

ICARO

Una proposta per la selezione dei sistemi critici



Aspetti generali e necessità di selezione

L'impianto di processo soggetto alla normativa relativa ai rischi di incidente rilevante è complesso ed ha, in generale le seguenti caratteristiche:

- Elevato numero di apparecchiature contenenti sostanze pericolose;
- Numerose sezioni operanti a condizioni di temperatura e pressione elevate.



Elevato numero di sezioni che possono dare origine ad incidenti rilevanti in caso di perdita di contenimento.



Aspetti generali e necessità di selezione

La gestione dei rischi connessi all'invecchiamento può divenire piuttosto complessa e non efficace.

Se tutti gli elementi dell'impianto
Sono CRITICI



Nessun elemento dell'impianto
È CRITICO



La selezione ragionata degli elementi critici, basata sugli esiti dell'analisi di rischio consente di:

- **identificare le aree caratterizzate da rischio maggiore;**
- **sviluppare un programma di controlli e verifiche** basato sulla priorità di intervento.

Categorizzazione dei sistemi critici

La gestione del monitoraggio e controllo sull'invecchiamento, in relazione al pericolo di incidenti rilevanti è stata impostata con riferimento a 5 distinti Sistemi identificabili all'interno di uno stabilimento «Seveso».

Sistema 1	Apparecchiature/contenitori, macchine e linee di trasferimento e strutture di supporto
Sistema 2	Sistemi strumentali di controllo dei processi
Sistema 3	Impianti e sistemi di sicurezza per la prevenzione, contenimento e mitigazione di rilasci di sostanze/energia
Sistema 4	Reti utilities e rete di alimentazione elettrica, in particolare attinente la gestione delle eventuali emergenze
Sistema 5	Organizzazione, gestione e procedure di sicurezza Non considerato in questa prima analisi.



► Criteri per la selezione dei componenti critici

Il meccanismo di selezione è basato sull'analisi incrociata tra i Sistemi identificati ed i seguenti criteri di identificazione dei componenti critici:

- 1. Analisi di rischio e l'esperienza storica del gestore**, come rappresentati nel Rapporto di Sicurezza per gli stabilimenti di soglia superiore o nella valutazione di rischio, obbligatoriamente sviluppata nell'ambito del SGS - PIR, per quelli di soglia inferiore.
- 2. Applicazione di un'analisi preliminare mediante Metodi Indicizzati** previsti dalla norma (Allegato C) per gli stabilimenti di soglia superiore, ma applicabile anche a quelli di soglia inferiore.
- 3. Evidenze e indicazioni derivanti da studi, standard e specifiche**, per quanto autorevoli e referenziati
- 4. Analisi suppletive**, ove non già disponibili, come ad esempio HAZOP/SIL (in particolare i Sistemi 1-2), FMEA (in particolare il Sistema 3), HAZOP e similari (es. SAFOP) per le reti (Sistema 4)



Criteri per la selezione dei componenti critici

1. Analisi di rischio ed esperienza operativa

In relazione agli scenari incidentali rappresentati dal Gestore nel Rapporto di Sicurezza, sono ritenuti critici quei componenti dei Sistemi direttamente coinvolti nella generazione, prevenzione, contenimento e mitigazione di ogni scenario incidentale ipotizzato. Il documento di riferimento è costituito dalla Tabella inserita in Allegato H al D.Lgs. 105/15, che sintetizza (ai fini delle ispezioni sul Sistema di Gestione), le misure tecniche ed organizzative di prevenzione e mitigazione per ciascuno scenario incidentale.

Tabella Eventi Incidentali – misure adottate

Eventi incidentali ipotizzati nel Rapporto di Sicurezza	Misure adottate			
	Per prevenire l'evento ipotizzato		Per mitigare l'evento ipotizzato	Per seguire l'evoluzione dell'evento ipotizzato
	Sistemi tecnici	Sistemi organizzativi e gestionali	Mezzi di intervento dedicati in caso di emergenza	Sistemi finalizzati alla raccolta di elementi/dati utili per la ricostruzione dell'evento
Es. Rottura manichetta travaso				

► Criteri per la selezione dei componenti critici

1. Analisi di rischio ed esperienza operativa

L'interazione tra il presente criterio ed i sistemi in cui è stato suddiviso l'impianto, è inserita all'interno della tabella che segue.

Sistema 1	Apparecchiature/contenitori, macchine e linee di trasferimento aventi una capacità individuale (sezionabile) non inferiore a 10 t (GPL o sostanze assimilabili), 10 t (liquidi infiammabili), 10 t (liquidi tossici), 1 t (gas e liquidi molto tossici) e relative strutture di supporto
Sistema 2	Sistemi strumentati di sicurezza dei processi, inerenti alla generazione, prevenzione, mitigazione o contenimento dello scenario incidentale derivante dal Top Event , inclusa la gestione strumentale delle emergenze (ad es. Emergency Shut Down system – ESD).
Sistema 3	Impianti e sistemi di sicurezza per la prevenzione, contenimento, mitigazione e gestione delle emergenze, in caso di rilasci di sostanze/energia, destinati ad intervenire sullo scenario incidentale .
Sistema 4	Reti utilities e rete di alimentazione elettrica, in particolare attinenti la gestione delle eventuali emergenze, aventi ruolo nella generazione, prevenzione, mitigazione o contenimento dello scenario incidentale .

Criteri per la selezione dei componenti critici

2. Analisi preliminare (Metodo ad Indici)

Il Metodo ad indici fornisce un approccio strutturato per l'individuazione delle Unità (gruppi funzionali di apparecchiature nei quali un impianto può essere suddiviso) per le quali il rischio di incidente rilevante (incendi, esplosioni e rilasci tossici) risulta più elevato.

Sistema 1	<p>Apparecchiature/contenitori, macchine e linee di trasferimento, strutture di supporto contenuti nelle Unità critiche aventi indici “grezzi” non inferiori a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indice generale di rischio $G > 12.500$ (categorie GRAVE o GRAVISSIMO); - Indice generale di rischio G compreso fra 2500 e 12500 (cat. MOLTO ALTO) e Indice di esplosione in aria $A > 400$ (categorie MOLTO ALTO E GRAVE); - Indice di tossicità $T > 20$ (categoria MOLTO ALTO)
Sistema 2	<p>Sistemi strumentali di sicurezza dei processi, inerenti alla generazione, prevenzione, mitigazione o contenimento di incidenti rilevanti nelle Unità critiche, inclusa la gestione strumentale delle emergenze (ad es. Emergency Shut Down system – ESD).</p>
Sistema 3	<p>Impianti e sistemi di sicurezza per la prevenzione, contenimento, mitigazione e gestione delle emergenze, in caso di rilasci di sostanze/energia, nelle Unità critiche.</p>

► Criteri per la selezione dei componenti critici

3. Studi, standard e specifiche referenziate

Il terzo criterio si fonda sulla esperienza alla base di Standard nazionali ed internazionali e di Linee Guida societarie a disposizione del Gestore.

La verifica attraverso lo standard può essere applicata a ciascuno dei Sistemi identificati.

ESEMPIO

Standard US API (American Petroleum Institute) 2218.

Fireproofing Practices in Petroleum and Petrochemical Processing Plants

Lo standard caratterizza le apparecchiature di processo in tre categorie:

- High Fire Potential Equipment;
- Medium Fire Potential Equipment;
- Low Fire Potential Equipment.

► Criteri per la selezione dei componenti critici

3. Studi, standard e specifiche referenziate

API 2218
High Fire Potential Equipment (estratto)
Fired heaters that process liquid or mixed-phase hydrocarbons
Pumps with a rated capacity over 45 m ³ /h handle liquids above or within 15°F(8°C) of their flash point temperatures.
Pump with small piping subject to fatigue failure.
Reactors that operate at high pressure or with the potential to experience runaway exothermic reactions that are not equipped with other safeguards such as depressuring systems, reaction inhibitor systems, etc.
Compressors, together with related lube-oil systems.
Specific segments of process piping handling flammable liquids or gases in mixtures known to promote pipe failures through erosion, corrosion, or embrittlement. This includes hydrocarbon streams that may contain entrained catalyst, caustics, acids, hydrogen, or similar materials where development of an appropriate scenario envelope is feasible.
Vessels, heat exchangers (including air cooled exchangers), and other equipment containing flammable or combustible liquids over 600°F (315°C) or their autoignition temperature, whichever is less.

► Criteri per la selezione dei componenti critici

4. Analisi supplementari

Il Gestore può avvalersi di studi di rischio supplementari condotti per i diversi sistemi. La tabella che segue riporta alcuni studi che costituiscono una valida base di riferimento per l'identificazione dei componenti critici.

Sistema 1	Apparecchiature/contenitori, macchine e linee di trasferimento e relative strutture di supporto definiti in base a tecniche di analisi come HAZOP, FMEA ed analoghe.
Sistema 2	Sistemi strumentali di sicurezza dei processi definiti come critici in base a tecniche di analisi SIL (Safety Integrity Level) in accordo alle indicazioni degli standard tecnici IEC61508 e IEC61511 . In particolare, sono da considerarsi sistemi strumentati di sicurezza critici tutti quelli classificati con SIL 1 o superiore.
Sistema 3	Impianti e sistemi di sicurezza per la prevenzione, contenimento e mitigazione di rilasci di sostanze/energia, definiti come critici in base a tecniche di analisi come HAZOP, FMEA, What If ed analoghe.
Sistema 4	Reti utilities e rete di alimentazione elettrica, in particolare attinente la gestione delle eventuali emergenze, definiti come critici in base a tecniche di analisi come HAZOP, Safop, What If ed analoghi.

► Criteri per la selezione dei componenti critici

Composizione dei criteri

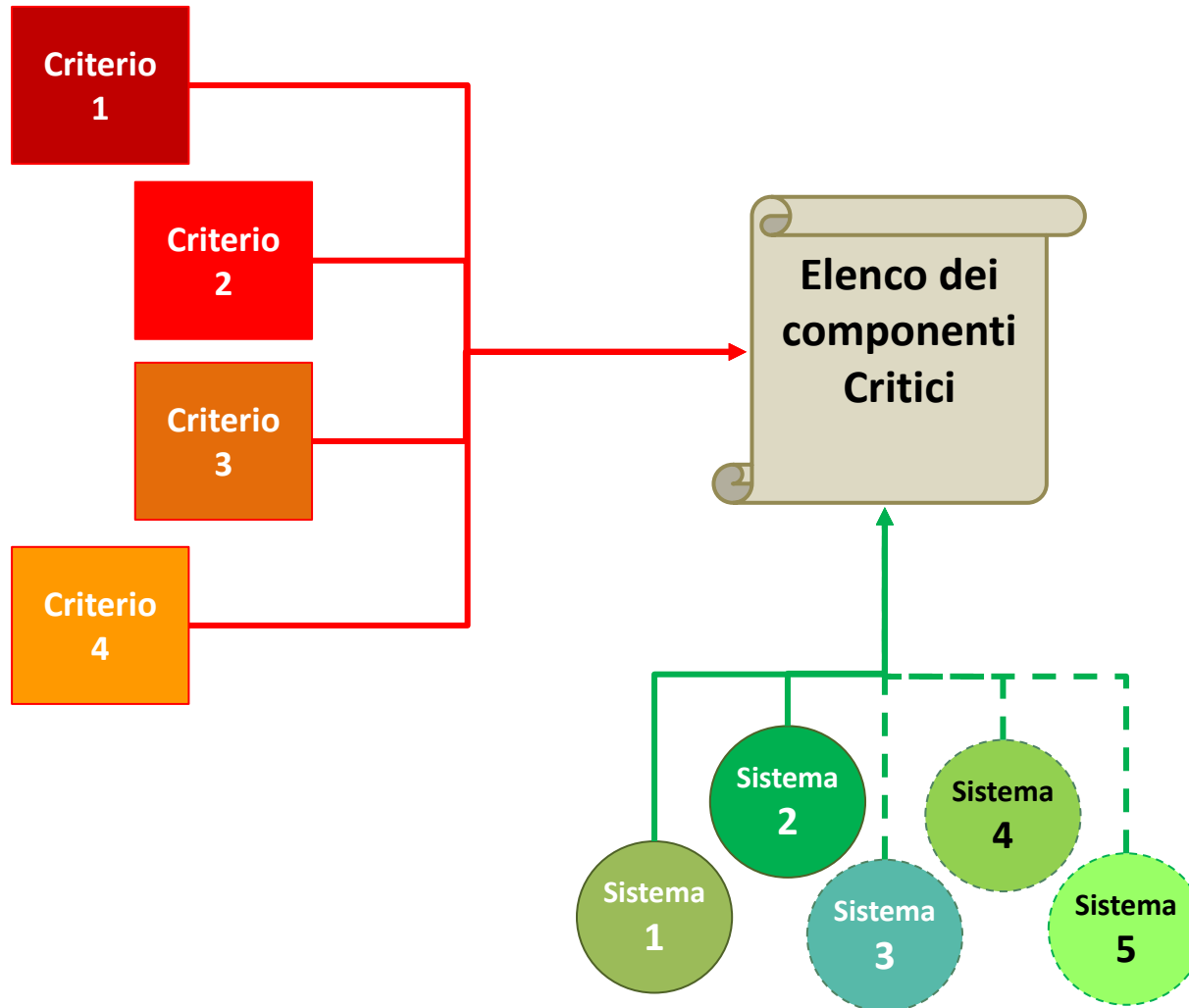
L'armonizzazione dei criteri sopra illustrati può essere conseguita mediante una applicazione incrociata e sequenziale dei vari criteri, che nella pratica può avvenire mediante le seguenti fasi:

- **Verifica incrociata fra l'analisi di rischio del gestore e l'applicazione dei metodi ad indici** (Criteri 1 e 2) al fine di **individuare i componenti critici**, anche laddove non coinvolti negli scenari incidentali considerati dal gestore (in Allegato un test effettuato su un impianto soggetto al D.Lgs. 105/2015).
- **Verifica su eventuali integrazioni con studi, standard a specifiche referenziate** (Criterio 3) al fine di individuare **ulteriori criticità** non emergenti dalla precedente fase.
- **Approfondimenti/aggiornamenti** se necessari con le analisi supplementari (Criterio 4) al fine di **precisare l'estensione del Piano** ad altri componenti potenzialmente critiche.



Criteria per la selezione dei componenti critici

Applicazione ad un caso reale



Applicazione ad un caso reale

Impianto di Steam Cracking per la produzione di Etilene a partire da virgin nafta



Applicazione ad un caso reale

Impianto di produzione di Etilene

1. Analisi di rischio ed esperienza operativa

Top Event n. 1: Sovrariempimento del serbatoio di stoccaggio di virgin nafta.

Sistema 1	▪ TK-5002
Sistema 2	▪ LSH-5011, LSHH-5012, XV-5011 (valvola di sezionamento in ingresso al serbatoio TK-5002)

Top Event n. 2: Sovrapressione in colonna splitter etilene.

Sistema 1	▪ C-5023 (colonna splitter etilene), E-5043 (ribollitore della colonna), E-5044 (condensatore della colonna)
Sistema 2	▪ PSH-5056, PSHH-5057, XV-50 45(valvola di sezionamento in ingresso al ribollitore), PSV-5033

Top Event n. 3:

Applicazione ad un caso reale

Impianto di produzione di Etilene

2. Analisi preliminare (Metodo ad Indici)

Unità n. 1: Ciclo frigorifero a propilene

Sistema 1	<ul style="list-style-type: none">▪ K-5003 (compressore), DP-5066, DP-5067, DP-5069 (accumulatori in fase liquida), E-5044 (condensatore)
Sistema 2	<ul style="list-style-type: none">▪ LSH-5077, LSH5078, LSH-5079, (funzione di sicurezza di alto livello in accumulatori), PAH-5075, PAH-5076, (funzione di sicurezza di alta pressione nel circuito).▪ PSV-5066, PSV-5067 (valvole di sicurezza in mandata stadi del compressore)

Unità n. 2:

Applicazione ad un caso reale

Impianto di produzione di Etilene

3. Studi, standard e specifiche referenziate

Applicazione standard API 2218

Sistema 1

- H-5001, H-5002, ... (forni impianto).
- G-5001, G-5004, G-5009, G-5012, ... (pompe con capacità superiore a 45 m³/h)
- DP-5001, DP-5003, DP-5008, DP-5009, ... (accumulatori di sostanze infiammabili con quantitativo superiore a 10 tonnellate).
- C-5008 (colonna di distillazione di sostanze infiammabili con quantitativo superiore a 10 tonnellate)

Applicazione ad un caso reale

Impianto di produzione di Etilene

4. Analisi supplementari

SIL allocation per l'impianto di produzione Etilene

Sistema 2	<p>Elevata criticità (SIL2)</p> <ul style="list-style-type: none">▪ PSHH-5001 (alta pressione colonna), PSHH-5004 (alta pressione mandata compressore K-5001), TSHH-5044 (alta temperatura reattori di idrogenazione). <p>Media criticità (SIL 1)</p> <ul style="list-style-type: none">▪ PSHH-5001 (alta pressione reattore), PSHH-5004 (alta pressione mandata compressore K-5002), LSHH-5044 (alto livello di serbatoio),
------------------	---

Applicazione ad un caso reale

Impianto di produzione di Etilene

Risultati

Identificazione dei Componenti Critici (Estratto)				
Tipologia componente	Sigla Componente	Da Analisi di rischio	Da Metodo ad Indici	da API 2218
Forni di Cracking	B-5001			X
	B-5005	X		X
Colonne	C-5005		X	
	C-6007	X	X	
	C-6009	X	X	
	C-6050		X	
Serbatoi	DA-7005	X		
	DP-6047	X	X	
Compressori	P-6005	X		X
	P-6006			X
Reattori di Idrogenazione	R-6005A/B/C	X		X
	R-6705			X

Applicazione ad un caso reale

Impianto di produzione di Etilene

Risultati



Dei 114 componenti critici:

- 36 sono stati determinati con l'analisi di rischio;
- 58 sono stati determinati con il Metodo ad Indici
- 24 sono stati determinati con lo Standard

Applicazione ad un caso reale

Impianto di produzione di Etilene

Risultati



I componenti critici sono stati determinati dall'analisi SIL (in accordo alla IEC 61508/61551), livelli SIL 1, SIL 2 e SIL 3.

Lo standard IEC fornisce anche i criteri per la corretta gestione del ciclo di vita delle funzioni strumentate di sicurezza.

Applicazione ad un caso reale

Impianto di produzione di Etilene

Considerazioni finali

- Il modello applicato consente di identificare per priorità le apparecchiature, la strumentazione di sicurezza in termini di rischio;
- Il numero di componenti critici risulta essere pari a circa un quarto delle apparecchiature ed oltre la metà delle funzioni strumentate di sicurezza.



Piano di monitoraggio e controllo dei rischi legati all'invecchiamento

GRAZIE

