

igeam

# Opportunità derivanti dalla Identificazione degli Elementi Critici per la Sicurezza e l'Ambiente

Claudio dr. Pratella

Senior Advisor CREA S.r.l.

Invecchiamento degli impianti: rischi e soluzioni possibili – Convegno Confindustria Romagna e Crea

Ravenna – 12 Aprile 2018

### **Indice Presentazione**

- Obiettivo della Presentazione
- Processo per la Gestione dei SECE e Opportunità
- Identificazione Classica dei Rischi Rilevanti
- Matrice di Rischio Bidimensionale Indicizzata
- Indicatori di Rischio Gerarchici
- Matrice Multidimensionale Valorizzata Economicamente
- Matrice Multidimensionale con Conseguenza Singola e Invecchiamento
- Confronto tra Scenari di Danno con e senza Invecchiamento
- Analisi degli Eventi Rilevanti con Bow-Tie
- **Bow-Tie Grafico Qualitativo**

- 11. Bow-Tie Grafico Quantificato con Frequenze
- 12. Bow-Tie Grafico Quantificato con Frequenze e Costi
- 13. Confronto Scenari di Costo
- 14. Controllo Rischio Impianto tramite Sinottico Interattivo
- 15. Allegati













### Obiettivo della Presentazione

La presentazione si prefigge l'obiettivo di descrivere come una parte del processo preposto alla identificazione degli *Elementi* Critici per la Sicurezza e per l'Ambiente (SECE) possa essere utilizzata come punto di partenza per approfondimenti quali:

- 1. Analisi dell'Invecchiamento degli Impianti
- 2. Analisi del Miglioramento degli Impianti
- 3. Analisi del Miglioramento delle Filosofie di Manutenzione e Ispezione
- 4. Analisi dei Materiali di Ricambio
- 5. **Ecc.**



La descrizione dettagliata del **Processo di Gestione dei SECE**, includente anche la gestione dei «Safety Performance Standards», la Definizione ed Assegnazione delle Misure di Assicurazione, la loro Esecuzione, l'Analisi dei Risultati e delle Opportunità che si presentano è rimandata ad altra presentazione mentre qui di seguito si propone una breve descrizione della sua parte iniziale e in allegato il Processo Generale di «Asset Integrity» e Manutenzione in cui si inserisce.











## Processo per la Gestione dei SECE e Opportunità



Nell'ambito del *Processo di Gestione SECE*, si possono identificare le seguenti metodiche di utilizzo più diffuso:

- per attuare una identificazione preliminare dei rischi. HAZID:
- **HAZOP:** per approfondire la analisi dei rischi considerando variazioni funzionali.
- per studiare congiuntamente cause ed effetti per valutare le conseguenze finali.
- KPI's/Scoring Models: per verificare gli andamenti delle variabili di controllo dei processi analizzati

La maggior parte delle informazioni necessarie sono trattate da **Sistemi Informativi Aziendali** accessibili agli *Analisti*; in particolare si può fare riferimento:

- Registro degli Asset Aziendali con associata WBS
- Registro dei Piani di Manutenzione, di Ispezione e di Misurazione di Parametri Operativi unitamente al registro. degli Ordini di Lavoro Emessi
- Registro dei Materiali con Giacenze e Valorizzazioni
- Registro degli Incidenti di Produzione con Valorizzazione del Danno avuto

- Dati Affidabilistici Aziendali di Progetto e Esercizio
- Fogli di Informazione Tecnica
- CAPEX & OPEX di impianto
- Ecc.

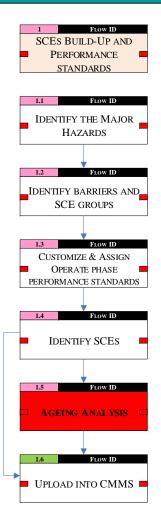


Processo SECE Complet





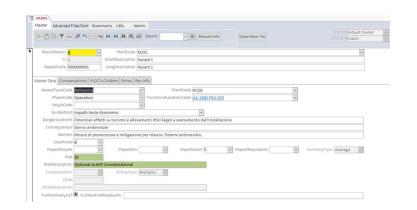
### Identificazione Classica dei Rischi Rilevanti



Come anticipato, i **Rischi** vengono usualmente valutati preliminarmente tramite *Tecnica HAZID* utilizzando una idonea Matrice di Rischio ad Indici per prioritizzare i Rischi Identificati oppure utilizzando la più sofisticata *Tecnica HAZOP* per analizzare anche le conseguenze di deviazioni del processo, di nuovo utilizzando una Matrice di Rischio ad Indici.

Queste tecniche (HAZID e HAZOP) sono utilizzate, nel contesto della gestione dei SECE, per la identificazione delle **Apparecchiature Critiche** (ossia quelle con le potenzialtà di generare l'evento indesiderato) e forniscono un criterio che utilizza il valore del *Rischio* ottenuto e/o *l'Impatto* associato al Rischio ottenuto per decidere se approfondire l'analisi.

Le Apparecchiature Critiche possono essere identificate anche tramite altre analisi quali RCM, RBI, SIL, Fire & Explosion Index e via dicendo, ciascuna con i suoi punti di forza.





Dettaglio SottoProcess







### Matrice di Rischio Bidimensionale Indicizzata

In genere, il **Rischio** può essere ottenuto tramite una funzione generale come:

$$R = f[P(t), Co(t)^{Fi}]$$

P(t): Probabilità/Frequenza Evento (Likelihood)

Conseguenza dell'Evento (in termini di danno)

Fi: Fattore Impatto per mettere in risalto grandi impatti

tempo

Ad esempio, le API RBI semplificano la formula precedente come segue:

$$\mathbf{R} = \mathbf{P}(\mathbf{t}) * \mathbf{Co}$$

Una ulteriore semplificazione molto popolare considera la indipendenza dal tempo t e linearità ossia:

$$R = P * Co$$

Le *Matrici Indicizzate* possono essere convertite in **Matrici** Quantificate che permettono una più precisa valutazione del Rischio che può essere Gerarchizzato o meno e Personalizzato al Tipo di Elemento (serbatoio, valvola, pompa, ecc.); quando necessario, si possono aggiungere ulteriori "Dimensioni" per la valutazione del rischio (ad esempio dovute al "Tempo")

|             |    |       | ASS                   | ET                    |      |   | LI | KELIH | DOD |    |
|-------------|----|-------|-----------------------|-----------------------|------|---|----|-------|-----|----|
|             |    | Score | Low.<br>Lim.<br>*1000 | Upp.<br>Lim.<br>*1000 | Unit | ¥ | 2  | 3     | 4   | 9  |
| (Co)        | VH | 5     | 10,000                |                       | Euro | 5 | 10 | 15    | 20  | 25 |
| ICE (       | н  | 4     | 1,000                 | 10,000                | Euro | 4 | 8  | 12    | 16  | 20 |
| CONSEQUENCE | М  | 3     | 100                   | 1,000                 | Euro | 3 | 6  | 9     | 12  | 15 |
| NSE         | L  | 2     | 10                    | 100                   | Euro | 2 | 4  | 6     | 8   | 10 |
| : 05        | VL | 1     | ¥                     | 10                    | Euro | 1 | 2  | 3     | 4   | 5  |

**Matrice Simmetrica** 

| Barely<br>credible<br>event | Rare<br>event | Credible<br>event | Probable<br>event | Very<br>probable<br>event |
|-----------------------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
| 1                           | 2             | 3                 | 4                 | 5                         |
| 0.00                        | 0.03          | 0.07              | 0.13              | 0.27                      |
| 0.03                        | 0.07          | 0.13              | 0.27              |                           |
| Ev/year                     | Ev/year       | Ev/year           | Ev/year           | Ev/year                   |















### Indicatori di Rischio Gerarchici

Un Rischio è Gerarchico quando viene applicato a Singole Apparecchiature Organizzate in una Gerarchia Funzionale (come nei CMMS aziendali) ed quando è possibile valutarlo a Livelli Gerarchici **Superiori** (ad esempio a livello di *Package*, *Sistema*, *Impianto*, ecc.); l'esempio qui proposto rappresent un KPI gerarchico che utilizza:

- I CapEx (eventualmente ammortizzati)
- Gli **OpeEx** (eventualmente suddivisi in diverse categorie)
- I MTTF (calcolati dai dati di ritorno degli Ordini di Lavoro)
- I MTTR (mediati sui dati di ritorno degli Ordini di Lavoro)

In questo caso, l'utilizzo di parametri rappresentati da unità di misura differenti (costo e tempo) serve a ridurre la possibilità che particolari situazioni vengano occultate a causa di valori contrapposti che si annullano.

|               |              | SYSTEM                                      | IS/E(        | QUIP        | MEN   | NT S        | URVE | Y S   | COR    | IIN  | G M  | OD   | EL   | ,     |                  |             |      |        |      |
|---------------|--------------|---|--------------|-------------|-------|-------------|------|-------|--------|------|------|------|------|-------|------------------|-------------|------|--------|------|
| Attributes    |              |   |              |             |       |             |      |       |        |      |      |      |      |       |                  |             |      |        |      |
| Alarm thresh  | hold         | 2.0   |              |             |       |             |      |       |        |      |      |      |      |       |                  |             |      |        |      |
| Attention thr | reshold      | 3.0   |              |             |       |             |      |       |        |      |      |      |      |       |                  |             |      |        |      |
| Acceptable    | Situation    | >3  |              |             |       |             |      |       |        |      |      |      |      |       |                  |             |      |        |      |
|               |              |   |              |             |       |             |      | Mult. | CapEx  |      | y    | OpEx |      |       | RELIAE           | ILITY       | F    | actors |      |
| C             | Code         | Description                                 | W.<br>Factor | Weight      | Score | W.<br>Score | Note |       |        | Prod | Main | Safe | Env  | Other | MTTF             | MTTR        | ĸ    | Kadd   | Ktot |
|               |              |   |              | (%)         |       |             |      | (#)   | (k€)   | (k€) | (k€) |      | (k€) | (k€)  | (h)              | (h)         | Ø    | Ø      | Ø    |
| Company       |              |   | 0.0          |             | 31.5  | 1.7         |      |       | 135    | 47   | 51   | 20   | 23   | 15    |                  |             |      |        |      |
| Plant 1       |              |   |              | 100%        |       | 3.3         |      | 11    | 135    | 47   | 51   | 20   | 23   | 15    |                  |             |      |        |      |
| F.U.1         |              | Functional Unit XYZ                         | 0.18         | 100%        | 2.3   | 1.7         |      | 4     | 50     | 20   |      | 7    | 8    | 5     |                  |             |      |        |      |
|               |              | BOARD (S-PWR-DST);400V                      | 0.04         | 19%         | 2     | 0.4         |      | 1     | 5      | 5    | 5    | 1    | 5    | 0     | 10000.0          | 5.0         | 0.04 | 0.00   | 0.04 |
|               |              | SWTB ELECT.L EQ;FROM A1-920-ES-001          | 0.03         | 16%         | 3     | 0.5         |      | 1     | 5      | 2    | 5    | ļ    | 0    | 2     | 8000.0           | 10.0        | 0.03 | 0.00   | 0.03 |
|               |              | TRAFO;(FUTURE);OF EG-051;ES-001             | 0.07         | 41%         | 2     | 0.8         |      | 1     | 30     | 6    |      | 2    | 0    | 3     | 9000.0           | 7.0         | 0.07 | 0.00   | 0.07 |
| 11211         |              | STK SYS;24",H=20M;COLD VNT;UT-BLD 7         | 0.04         | 24%         | 2     | 0.5         |      | 1     | 10     | 7    | 4    | 1    | 3    | 0     | 11000.0          | 30.0        | 0.04 | 0.00   | 0.04 |
| F.U.2         |              | Functional Unit YZX                         | 0.14         | 100%        | 4.3   | 3.3         |      | 4     | 25     | 17   | 21   | 7    | 10   | 5     |                  |             |      |        |      |
|               |              | VLV/D-PRS;3";TO PCV-703 A/B/C/D TO          | 0.04         | 200/        |       |             |      | ١.    |        |      | _    |      | اء   |       |                  | 2.0         | 0.04 |        | 0.04 |
|               |              | COLD  | 0.04         | 30%         | 5     | 1.5         |      | 1     | 10     |      | 5    |      | 5    | 0     | 5000.0           | 2.0         | 0.04 | 0.00   |      |
|               |              | VLV/CTR;BETW L.FG-302-10"-B13-HC &          | 0.04         | 26%<br>20%  | 4     | 1.0<br>0.8  |      | 1 1   | 5<br>5 | 2    | 5    | 3    | 0    | 2     | 8000.0<br>9000.0 | 10.0<br>7.0 | 0.04 | 0.00   | 0.04 |
|               |              | VLV/CTR;BETW L.FG-302-10"-B13-HC &          | 0.03         |             | 4     |             |      | 1 1   | 5      | 5    | 4    | 2    |      |       |                  |             | 0.03 |        |      |
|               | 200-PCV-703C | VLV/CTR;BETW L.FG-302-10"-B13-HC &          | 0.04         | 24%<br>100% | 5.0   | 1.0         |      | 1     | 60     | 10   |      | 6    | 5    | 0     | 7000.0           | 30.0        | 0.04 | 0.00   | 0.04 |
| F.U.3         |              | Functional Unit ZXY                         | 0.16         |             |       | 5.0         |      | 3     |        |      | 13   |      | 5    | 0     | 5000.0           | 2.0         | 0.04 | 0.00   | 0.04 |
| A1-55         |              | PUMP/SUB (EXT-DR);OF VA-012                 | 0.04         | 23%         | 5     | 1.2         |      | 1     | 10     | 2    | 3    | 1    | 3    | U     | 5000.0           | 2.0         | 0.04 | 0.00   | 0.04 |
| *** ***       |              | PUMP/SUB (EXT-DR);NOT INSTA.D;OF VA-<br>012 | 0.06         | 36%         | 5     | 1.8         |      | ١,    | 20     |      | 5    | 3    | 0    | 2     | 4000.0           | 5.0         | 0.06 | 0.00   | 0.06 |
|               |              |   | 0.06         | 41%         | 5     | 2.1         |      | 1     | 30     | 2    | 3    |      | 0    | 2     | 7000.0           | 3.0         | 0.06 | 0.00   | 0.00 |
| A1-55         | 50-VA-012    | VES/HOR-PRS;CL-DR DRUM                      | 0.07         | 41%         |       | 2.1         |      | 1     | 30     | 5    |      |      | U    | 5     | /000.0           | 5.0         | 0.07 | 0.00   | 0.07 |
| Plant 2       |              | TO BE COMPLETED !!!!                        |              | 100%        | 20    | 0.0         |      |       |        |      |      |      |      |       |                  |             |      |        |      |
|               |              |   |              |             |       |             |      |       |        |      |      |      |      |       |                  |             |      |        |      |

LEGEND

W.Factor Weighting factor calculated using Capex, Opex & Reliability parameters

Weight Normalized weight of the score [0%,100%]

Score Nomilzed score [0,5] given by Business Analyst to current object (0: worst case, 5: best case)

W.Score Weighted score as obtained with following formula: SCORE \* (1 - WEIGHT%)

Mult Multiplier used to increase value of Ktot.

CapEx Capital Expenditure

OpEx Operational Expenditure Prod Production Expenditure

Main Maintenance Expenditure

Safe Safety Expenditure

Env Environment Expenditure

Other Other Expenditure

MTTR Mean time to Repair



**KPI Sicurezza** KPI Esempi









### Matrice Multidimensionale Valorizzata Economicamente

Cat.Conseg.Area Cat. Conseg.Costo Fattori Danno RBI Mangement Factor

**API RBI CONCEPTS** R(t) = P(t) \* CoP(t) = Fr\*Df(t)\*FmsCo=a\*X^b

Fr: Failure Frequency

Df: Damage Factor which is determined based on the applicable damage mechanisms Fms: Management System Factor accounts for the influence of the facility's management system on the mecha Co: Consequence

DIMENSIONI Addizionali Frequency Change (dP?) Detectability (dPDet) -0.05 -0.15-0.45 0.01 0.05 0.15 Ageing (dPAge) 0 LIKELIHOOD (P)

1,750

275

28

5.250

825

83

15,750

2,475

248

25

| _                               |                       |                 |                       |            | 11  |       |                       |                       |                        |                       |                       | _     |                       |                       |       |                       |                       |         |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|------------|-----|-------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------|-----------------------|-----------------------|-------|-----------------------|-----------------------|---------|
| DIME                            | NSION                 | Addi            | zionali               |            |     |       | ASS                   | ET                    | ET PRODUCTION HSE LEGA |                       |                       |       |                       | LEGAL                 |       |                       |                       |         |
|                                 | <value> *1000</value> |                 | <value> *1000</value> |            |     | Score | Low.<br>Lim.<br>*1000 | Upp.<br>Lim.<br>*1000 | Unit                   | Low.<br>Lim.<br>*1000 | Upp.<br>Lim.<br>*1000 | Unit  | Low.<br>Lim.<br>*1000 | Upp.<br>Lim.<br>*1000 | Unit  | Low.<br>Lim.<br>*1000 | Upp.<br>Lim.<br>*1000 | Unit    |
| to<br>tt)                       | 4                     | ing             | 1,200                 |            | VH  | 5     | 10,000                | 60,000                | Units                  | 3,750                 | 7,500                 | Units | 1,920                 | 3,840                 | Units | 810                   | 1,620                 | Units   |
| ost due to<br>(dCoCnt)          | - 15                  | to Ageing<br>e) | 300                   | (CO)       | Н   | 4     | 1,000                 | 10,000                | Units                  | 750                   | 3,750                 | Units | 480                   | 1,920                 | Units | 270                   | 810                   | Units   |
| nal Cost<br>ment (dC            | - 60                  | due<br>SoAg     | 60                    | Cosequence | М   | 3     | 100                   | 1,000                 | Units                  | 150                   | 750                   | Units | 120                   | 480                   | Units | 90                    | 270                   | Units   |
| Additional Co:<br>Containment ( | - 300                 | S               | 15                    | Cose       | L   | 2     | 10                    | 100                   | Units                  | 30                    | 150                   | Units | 30                    | 120                   | Units | 30                    | 90                    | Units   |
| Q Q                             | - 1,200               | Add             | J.                    |            | VL  | 1     | 1                     | 10                    | Units                  | 30                    | 30                    | Units | 30                    | 30                    | Units | *                     | 30                    | Units   |
| FCntC                           | 1.0                   | FAgeC           | 1.0                   |            | FCo | 1.0   |                       |                       |                        |                       |                       |       |                       |                       |       | Ma                    | atrice Asimi          | metrica |



| er  |           | Lower<br>Limit | Upper<br>Limit | • |
|-----|-----------|----------------|----------------|---|
| anı | Very High | 1250           | 2500           |   |
|     | High      | 250            | 1250           | П |
|     | Medium    | 50             | 250            |   |
|     | Low       | 10             | 50             |   |
|     | Very Low  | 0              | 10             |   |

| Barely<br>Credible<br>event | Rare<br>event | Credible event | Probable<br>event | Very<br>Probable<br>event |
|-----------------------------|---------------|----------------|-------------------|---------------------------|
| 1                           | 2             | 3              | 4                 | 5                         |
| 0.00                        | 0.03          | 0.08           | 0.23              | 0.68                      |
| 0.03                        | 0.08          | 0.23           | 0.68              | 1.00                      |
| Ev/year                     | Ev/year       | Ev/year        | Ev/year           | Ev/year                   |
| 40Vears                     | 13 3Vears     | 4 4Vears       | 15Vears           | 1Vears                    |

COSTS

Cost of Lost Inventory + Shutdown to Repair (Asset)

Cost of Lost Production inclunding penalties (PRODUCTION)

R(t) = P(t,AgeP,DetP) \* Co(t,AgeCo,CntCo)

Cost due to Legal Issues+Insurance (LEGAL)

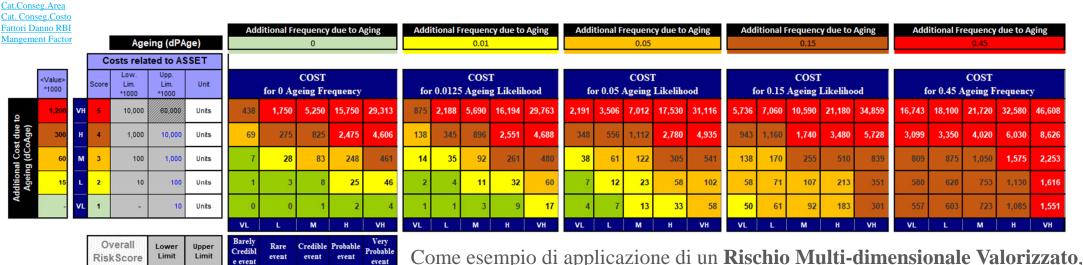
Cost for Personnel Health (due to injuries) & Safety (due to penalties) + Environmental Damage (for cleaning or governenment fines) (HSE)

La diapositiva propone una Matrice Multidimensionale Valorizzata con i Costi Attesi di Danno Economico causati Molteplici Conseguenze (Co<sub>n</sub>) (che, se opportunamente definite, possono essere consuntivate sommando tutti i loro contributi) aggravate o meno da Molteplici Fattori Aggiuntivi (Dimensioni). Le Matrici Multidimensionali possono essere descritte tramite Tabelle Pivot.





### Matrice Multidimensionale con Conseguenza Singola e Invecchiamento



2500 250 10 50

|   | Barely<br>Credibl<br>e event | Rare<br>event | Credible<br>event | Probable<br>event | Very<br>Probable<br>event |
|---|------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
|   | 1                            | 2             | 3                 | 4                 | 5                         |
|   | 0.00                         | 0.03          | 0.08              | 0.23              | 0.68                      |
| 1 | 0.03                         | 0.08          | 0.23              | 0.68              | 1.00                      |
| 1 | Ev/year                      | Ev/year       | Ev/year           | Ev/year           | Ev/year                   |
| 1 | 40Years                      | 13.3Years     | 4.4Years          | 1.5Years          | 1Years                    |

si individua un Contributo Addizionale alla Frequenza di Accadimento di un Evento Rilevante dovuto all'invecchiamento dell'impianto che va da una frequenza addizionale di «0 eventi/anno» (corrispondente ad una situazione in assenza di invecchiamento) ad una frequenza addizionale di «0.45 eventi/anno» (corrispondente all'invecchiamento massimo da analizzare).

Le matrici asimmetriche proposte rappresentano l'esplosione di una **Tabella Pivot** basata su «Frequenza» \* «Conseguenze»

«Invecchiamento» come variabile pivot.

Per tutte le situazioni (incluse le intermedie) si ricalcola la *Matrice di Rischio* col contributo derivante dall'invecchiamento e si possono evidenziare i risultati tramite colori.

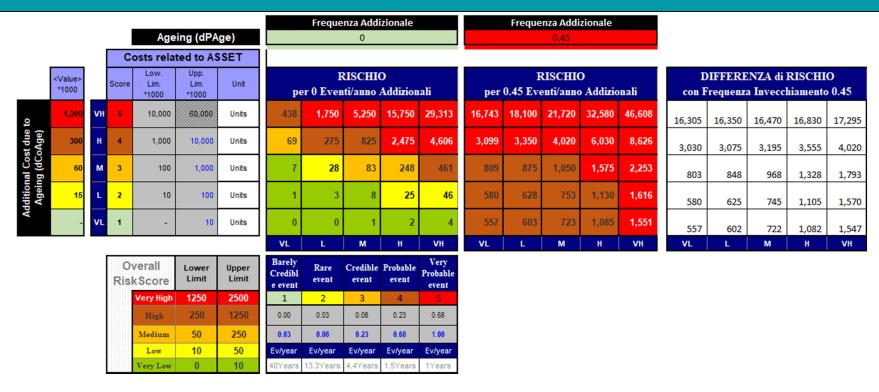








### Confronto tra Scenari di Danno con e senza Invecchiamento



Si selezionano quindi gli <u>scenari</u> che si desidera confrontare 2. identificando le relative *Matrici di Costo Atteso* che nell'esempio qui proposto sono:

- 1. **«Scenario in Assenza di Invecchiamento»** (*«Additional Frequency»=0 eventi/anno*)
- . «Scenario con Invecchiamento Presente» («Additional Frequency»=0.45 eventi/anno).

Le informazioni presenti nelle due matrici possono essere **consolidate** in una matrice che propone la **Differenza** del **Costo del Danno Atteso** ottenuto nei due scenari analizzati.









# Analisi degli Eventi Rilevanti con Bow-Tie

Le *Matrici* (*Bidimensionali* o *Multidimensionali*, *Gerarchizzate* o *meno*) sono più adatte a trattare logiche di impianto non complesse o piccole parti di impianti complessi (eventualmente gerarchizzabili); per questa ragione è bene che, all'aumentare della complessità di analisi, si consideri l'uso di tecniche più sofisticate quali:

1. L'albero dei Guasti



2. L'albero degli Eventi



3. Reti Affidabilistiche



4. Ecc.

Per l'analisi degli *Incidenti Rilevanti*, è molto diffusa la tecnica del **Bow-Tie** che descrive:





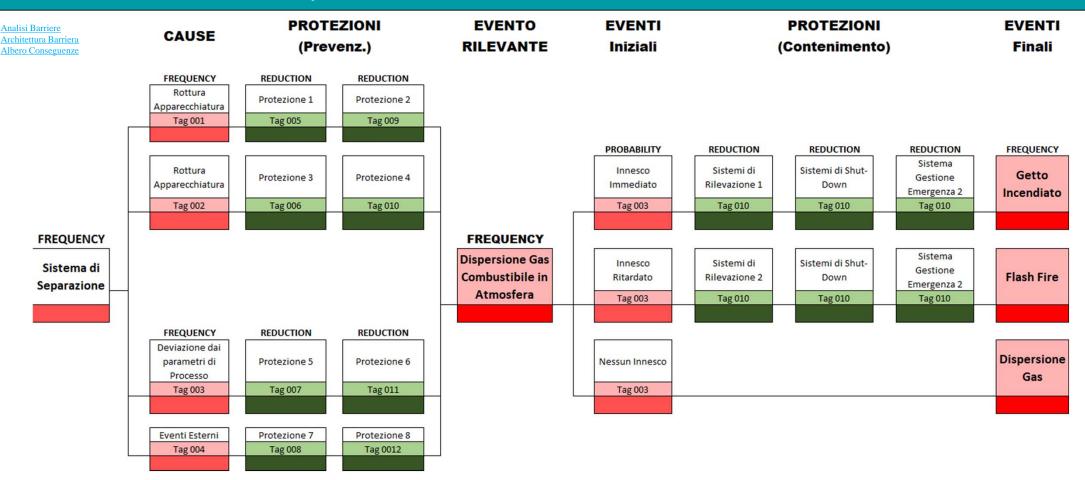
1. Le «*Cause*» tramite <u>Alberi di Guasti Semplificati</u> (a sinistra) con una particolare visualizzazione di tutti i contributi derivanti dalle «*Barriere di Prevenzione*» adottate.



Le «Conseguenze» tramite Alberi degli Eventi (a destra) che sviluppano le conseguenze iniziali dell'Evento Rilevante (ad esempio «l'Innesco Immediato» piuttosto che «l'Innesco Ritardato») nelle conseguenze finali (ad esempio «Getto di Fuoco» piuttosto che «Dispersione») mostrando l'influenza delle «Barriere di Contenimento» previste.



### **Bow-Tie Grafico Qualitativo**



Questo esempio illustra un tipico **Bow-Tie** non Quantificato descrivente un ipotetico Incidente (ad esempio «Dispersione di Gas Combustibile in Atmosfera») utilizzato durante una analisi SECE.

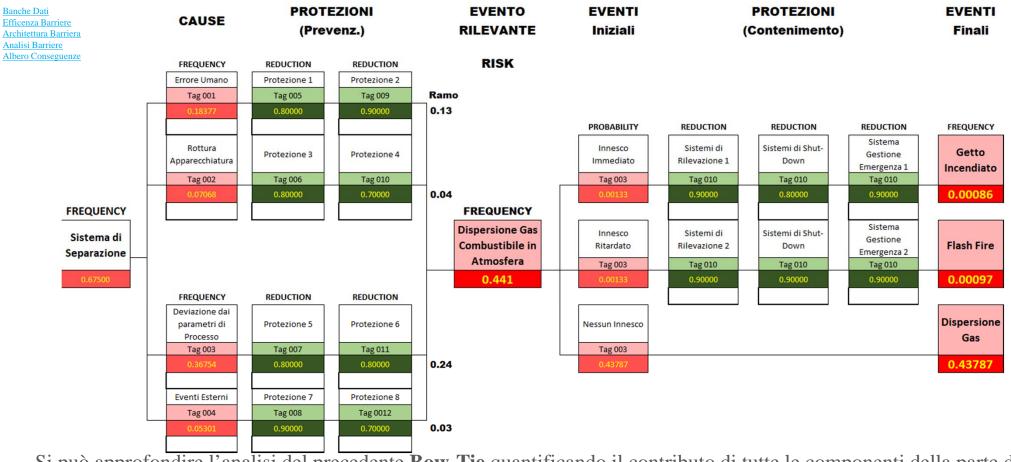








# **Bow-Tie Grafico Quantificato con Frequenze**



Si può approfondire l'analisi del precedente **Bow-Tie** quantificando il contributo di tutte le componenti della parte di impianto coinvolta in termini di Frequenza di Guasto e Coefficenti di Riduzione valutando la frequenza dell'Evento Rilevante e la frequenza delle Eventi Finali.

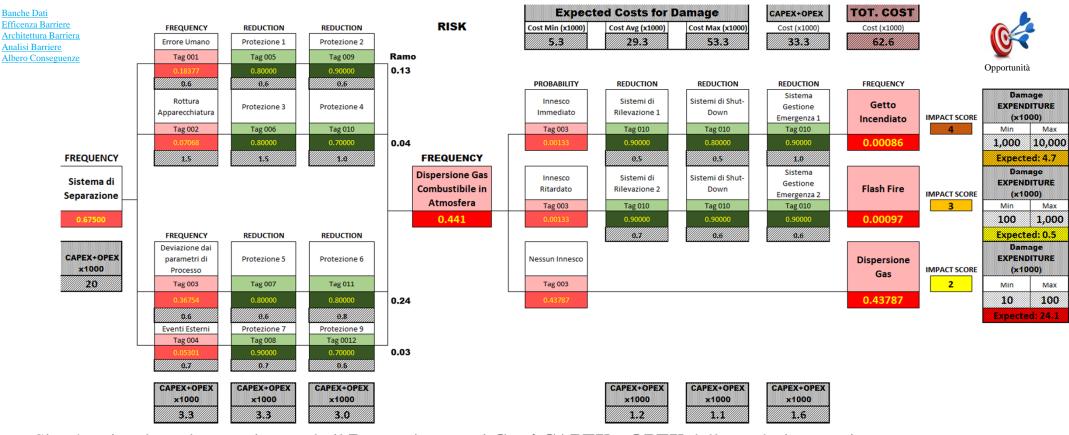








# Bow-Tie Grafico Quantificato con Frequenze e Costi



Si può poi andare oltre, aggiungendo il **Danno Atteso** e i **Costi CAPEX e OPEX** delle medesime parti per ottenere un:

Costo Atteso Totale(t) = Costo di Danno Atteso(t) + CAPEX + OPEX(t)

Nel caso in cui le condizioni operative debbano essere adeguate alla nuova situazione allora occorrerà completare la valutazione con una analisi di **Disponibilità** e relativo impatto economico.





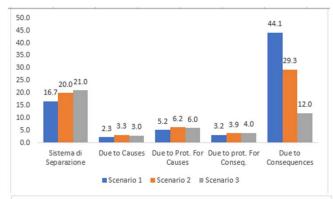
### **Confronto Scenari di Costo**

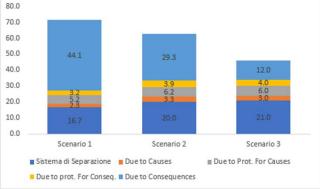
L'influenza delle apparecchiature critiche e dei sistemi di protezione adottati può essere valutata confrontando i *Costi Associati agli Scenari* con lo scopo di identificare i contributi maggiori al **Costo di Danno Atteso**.

Si può poi raffinare la valutazione economica per ricercare eventuali punti di maggior convenienza (opportunamente <u>inflazionati</u> e <u>scontati</u>) considerando anche altri contributi al *Costo Totale Atteso* quali **CAPEX**, **OPEX**, **Spese Legali**, **Spese Assicurative**, **Spese di Formazione**, ecc.

Tale approfondimento economico potrebbe servire per meglio indirizzare scelte aziendali quali:

- 1. Riduzione dei Costi di Danno Atteso (ossia Riduzione del Rischio ad esempio tramite ri-condizionamento o sostituzione macchine)
- 2. Ottimizzazione della Manutenzione, delle Ispezioni & delle Sostituzioni Periodiche di Apparecchiature (di minor rilevanza)
- 3. Ottimizzazione della Gestione dei Materiali (Livelli di Riordino, Livelli di Sicurezza, Quantità Ottimali di Riordino, ecc.)
- 4. **Ecc.**







|         |                          | Scenario 1 | Scenario 2 | Scenario 3 |
|---------|--------------------------|------------|------------|------------|
| VOC     | Sistema di Separazione   | 16.7       | 20.0       | 21.0       |
| 700     | Due to Causes            | 2.3        | 3.3        | 3.0        |
| Canavat | Due to Prot. For Causes  | 5.2        | 6.2        | 6.0        |
| S       | Due to prot. For Conseq. | 3.2        | 3.9        | 4.0        |
|         | Due to Consequences      | 44.1       | 29.3       | 12.0       |
|         | TOTAL                    | 71.5       | 62.6       | 46.0       |
|         | CAREY+OREY               | 27.2       | 22.2       | 24.0       |









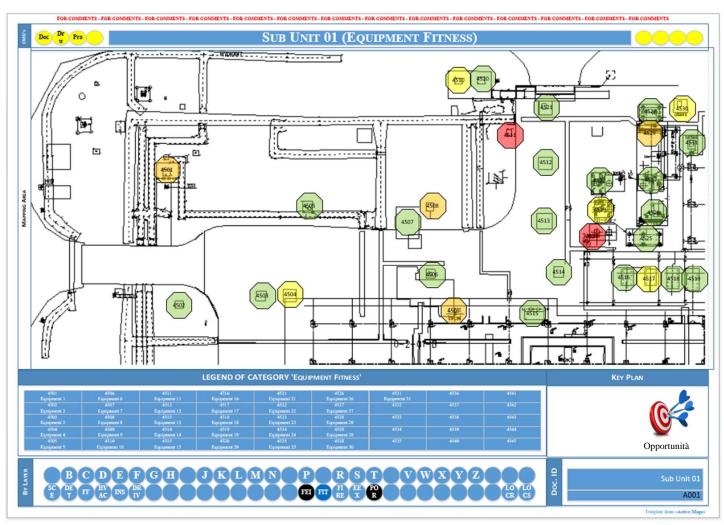


# Controllo Rischio Impianto tramite Sinottico Interattivo

Calcolato il *Rischio di Impianto* occorre adottare una metodica per un rapido ed efficacie riassunto dello Stato del Rischio; a tale proposito si può considerare un **Sinottico** utilizzante una Scala di Colori per una immediata ed efficace proposizione della situazione tramite appositi KPI associabili al Rischi di Impianto.

L'esempio a fianco propone un sinottico illustrante lo stato di salute (fitness) di una selezione di apparecchiature (ad esempio i SECE) misurato tramite il un Criterio applicato agli Intervalli di Confidenza dei RATEI GUASTO:

|              | VERDE               | GIALLO         | 00  | CRA | MA  | RRONE | ROS     | SO    |
|--------------|---------------------|----------------|-----|-----|-----|-------|---------|-------|
| Design Lim.  | LID LSD             | LID LSD        | LID | LSD | LID | LSD   | LID LSD |       |
| Operat. Lim. | LI LS LI            | I LS           | LI  | LS  | LI  | l L   | S       | LI LS |
| LI?          | Lower Confidence    | e Limit of MTT | F   |     |     |       |         |       |
| LU?          | Upper Confidence    | e Limit of MTT | F   |     |     |       |         |       |
| VERDE        | LID < LI < LS < LSD |                |     |     |     |       |         |       |
| GIALLO       | LI < LS < LID < LSD |                |     |     |     |       |         |       |
| OCRA         | LI < LID < LS < LSD |                |     |     |     |       |         |       |
| MARRORE      | LID < LI < LSD < LS |                |     |     |     |       |         |       |
| ROSSO        | LID < LSD < LI < LS |                |     |     |     |       |         |       |
|              | 144                 |                |     |     |     |       |         |       |









# Allegati

- Processo Generale di «Asset Integrity» e Manutenzione
- Sommario di Processo di Gestione dei SECE
- Dettaglio Processo di Gestione dei SECE con Obsolescenza
- Identificazione dei SECE e «Safety Performance Standard»
- Categorizzazione delle Conseguenze per Area in API RBI
- Categorizzazione delle Conseguenze per

#### Costo in API RBI

- Fattori di Danno in API RBI
- Management Factors in API RBI 8.
- Efficenza della Barriera
- 10. Analisi delle Barriere
- 11. Reliability Data Bank
- 12. Alberi delle Conseguenze
- 13. Indici di Valutazione Prestazioni (KPI) di Sicurezza
- 14. Esempi di KPI's di Sicurezza

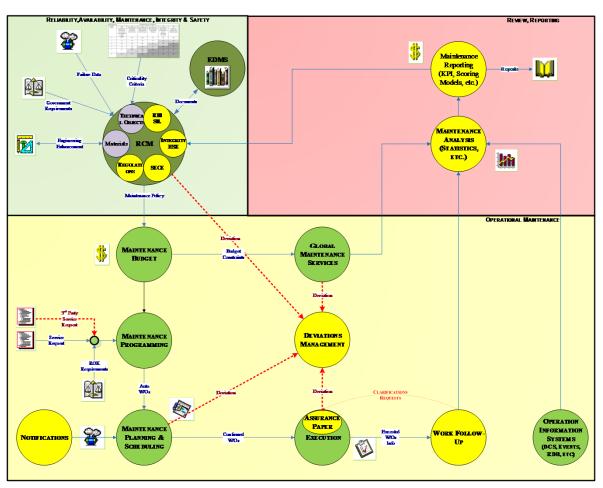


# All.: Processo Generale di «Asset Integrity» e Manutenzione

Il processo generale relativo alla gestione dell' «Asset Interity» e della Manutenzione può essere logicamente suddiviso nelle seguenti macro categorie:

- 1. Attività di Progettazione
- 2. Attività di Budget, Programmazione, Pianificazione, Schedulazione ed Esecuzione Lavori
- 3. Attività di Consuntivazione e Rapportistica
- 4. Attività di Miglioramento o Modifica (Ri-Progettazione).

I processi su sfondo giallo sono prevalentemente relativi ad attività di «Asset Integrity» e HSE.









### All.: Sommario di Processo di Gestione dei SECE



In generale, il progesso gestionale dei **SECE** può essere riassunto come segue:

#### Durante la Fase di Progettazione/Ristrutturazione

- Identificazione dei SECE e Abbinamento ai "Safety Performance Standards": studio del processo finalizzato alla identificazione delle apparecchiature critiche per sicurezza ed ambiente con identificazione dei "Safety Performance Standard" contenenti le Misure di Assicurazione da applicare e la valutazione dei Rischi Associati agli Eventi Rilevanti utilizzati nell'analisi con o senza considerazioni sull'Invecchiamento dell'Impianto.
- Allineamento delle Misure di Assicurazione con le Strategie di Manutenzione implementate tramite ERP.

#### **Durante la Fase di Produzione**

- Esecuzione delle attività associate alle misure di assicurazione e loro controllo.
- Gestione delle eventuali Deviazioni riscontrate nella applicazione delle misure di assicurazione.
- Analisi dei risultati ed eventuale proposizione di migliorie e modifiche. 5.



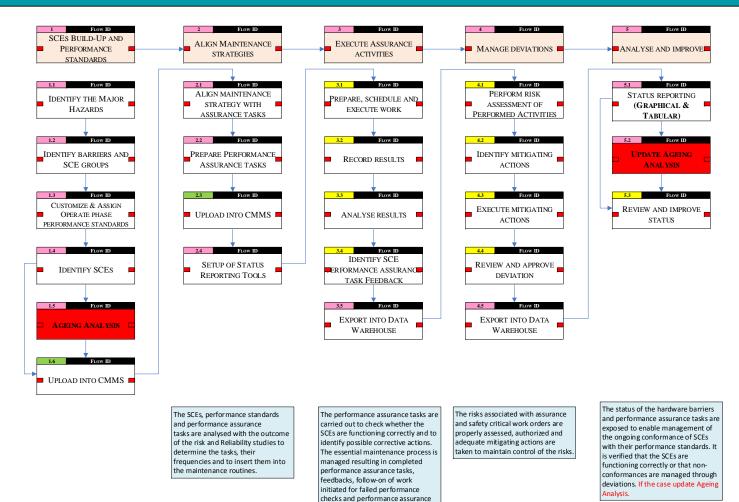








# All.: Dettaglio Processo di Gestione dei SECE con Obsolescenza





tasks that have not been completed

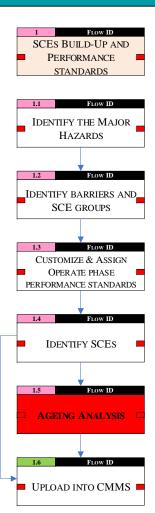
Safety Environment Quality







# All.: Identificazione dei SECE e «Safety Performance Standard»



Il processo di identificazione dei SECE può essere riassunto come segue.

#### IDENTIFICAZIONE DEI RISCHI RILEVANTI

Tradizionalmente, si utilizza una metodica ad indici che ha lo scopo di catalogare tutti i rischi identificati tramite il rango che possiedono all'interno di una Matrice di Rischio definita per il progetto.

#### IDENTIFICAZIONE BARRIERE E RELATIVI GRUPPI

Si identificano tutte le barriere finalizzate alla prevenzione o contenimento dei Rischi Identificati e le si classifica all'interno di una tassonomia di gruppi atta a facilitare la futura correlazione con i Safety Performance Standards e con i Piani di Manutenazione

#### IDENTIFICAZIONE DEI SECE

A seconda della definizione aziendale, si possono identificare le *Apparecchiature Critiche* che sono la causa del Rischio unitamente alle Apparecchiature che sono atte a svolgere le Funzioni di Protezioni identificate.

#### PERSONALIZZAZIONE E ASSEGNAZIONE DEI «SAFETY PERFORMANCE STANDARD»

Si assegnano i «Safety Performance Standards» ai SECE identificati e, nel caso sia necessario, si personalizzano i «Safety Performance Standards» alla situazione impiantistica tramite un apposito processo di gestione del cambiamento.

#### ANALISI INVECCHIAMENTO SISTEMI

#### **CARICAMENTO SU CMMS**

Infine si caricano le informazioni sul CMMS aziendale con particolare riferimento alle informazioni atte ad identificare i SECE, i «Safety Performance Standards» e le Misure di Assicurazione.









# All.: Categorizzazione delle Conseguenze per Area in API RBI

|          | Probability Category (1)           |          | Consequence Category (2) |
|----------|------------------------------------|----------|--------------------------|
| Category | Range                              | Category | Range (m <sup>2</sup> )  |
| 1        | $D_{f-\textit{total}} \leq 2$      | Α        | <i>CA</i> ≤ 9.29         |
| 2        | $2 < D_{f-\textit{total}} \leq 20$ | В        | $9.29 < CA \le 92.9$     |
| 3        | $20 < D_{f-total} \le 100$         | С        | $92.9 < CA \le 279$      |
| 4        | $100 < D_{f-total} \leq 1000$      | D        | $279 < CA \le 929$       |
| 5        | $D_{f-total} > 1000$               | E        | CA > 929                 |







# All.: Categorizzazione delle Conseguenze per Costo in API RBI

|          | Probability Category (1)      |          | Consequence Category (2)        |
|----------|-------------------------------|----------|---------------------------------|
| Category | Range                         | Category | Range (\$)                      |
| 1        | $D_{f-\textit{total}} \leq 2$ | Α        | $FC \le 10,000$                 |
| 2        | $2 < D_{f-total} \le 20$      | В        | $10,000 < FC \le 100,000$       |
| 3        | $20 < D_{f-total} \leq 100$   | С        | $100,000 < FC \le 1,000,000$    |
| 4        | $100 < D_{f-total} \leq 1000$ | D        | $1,000,000 < FC \le 10,000,000$ |
| 5        | $100 < D_{f-total} \leq 1000$ | E        | FC > 10,000,000                 |
|          |                               | ı        | 1                               |





### All.: Fattori di Danno in API RBI

Le **API RBI** intendono i **Fattori di Danno** come <u>strumenti di indagine per determinare la priorità delle ispezioni unitamente alla ottimizzazione degli obiettivi di ispezione.</u>

Pertanto i *Fattori di Danno* non devono essere considerati come stumenti di valutazione **FFS** (*Fitness for Service*) bensì come strumenti di natura statistica per stimare la quantità di danno presente, possibilmente, in funzione del tempo di servizio e della efficacia delle ispezioni attuate senza con questo ambire a valutare la effettiva probabilità di guasto come utilizzata in analisi di affidabilità.

Infine, i *Fattori di Danno* hanno lo scopo principale di <u>focalizzare</u> <u>l'attenzione su Apparecchiature Critiche</u> piuttosto che su apparecchiature non critiche in base a specifici criteri di valutazione

I **Fattori di Danno** correntemente disponibili nelle API RBI sono i seguenti:

- a) Thinning  $D_f^{thin}$
- b) Component Linings  $D_f^{\mathit{elin}}$
- c) External Damage  $D_f^{extd}$
- d) Stress Corrosion Cracking  $D_f^{scc}$
- e) High Temperature Hydrogen Attack  $D_f^{htha}$
- f) Mechanical Fatigue (Piping Only)  $D_f^{mfat}$
- g) Brittle Fracture  $D_f^{brit}$

$$D_{f-total} = \max \left[ D_{f-gov}^{thin}, \ D_{f-gov}^{extd} \ \right] + D_{f-gov}^{scc} + D_{f}^{htha} + D_{f-gov}^{brit} + D_{f}^{mfat}$$

$$D_{f-total} = D_{f-gov}^{thin} + D_{f-gov}^{extd} + D_{f-gov}^{scc} + D_{f}^{htha} + D_{f-gov}^{brit} + D_{f}^{mfat}$$



## All.: Management Factors in API RBI

Le API RBI propongono di valutare il "Management Factor" tramite una audit con Domande a Punteggio ("score").

Il Punteggio Massimo raggiungibile è di 1000 punti.

Il punteggio ottenuto viene trasformato in percentuale che viene utilizzata per valutare il «Management Factor» tramite la seguente formula:

$$F_{MS} = 10^{(-0.02 * pscore + 1)}$$

dove

$$pScore = Score * 0.1$$

La formula è basata sulla assunzione che il punteggio medio di impianto sia pari al 50% (ossia 500 punti sui 1000 massimi allocabili) e che il 100% di punteggio corrisponda ad una riduzione del rischio totale di 1 ordine di grandezza.

Occorre notare che pratiche differenti tra le varie unità di impianto potrebbero creare differenti valutazioni dei "Management Factors". Tuttavia, la pratica suggerita da API RBI è quella di di considerare un unico "Management Factor" per studio e applicare tale fattore a tutti i componenti dello studio.

Se si adotta questa pratica, allora si ottiene che l'utilizzo dei "Management Factors" non altera la graduatoria di rischio dei vari component di impianto.



### All.: Efficenza della Barriera

Una possibile valorizzazione della efficacia complessiva può essere la seguente:

#### EFFICACIA BARRIERA

Efficenza Operativa \* Tasso Guasto Barriera dove

- Efficenze Operative sono specifiche per ogni barriera esaminata e valutano l'effettivo livello di implementazione, l'integrità e l'efficacia complessiva all'interno dell'installazione utilizzando un parametro denominato «HEP».
- Tasso di Guasto della Barriera si riferisce a Tasso di Guasto del Sistema componente

#### Efficenza Operativa (HEP)

Gli elementi delle barriere riconducibili a fattori umani e carenze associabili al controllo operativo possono essere valutate in linea con tecniche strutturate per la valutazione del *Fattore Operativo*, comunemente utilizzate nell'industria.

Tra le varie tecniche, si può utilizzare la metodologia di analisi per la valutazione dei rischi associati ad errori umani all'interno di impianti pericolosi denominata SPAR-H.

Tale metodo identifica un valore denominato HEP così definito:

$$HEP = \frac{NHEP \times \prod_{i=1}^{n} S_{i}}{NHEP \times (\prod_{i=1}^{n} S_{i} - 1) + 1}$$

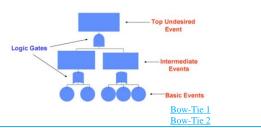
0.1 (alte prestazioni) <= HEP <= 1 (basse prestazioni) Con:

Si: Shaping Factor per l'elemento di analisi i.esimo che descrive la capacità dell'elemento a svolgere la sua funzione

NHEP: 0.1 è probabilità nominale di errore umano per lo svolgimento di lavori molto complessi.

#### Tassi Guasto Barriera

Ottenuto tramite semplici alberi di guasto descrivente il Sistema di Protezione sotto analisi.









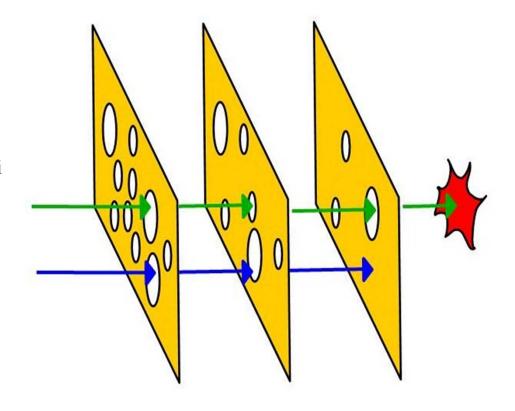
### All.: Analisi delle Barriere

Le Efficacia Complessiva delle Barriere è classicamente descritta utilizzando l'allegoria del "Formaggio Svizzero".

In tale allegoria, le barriere sono rappresentate in serie e sono mostrate con un certo numero di fori che rappresentano possibili punti di debolezza delle barriere stesse o decadimenti potenziali della loro efficacia.

In genere questi punti di debolezza non sono singolarmente rilevanti ma se, per una particolare situazione impiantistica o di processo, i punti di debolezza (i fori) si allineano allora può sussistere la possibilità che l'intero Sistema di Protezione fallisca anche a causa di eventi singolarmente poco rilevanti.

Questo sottolinea l'importanza della **verifica che non esista la** possibilità che l'accumularsi di inconvenienti minori possa raggiungere un punto critico in cui un evento rilevante può accadere e ciò, in genere, può ottenersi tramite l'applicazione di misure di assicurazione atte a verificare la integrità delle barriere preposte alla protezione del processo.







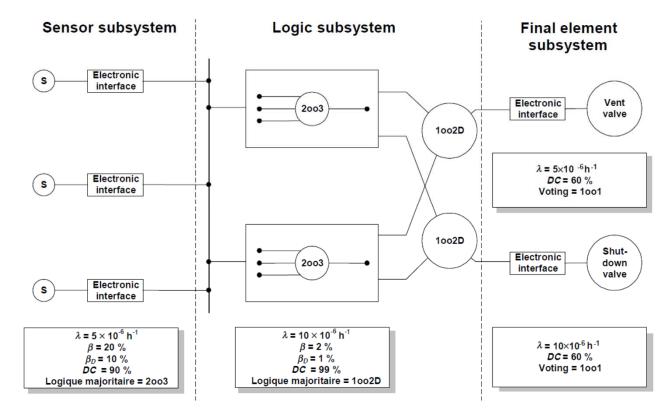




# All.: Architettura Tipica di una Funzione di Protezione

Come esempio di *Funzione di Protezione*, si riporta uno schema *SIF* proposto dalle norme BIS IEC dove si evincono i seguenti elementi critici:

- Sensori (inclusa interfaccia elettronica); ad esempio, sistema composto da 3 elementi principali
- Sistemi per Gestione Logiche di Controllo; ad esempio, sistema composto da 2 elementi principali
- Valvola di Vent (incluso interfaccia elettronica e sistema di attuazione); ad esempio, sistema composto da 1 elemento principale
- Valvola di Shutdown (incluso interfaccia elettronica e sistema di attuazione); ad esempio, sistema composto da 1 elemento principale





Fonte «BIS IEC 61506-6»1

Bow-Tie 2

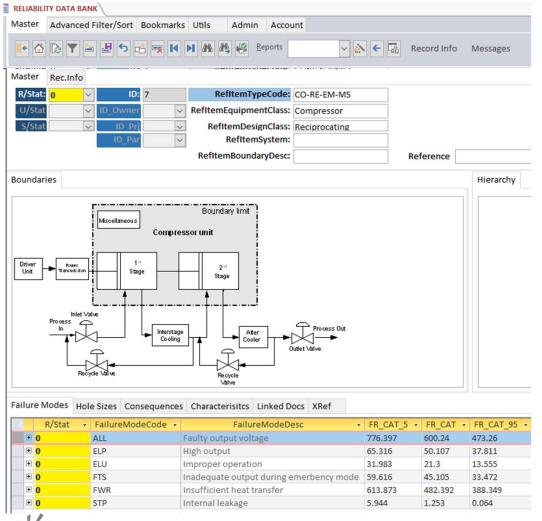


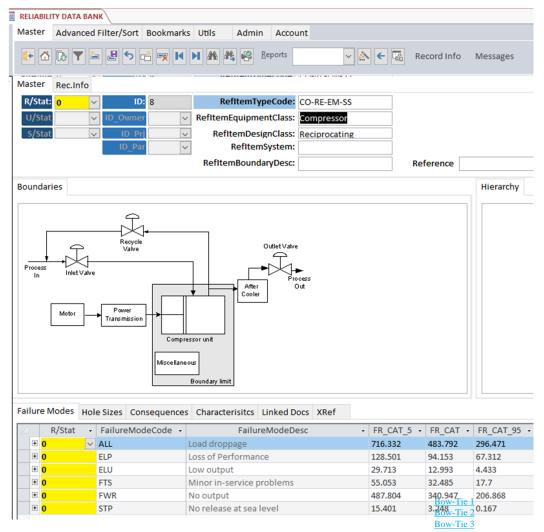






# **All.: Reliability Data Bank**



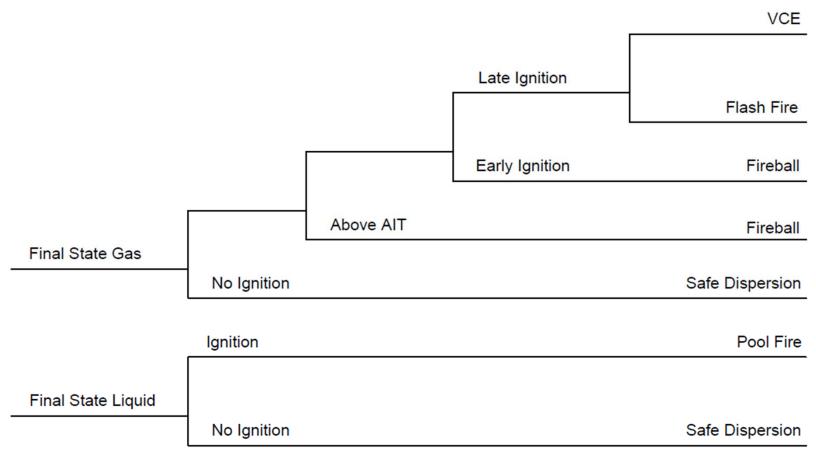






# All.: Albero delle Conseguenze per Rilascio Istantaneo (API-581)

#### Instantaneous-Type Release





Bow-Tie 2

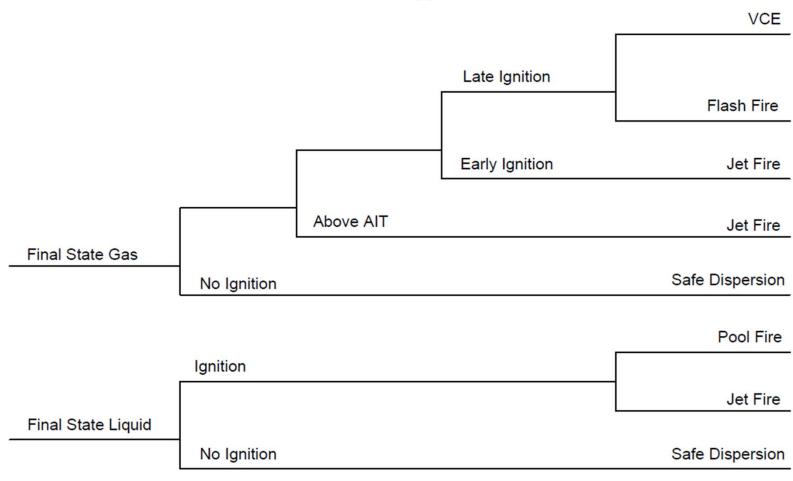
Quality





# All.: Albero delle Conseguenze per Rilascio Continuo (API-581)

#### Continuous-Type Release





Bow-Tie 1 Bow-Tie 2 Bow-Tie 3

Quality 🕌





# All.: Indici di Valutazione Prestazioni (KPI) di Sicurezza

Gli **indicatori di Prestazioni** (KPI) sono rappresentati da valori numerici che cercano di sintetizzare l'accadere di un particolare evento a partire dai più gravi (come esplosioni, ecc.) sino ad arrivare ai meno importanti (come la rottura di una pompa e via dicendo).

La impalcatura sui cui si sviluppano gli *Indicatori di Prestazione* è classicamente descritta dalla piramide a fianco.

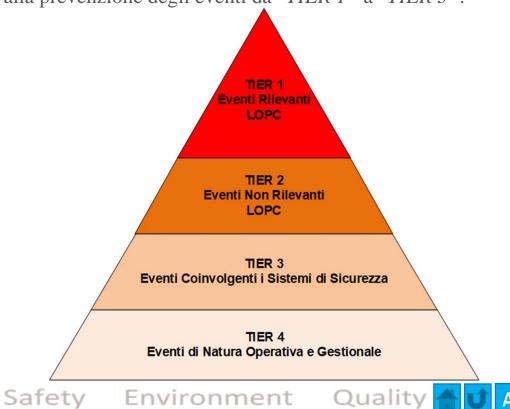
Gli eventi "**TIER 1**" si riferiscono a situazioni **LOPCs** ("*Loose of Primary Content*") che hanno conseguenze di grande magnitudine.

Gli eventi "**TIER 2**" si riferiscono a situazioni **LOPCs** che hanno conseguenze di magnitudine inferiore a quella del *TIER 1 con limiti di separazione ben definiti*.

Gli eventi "**TIER 3**" sono non voluti, non pianificati e non controllabili e coinvolgano <u>Sistemi di Sicurezza</u> ma non

hanno la magnitudine del livello "TIER 2", di nuovo con limiti di separazione ben definiti.

Gli eventi "**TIER 4**" si riferiscono alle funzioni attese di sistema o di singole apparecchiature in generale preposte alla prevenzione degli eventi da "*TIER 1*" a "*TIER 3*".





### All.: Indice Obsolescenza

| Ageing Code                  | Ageing Type Code | Tags                  | Long Descriptio                            | Factor A Descriptio                                | Factor<br>A | Factor B  Description                            | Factor<br>B × | Factor C  Description | Factor<br>C ~ | Factor D  Descriptio     | Factor<br>D ~ | Criteria                                     | Criteria<br>Value |   |
|------------------------------|------------------|-----------------------|--|--|-------------|--|---------------|-----------------------|---------------|--------------------------|---------------|--|-------------------|---|
| dxObs                        | Summary          |                       | Indice di Os                               | olescenza (meto                                    | do INA      | IL)  |               |                       |               |                          |               | Penalty Tot +<br>Compensation Tot            |                   |   |
| PENALTY Tot                  | Summary          |                       |  |  |             |  |               |                       |               |                          |               | Average(Penalties)                           |                   | Ī |
| Ope.Time/Age                 | Penalty          | ABC-001, ABC-<br>002, | Età di costruzione<br>e ore di esercizio   | Età Reale - Periodi<br>Inattività                  |             | Età Massima Attesa                               |               |                       |               |                          |               | Average(Penalties)                           |                   | I |
|                              |                  | ABC-001               | e ore are esercized                        | Età Reale - Periodi Inattività                     | 40          | Età Massima Attesa                               | 40            |                       |               |                          |               | FactorA/FactorB                              | 1.00              | f |
|                              |                  | ABC-002               |  | Età Reale - Periodi Inattività                     | 42          | Età Massima Attesa                               | 40            |                       |               |                          |               | FactorA/FactorB                              | 1.05              | Ī |
|                              |                  | ABC-003               |  | Età Reale - Periodi Inattività                     | 43          | Età Massima Attesa                               | 40            |                       |               |                          |               | FactorA/FactorB                              | 1.08              |   |
| Ope.Time/Age                 | Penalty          | ABC-001, ABC-<br>002, | Età di costruzione<br>e ore di esercizio   | Ore di esercizio attuali                           |             | Ore massime di Esercizio<br>attese               |               |                       |               |                          |               | FactorA/FactorB                              |                   |   |
| Unplanned Shutdown           | Penalty          | All Tags              | Fermate<br>impreviste                      | Numero Fermate<br>Impreviste                       |             | Numero Fermate Totali                            |               |                       |               |                          |               | FactorA/FactorB                              |                   |   |
| Damages                      | Penalty          | ABC-001, ABC-<br>002, | Danneggiamenti                             | # Danneggiamenti ad<br>Apparecchiature<br>Critiche |             | # Apparecchiature Critiche                       |               |                       |               |                          |               | FactorA/FactorB                              |                   |   |
| Failure Rates                | Penalty          | ABC-001, ABC-<br>002, | Tassi di guasto                            | # Guasti Rilevati                                  |             | # Guasti Attesi                                  |               |                       |               |                          |               | FactorA/FactorB                              |                   |   |
| Incident/Near Misses         | Penalty          | ABC-001, ABC-<br>002, | Incidenti e Quasi<br>Incidenti             | # Eventi Registrati                                |             | # Eventi Registrati Causati<br>da Invecchiamento |               |                       |               |                          |               | FactorB/FactorA                              |                   |   |
| Degrading Mechanism          | Penalty          | ABC-001, ABC-<br>002, | Meccanismi di<br>Deterioramento            | Rivelabilità                                       |             | Velocità   |               | Conseguenze           |               | Meccanismo<br>Prevalente |               | AVERAGE(FactorA,FactorB,FactorC              |                   |   |
| COMPENSATION Tot             | Summary          |                       |  |  |             |  |               |                       |               |                          |               | Sum(Compensations)                           |                   |   |
| Integrity Management         | Compensation     | All Tags              | Sistema Gestione<br>Integrità              | Tipologia  |             |  |               |                       |               |                          | 1             | FactorA                                      |                   | I |
| Audit Minor Non Conformities | Compensation     | All Tags              | Audit NC Minori                            | # NC Minori in 10 anni                             |             | # Punti Esaminati in 10<br>anni                  |               |                       |               |                          |               | FactorA/FactorB                              |                   |   |
| Audit Major Non Conformities | Compensation     | All Tags              | Audit NC Maggiori                          | # NC Maggiori in 10<br>anni                        |             | # Punti Esaminati in 10<br>anni                  |               |                       |               |                          |               | FactorA/FactorB                              |                   |   |
| Planning & Inspection        | Compensation     | ABC-001, ABC-<br>002, | Pianificazione &<br>Ispezioni              | Test Funzionali<br>Eseguiti                        |             | Test Funzionali Positivi                         |               |                       |               |                          |               | AVERAGE(FactorB/FactorA)                     |                   |   |
| Planning & Inspection        | Compensation     | ABC-001, ABC-<br>002, | Pianificazione &<br>Ispezioni              | Test Integrità Eseguiti                            |             | Test Integrità Positivi                          |               |                       |               |                          |               | AVERAGE(FactorB/FActorA,Factor/<br>/FactorC) |                   |   |
| Planning & Inspection        | Compensation     | ABC-001, ABC-<br>002, | Pianificazione &<br>Ispezioni              | Test Previsti                                      |             | Test Eseguiti                                    |               |                       |               |                          |               | AVERAGE(FactorB/FActorA,Factor/<br>/FactorC) |                   |   |
| Inspect Effectivness         | Compensation     | ABC-001, ABC-<br>002, | Efficacia e<br>Appropriatezza<br>Ispezioni | Efficacia Ispezione                                |             | Qualifica Ispettori                              |               |                       |               |                          |               | AVERAGE(FactorA,FactorB)                     |                   |   |
| Control Systems              | Compensation     | ABC-001, ABC-<br>002, | Sistemi di<br>Controllo                    | Sistema Controllo                                  |             |  |               |                       |               |                          |               | FactorA                                      |                   |   |
| Protective Coating           | Compensation     | ABC-001, ABC-<br>002, | Rivestimenti<br>Protettivi                 | Tipo Rivestimento                                  |             | Frequenza Ispezione a<br>Rivestimento            |               |                       |               |                          |               | AVERAGE(FactorA,FactorB)                     |                   |   |

In molte situazioni, può essere utile cercare conferma al Costo del Danno Atteso, causato da un Evento Rilevante, anche a mezzo di un Indicatore Tecnico per la parte di impianto in considerazione. La diapositiva propone, come indicatore tecnico, l'Indice di Obsolescenza come proposto dal Metodo INAIL.





# All.: Esempi di KPI's di Sicurezza

| Titolo                    | KPI di Tipo "Tier 1" Rapporto Eventi Rilevanti su Ore Lavorate  |
|---------------------------|---|
| Formula                   | (Numero di Eventi "Tier 1") / (Totale Ore Lavorate ) * 1,000,000  |
| Definizione               | Descrive situazioni "Loss of Primary Containment" (LOPC) con conseguenze rilevanti. Tali eventi includono il rilascio di materiali tossici o infiammabili dal processo che causino una o più delle conseguenze di seguito elencate:  1. la dichiarazione di uno stato di emergenza esterna;  2. un incendio od esplosione che produca alla compagnia un danno superior a Euro 100,000 per costi diretti;  3. un rilascio di materiale tossico od infiammabile superiore od uguale a limiti preposti dalla legislazione vigente.  Il rilascio può includere: |
| Valor Finale              | Il valore finale sarà da definirsi su base annua  |
| Frequenza                 | Annua   |
| Titolo                    | KPI di Tipo «Tier 4» Manutenzione Correttiva su SECE vs. Manutenzione Totale  |
| Formula                   | (Ore Totali Maunt.Correttiva Eseguita su SCE) / [ (Ore Totali Manut.Correttiva Eseguita ) + (Ore Totali Manut.Preventiva Eseguita )]  |
| Definizione               | Rapporto tra le attività di Manutenzione Correttiva eseguita su SECE verso il totale delle attività di manutenzione eseguite su tutte le  |
|                           | apparecchiature   |
| Valor Finale              | •   |
| Valor Finale<br>Frequenza | apparecchiature   |
|                           | apparecchiature Il valore finale sarà da definirsi su base annua  |
| Frequenza                 | apparecchiature Il valore finale sarà da definirsi su base annua Annua  |
| Frequenza<br>Titolo       | apparecchiature Il valore finale sarà da definirsi su base annua Annua  KPI di Tipo « Tier 4 » Inefficenza Manutenzione Preventiva sui SECE   |
| Frequenza Titolo Formula  | apparecchiature Il valore finale sarà da definirsi su base annua Annua  KPI di Tipo « Tier 4 » Inefficenza Manutenzione Preventiva sui SECE  [ ( Numero Totale di OdL su SECE Emessi ) - (Numero Totale di OdL su SECE Eseguiti ) ] / ( Numero Totale di OdL su SECE Emessi )   |









### **Contact Info**

Claudio Pratella

CREA Srl

Via Romolo Murri 21

48124 Ravenna RA

Italy

Web: <a href="http://igeam.it/ingegneria/">http://igeam.it/ingegneria/</a>
Email: <a href="mailto:cpratella@crea-srl.com">cpratella@crea-srl.com</a>

LinkedIn: <a href="https://it.linkedin.com/in/claudio-pratella-90bab51">https://it.linkedin.com/in/claudio-pratella-90bab51</a>

Mobile: +39 335 58 98 706

Gianfranco Mangiapane CREA Srl Via Romolo Murri 21 48124 Ravenna RA

Italy

Web: <a href="http://igeam.it/ingegneria/">http://igeam.it/ingegneria/</a>
Email: <a href="mailto:gmangiapane@crea-srl.com">gmangiapane@crea-srl.com</a>

Mobile: +39 335 62 63 372

