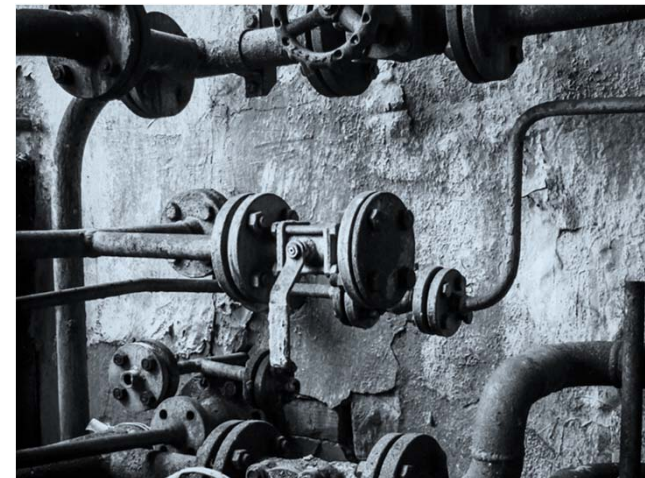


Integrità delle apparecchiature



Luca Pelissero
Risk and Safety Engineer
Ravenna – 12 Aprile 2018

INTEGRITA MECCANICA, UN REQUISITO PER LA SICUREZZA DI PROCESSO

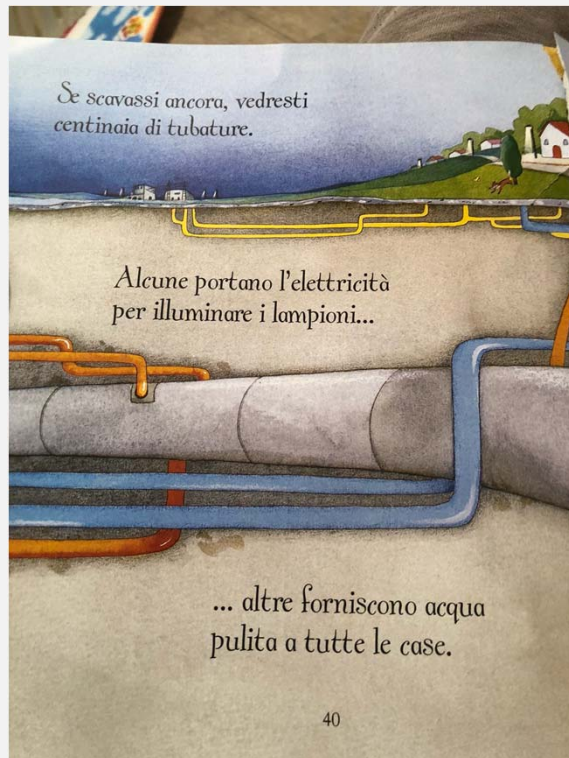
- ☀ Il CCPS (Center for Chemical Process Safety) indica nell'integrità meccanica uno dei pilastri fondamentali per garantire la sicurezza di processo
- ☀ La filosofia manutentiva «run to failure» non è accettabile in uno stabilimento industriale moderno: aspettare il «failure» significa aspettare l'incidente; a quel punto solo circostanze puramente fortuite potranno discriminare sulla gravità delle conseguenze.

CCPS Element
<ul style="list-style-type: none">• Compliance with Standards• Process Knowledge Management• Process Safety Competency• Training and Performance Assurance
<ul style="list-style-type: none">• Stakeholder Outreach• Emergency Management• Incident Investigation
<ul style="list-style-type: none">• Hazard Identification and Risk Analysis• Asset Integrity and Reliability• Management of Change
<ul style="list-style-type: none">• Measurement and Metrics• Auditing• Management Review and Continuous Improvement
<ul style="list-style-type: none">• Operating Procedures• Safe Work Practices• Operational Readiness• Contractor Management
<ul style="list-style-type: none">• Process Safety Culture• Workforce Involvement• Conduct of Operations – Operational Discipline

CASI IN CUI LE «CIRCOSTANZE FORTUITE» NON SONO INTERVENUTE



A QUANTO PARE IL CONCETTO DI MANUTENZIONE PREVENTIVA E' DIFFUSO ANCHE TRA I PEDAGOGISTI...



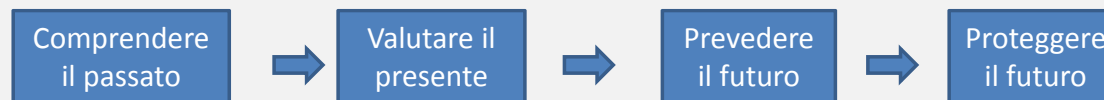
METODI PER GARANTIRE L'INTEGRITA' MECCANICA

☀ CONTROLLI PERIODICI – CALENDAR BASED

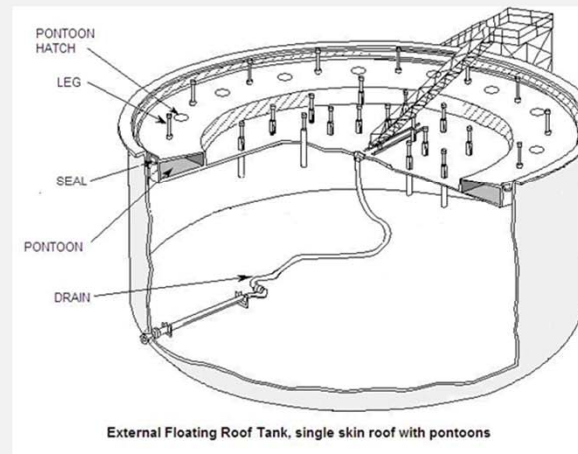
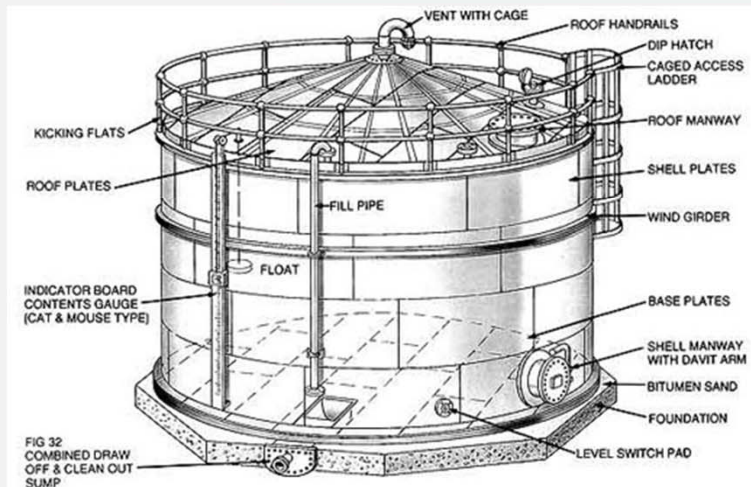
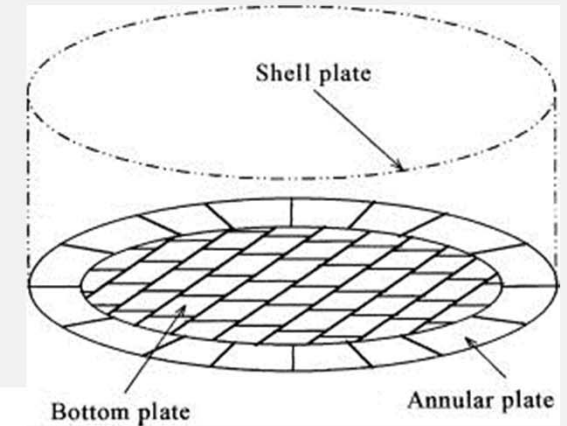
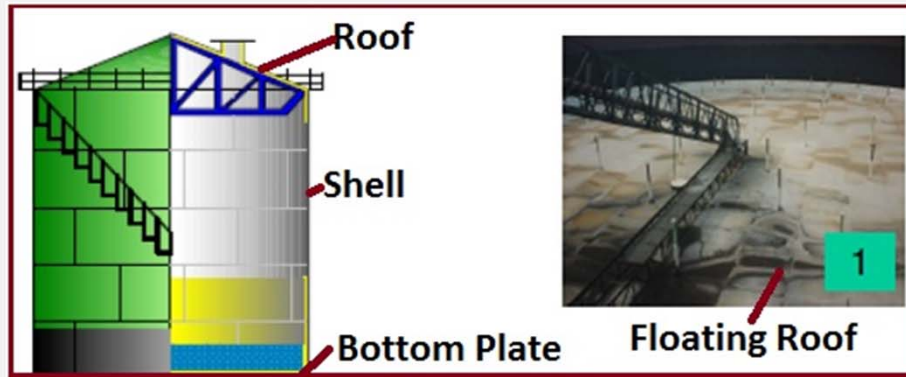
- ☀ Il piano di ispezione è preparato sulla base di scadenze temporali, senza alcuna (o con scarsa) valutazione di rischio. La definizione del periodo è conservativa, tuttavia in casi particolari ci potrebbe essere la necessità di rivedere la periodicità a valle di incidenti.
- ☀ Spesso tale approccio si traduce in spreco di risorse sia perché si intensificano le ispezioni più del necessario, sia perché si adotta lo stesso criterio indipendentemente dal rischio associato a un ipotetico guasto dell'apparecchiatura

☀ CONTROLLI PERIODICI – RISK BASED

- ☀ Il piano di ispezione è preparato sulla base di valutazioni di rischio: è il metodo migliore per indirizzare in maniera corretta le risorse
- ☀ Si basa sostanzialmente sui seguenti step:



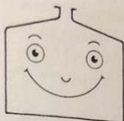


ESEMPIO PRATICO: SERBATOI ATMOSFERICI - DEFINIZIONI



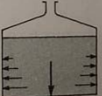
ESEMPIO PRATICO: SERBATOI ATMOSFERICI – SPUNTI DI RIFLESSIONE

APPENDIX 3.1 — HOW STRONG IS A STORAGE TANK?

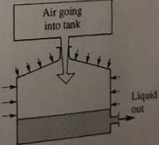


A STORAGE TANK IS DESIGNED:

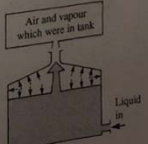
- 1. TO HOLD LIQUID**
Liquid exerts pressure on the sides and base of the tank.
Pressure = head of liquid.



- 2. TO BE FILLED**
For liquid to get in air and vapour must get out. If they can't the tank will be pressurised. For air and vapour to be pushed out the pressure in the tank must be slightly above atmospheric pressure.
The tank is designed for an internal pressure of 8 ins water gauge (W.G.).





- 3. TO BE EMPTIED**
For liquid to get out air must get in. If it can't the tank will be under-pressured. For air to be sucked in the pressure in the tank must be slightly below atmospheric pressure.
The tank is designed for an external pressure (or vacuum in the tank) of 2½ ins W.G.



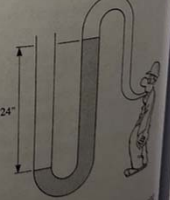
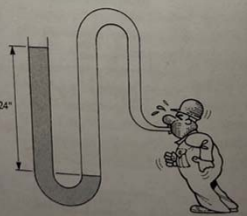
WHAT ARE INCHES WATER GAUGE?
They are a measurement of pressure, used for very low pressures:
8 ins (200 mm) W.G. = ½ psi (2.0 kPa)
2½ ins (65 mm) W.G. = ¼ psi (0.6 kPa)

Or put another way:



2½ ins W.G. is the pressure at the bottom of a cup of tea. 8 ins W.G. is the pressure at the bottom of a pint of beer.

YOU CAN BLOW OR SUCK AT LEAST 24 INS (600 mm) W.G.



That means by just using your lungs you could over- or under-pressurise a storage tank. (Because of the volume of air it would take you a long time.)
If you don't believe it, because storage tanks always look big and strong, just study the table on the next page.

ESEMPIO PRATICO: SERBATOI ATMOSFERICI – PREPARARE IL PIANO DI ISPEZIONE

Gli step principali da seguire sono i seguenti:

1. Raccolta dati
2. Prioritizzazione serbatoi
3. Identificazione dei meccanismi di degrado per ogni componente
4. Definizione delle probabilità di failure di ciascun componente
5. Identificazione degli scenari credibili e valutazione delle conseguenze
6. Valutazione del rischio
7. Definizione delle azioni mitigative

1- Raccolta dati

I tipici dati richiesti per sviluppare un piano di ispezione risk based sono i seguenti:

- ✱ **Dati di ispezione**

- ✱ **Dati di processo:**

- ✱ Fluido contenuto
- ✱ Temperatura del fluido
- ✱ Possibili contaminanti
- ✱ Trend temperatura ambiente

- ✱ **Dati di costruzione**

- ✱ Materiale di costruzione
- ✱ Data di costruzione
- ✱ Disegni di costruzione

- ✱ **Dati di manutenzione**

- ✱ Storia di manutenzione

2- Prioritizzazione serbatoi

Nell'ottica di determinare una priorità di ispezione, dovrebbero essere considerati i seguenti «warning signs»

- ✱ Guasti meccanici multipli e ripetitivi
- ✱ Evidente corrosione e deterioramento apparecchiature
- ✱ Alta frequenza di perdita e alte conseguenze (potenziali) associate
- ✱ Più di 20 anni dall'ultima ispezione

Oltre ai warning sign, si dovrebbero osservare i seguenti criteri di prioritizzazione:

- ✱ Liquidi infiammabili con T operativa $T > FP - 8^{\circ}C$
- ✱ Fluidi tossici in caso di concentrazione critica dentro il serbatoio o anche in caso di bassa concentrazione se non sono presenti gas detector nell'area.
- ✱ Serbatoi vicino a strade, fiumi o mare
- ✱ Presenza di piroforici
- ✱ Serbatoi coibentati contenenti fluidi che possono causare auto innesco (es. acidi grassi) in caso di perdita con coibente diverso dal cellular glass

3 – Identificazione dei meccanismi di degrado

Tipici meccanismi di degrado delle varie parti costituenti il serbatoio

TETTO FISSO

- ✿ **Corrosione atmosferica:** si ha sulle apparecchiature esposte a umidità atmosferica e inquinanti, impatta tipicamente sugli acciai al carbonio, gli acciai basso legati e sulle leghe rame alluminio.
- ✿ **CUI (Corrosione sotto coibente):** si ha quando l'umidità/condensa rimane intrappolata sotto la coibentazione
- ✿ **Danni meccanici sul tetto:** si può avere deformazione del tetto in seguito ad assestamento del mantello, causato da fondamenta deboli o carenza di supporti.

3 – Identificazione dei meccanismi di degrado

TETTO GALLEGGIANTE

- ✿ **Corrosione atmosferica:** si ha sulle apparecchiature esposte a umidità atmosferica e inquinanti, impatta tipicamente sugli acciai al carbonio, gli acciai basso legati e sulle leghe rame alluminio.
- ✿ **Failure tenute:** lo sfregamento tra la parete del serbatoio e le tenute causa l'abrasion delle tenute stesse
- ✿ **Failure tubo di drenaggio:** il tipico meccanismo di degrado è la corrosione cuasata dall'acqua dentro al tubo e dal prodotto fuori. Si evidenziano due possibilità:
 - ✿ Il dreno viene lasciato aperto: una perdita può portare a rilascio di prodotto (infiammabile) nel bacino
 - ✿ Il dreno viene lasciato chiuso: in caso di pioggia, in assenza di una robusta procedura per l'apertura dei dreni il tetto può affondare sotto il peso dell'acqua

3 – Identificazione dei meccanismi di degrado

MANTELLLO

- ✱ **Corrosione atmosferica**

- ✱ **CUI**

- ✱ **Frattura fragile:** è la rottura immediata del materiale sotto stress senza evidenza di deformazione plastica. Fattori critici sono la durezza del materiale, le dimensioni, la forma, la concentrazione degli sforzi e i loro effetti su eventuali difetti.

Le conseguenze di tali failure sono perdite di contenimento con conseguenze dipendenti dalle caratteristiche del materiale contenuto

3 – Identificazione dei meccanismi di degrado

FONDO

- ✿ **Corrosione interna generalizzata:** è dovuta tipicamente ad acqua o altri contaminanti corrosive contenuti nel prodotto.
- ✿ **Corrosione esterna generalizzata:** dipende da molti fattori legati alla preparazione del basamento del serbatoio, come l'umidità, la disponibilità di ossigeno e la resistività del terreno
- ✿ **Corrosione localizzata:** può essere causata da mancanza di tenuta intorno alle fondamenta o differenti assestamenti delle fondamenta stesse con il risultato di accumulo di acqua piovana sotto al fondo

Nel caso specific dei serbatoi di grezzo, ci potrebbe essere anche il fenomeno MIC (Microbiological Induced Corrosion) e corrosione sotto deposito

3 – Identificazione dei meccanismi di degrado

La previsione del meccanismo di degrado viene fatta tipicamente da personale esperto che è in grado di capire a priori quale meccanismo è il più probabile basandosi su una combinazione di fattori quali:

- ✱ Prodotto nel serbatoio
- ✱ Presenza di contaminanti
- ✱ Materiale di costruzione
- ✱ Temperatura di processo
- ✱ Design del serbatoio
- ✱ Condizioni ambientali

4 – Definizione delle probabilità di failure di ciascun componente

Una volta che ciascun componente e il relativo meccanismo di degrado sono stati identificati, è possibile prevedere la probabilità di failure con l'aiuto di standard (es. API581, EEMUA159...) o tramite il cosiddetto «grandfathering approach».

Quest'ultimo fa riferimento a fenomeni molto ben conosciuti e va adottato solo da personale molto esperto sulla base di dati di manutenzione e di ispezioni; in assenza di tali requisiti va scelto un approccio conservativo

5 – Identificazione degli scenari credibili e valutazione delle conseguenze

Ogni meccanismo di degrado è caratterizzato da un modo di failure, come ad esempio foro o rottura, il quale influenza l'ammontare del rilascio.

La conseguenza del rilascio dipende dalla natura e dalle proprietà del fluido, così come dall'ambiente circostante.

La loro valutazione può essere sia qualitativa (stima soggettiva del possibile impatto) che quantitativa (tramite l'utilizzo di software), analogamente alle valutazioni di rischio in sede di HAZOP semiquantitativo

6 – VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Combinando probabilità di failure e conseguenze è possibile valutare il rischio per mezzo di una matrice di rischio

		Impact →				
		Negligible	Minor	Moderate	Significant	Severe
↑ Likelihood	Very Likely	Low Med	Medium	Med Hi	High	High
	Likely	Low	Low Med	Medium	Med Hi	High
	Possible	Low	Low Med	Medium	Med Hi	Med Hi
	Unlikely	Low	Low Med	Low Med	Medium	Med Hi
	Very Unlikely	Low	Low	Low Med	Medium	Medium

7 – Piano di ispezione e definizione delle misure mitigative – esempio reale

TANK TAG: TK704		Risk Analysis:	Unmitigated Probability date = 2031			
Component	Degradation Mechanism	notes	Unmitigated risk	Act?	Date	Mitigated Risk
Shell Course	External Atmospheric Corrosion			YES	21/08/2017	
Failure mode:	Pin hole	2012 partial maintenance				
Unmitigated Probability:	1,00E-03					
Leak rate:	3 kg/s					
Safety / Health - consequence:	Explosion/Fire concern:	(Flash point is above 38°C, no ignition source nearby, below autoignition temp)				
	Toxic consequences:	(Concentration of toxic released cannot exceed an immediately critical level)				
	H2S releases:	(H2S concentration is NA)				
	Burn consequences:	(No acid or caustic contents)				
Environmental consequence		Slop area around tank				
Business consequences	reduced production for 1 year					
Shell Course	Brittle Fracture			NO		
xxx	xxx	xxx				
Shell Course	Unidentified Corrosion			NO		
yyy	yyy	yyy				
Wind Girder	External Atmospheric Corrosion			yes	21/08/2017	

7 – Piano di ispezione e definizione delle misure mitigative – esempi di tecniche di ispezione

Fondo

- ✿ **Metodo SLOFEC®:** è basato sulle eddy current con magnetizzazione imposta. Ha il grande vantaggio (confrontato con MFL scan del fondo) di differenziare tra corrosione interna ed esterna.
- ✿ **Ispezioni on stream:**
 - ✿ **Emissioni acustiche:** è una tecnica principalmente usata per prioritizzare la manutenzione dei serbatoi
 - ✿ **Ispezioni robotiche on stream :** consiste in un robot da inserire nel serbatoio (in servizio) che restituisce, come output, lo spessore del fondo.

Annular ring

- ✿ **SRUT (Short Range Ultrasonic Testing):** è la tecnica più utilizzata per ispezionare l'annular ring con il serbatoio in servizio. Le onde ultrasoniche propagano fino a 1 metro nell' annular plate.

Mantello/tetto

- ✿ **Ultrasonic crawler system:** è una specie di robot che permette di ottenere in remoto gli spessori misurati.

Conclusioni

- ✿ **Le nuove tecnologie, associate con una vasta e consolidata esperienza nell'industria, in particolare nel settore O&G, permettono di avere una chiara comprensione dei processi di degrado dei serbatoi e dei loro effetti**
- ✿ **Il piano di ispezione deve essere inteso come un documento sempreverde, da aggiornare in funzione delle risultanze reali delle ispezioni vs le previsioni iniziali**
- ✿ **Per alcuni meccanismi di corrosione è possibile prevedere la cosiddetta «vita residua» e quindi, estrapolandone il trend, definire un piano di manutenzione e/o sostituzione preventivo**
- ✿ **Tali concetti sono la base per garantire che i fluidi stiano esattamente laddove si è previsto in fase di design, cioè a dire sono la chiave per evitare incidenti di processo**

Back up – video RBI

VIDEO RBI

