) o in fosse interrate (in cui tipicamente sono installati i serbatoi di drenaggio).

Inoltre, considerando le filosofie di sicurezza di impianto (procedure HSE), per zone in cui sussiste il rischio di incidenti rilevanti che potrebbero portare a rilasci importanti di gas tossici, occorre verificare che ogni area possibilmente presenziata sia evacuabile facilmente e in un tempo limitato.

In particolare per la "Red Zone" si è pensato di prevedere che ogni piattaforma o fossa interrata sia dotata di una doppia via di fuga costituita da due rampe di scale distinte, e che con tale soluzione l'operatore possa raggiungere l'area sicura più vicina nel più breve tempo possibile.

Per garantire questo requisito non è sufficiente verificare l'ingombro e la collocazione delle apparecchiature sul layout di impianto, in quanto il percorso delle tubazioni o il posizionamento di alcuni strumenti potrebbero rappresentare seri ostacoli in caso di emergenza.

Con l'ausilio del modello 3D si può invece controllare che le vie di fuga dall'impianto siano libere, simulando tutto il percorso

che l'operatore dovrebbe compiere ed eventualmente riposizionando le parti che le ostruiscono (vedi anche la figura 2). Nell'esempio sotto riportato si può notare come le due aree indicate con cerchi rossi permettano di accedere alle valvole da operare da entrambi i lati, permettendo così una comoda evacuazione dalla struttura nel caso di eventuali fughe di gas.

### Verifica di possibili vie d'ingresso per mezzi di movimentazione ingombranti

Per accedere all'area di impianto ad alto rischio i mezzi di trasporto devono essere dotati di un sistema di bombole e di un sistema fisso di aria respirabile che permetta al guidatore e agli operatori trasportati di arrivare in prossimità del luogo d'intervento in sicurezza. In aggiunta, sono presenti in impianto strumenti e apparecchiature a quote elevate (per esempio PSV e motori di air cooler) il cui controllo e sostituzione periodici richiedono l'accesso di mezzi di movimentazione particolarmente ingombranti (come forklift e gru mobili) (si veda la figura 3).

L'utilizzo del software 3D permette in questi casi di verificare che le strade all'interno dell'impianto siano libere da impedimenti come, per esempio, pozzetti o collettori aperti di drenaggio. Tale verifica è particolarmente utile per zone interne all'unità in cui l'interferenza di strutture (quali scale e piattaforme) risulta altamente probabile.

### Verifica dell'accessibilità a zone di impianto per operazioni di marcia a regime

Durante la normale marcia di impianto sono

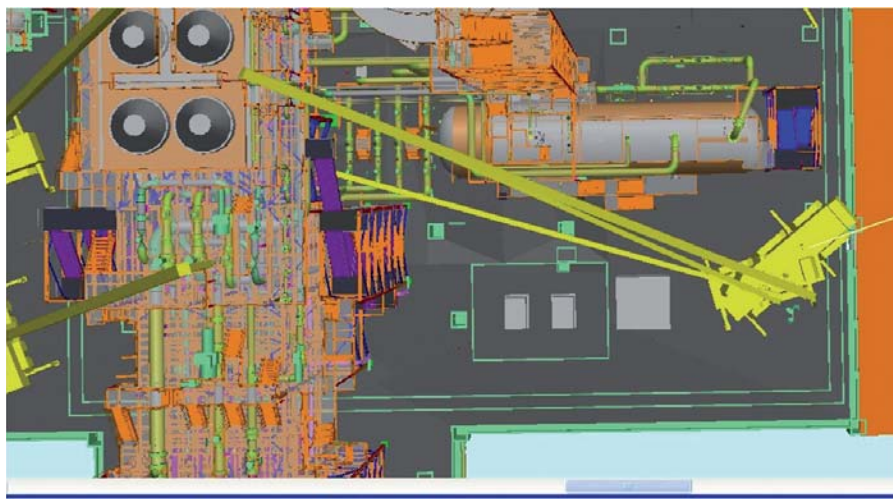


Figura 3 - Verifica di vie di accesso per mezzi ingombranti

necessarie delle attività di routine quali, per esempio: manovra di valvole manuali; riempimento di serbatoio di stoccaggio di chemicals; verifica della strumentazione di campo (quali trasmettitori, valvole ecc.); calibrazione di analizzatori e sensori Fire&Gas.

Con la visualizzazione tridimensionale dell'impianto è possibile verificare che le aree circostanti permettano lo svolgimento di queste operazioni (si veda figura 4) o eventualmente prevedere una modifica del layout e del percorso tubazioni già in fase iniziale del progetto, evitando possibili impatti su costi e tempistiche che potrebbero invece presentarsi se tali modifiche dovessero essere realizzate durante la fase di costruzione.

### Operazioni di manutenzione programmata

In impianti critici e con accessibilità limitata, come quello in oggetto, anche le attività di manutenzione programmata di primo livello vanno schedate in modo da limitare le tempistiche di intervento e rimandare eventuali operazioni di lunga durata da effettuarsi durante il fermo impianto.

L'ausilio del modello 3D può in questo caso favorire la valutazione delle operazioni che richiedono l'utilizzo di particolari mezzi o strumenti e che, quindi, richiedono tempistiche lunghe (per esempio manutenzione con apertura della cassa di un compressore o rimozioni di motori di air cooler a quota elevata). In tal modo possono essere

sviluppati piani di manutenzione programmata dettagliati che conciliano le esigenze di intervento con quelle di minimizzazione dei tempi di fermo impianto.

### Possibili sviluppi futuri e conclusioni

Nei paragrafi precedenti abbiamo dimostrato come i moderni sistemi di visualizzazione tridimensionale possano favorire la realizzazioni di impianti complessi permettendo di: evitare possibili problematiche di ostruzione di vie di fuga o di inaccessibilità di parti di impianto; ottimizzare l'utilizzo di materiali, evitando curve e salite/discese delle tubazioni necessarie per evitare ostacoli; anticipare possibili problematiche di operatività d'impianto, adottando soluzioni costruttive e preparando manuali operativi che riportino raccomandazioni specifiche per l'impianto stesso; sviluppare piani di intervento manutentivi dedicati, che ottimizzino l'utilizzo di risorse umane e materiali, riducendo la tempistica di presenza di personale in aree di impianto critiche.

Con l'avvento e lo sviluppo di nuovi software di gestione materiali (quali Sap e Maximo) che si interfacciano direttamente con il database del modello 3D, si potranno avere ulteriori miglioramenti di progettazione d'impianto e successiva costruzione. In particolare, infatti, vengono ad oggi sempre più richieste attività quali: sviluppo di piani dedicati di emergenza ed evacuazione in caso di fughe rilevanti o altri possibili rischi con impatto sulla salute e sull'ambiente, studiati in base al layout di impianto; gestione degli acquisti di parti di ricambio di item critici legandoli direttamente al modello 3D, per ottimizzare i costi di investimento e la gestione del personale; studi di ottimizzazione di piani di manutenzione programmata e correttiva individuando possibili soluzioni alternative di installazione da verificare con l'ausilio del modello; simulazione (tramite interfaccia diretta con l'operatore) di possibili scenari particolari di marcia delle unità, al fine di evitare le operazioni che possano mettere a rischio la produzione (impatto economico) o l'integrità delle persone e dell'ambiente.

Tali richieste rappresentano un sicuro interesse, sia da parte delle Major Companies che dagli EPC Contractors, alla formazione e all'utilizzo sempre più spinto di sistemi Cad avanzati come quelli descritti nel presente articolo. ■

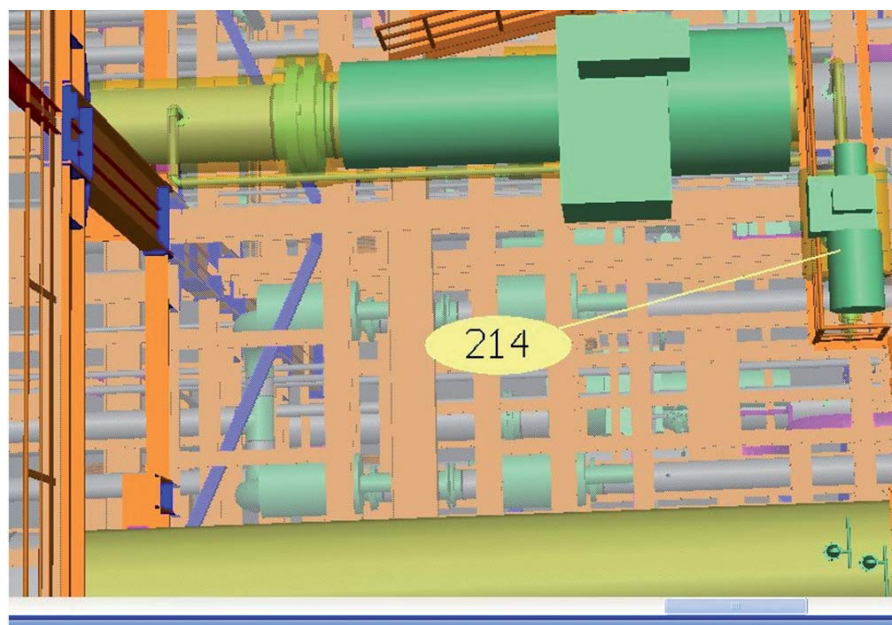


Figura 4 - Verifica/ricollocamento di parti di impianto da operare durante la marcia normale