

Linea Guida

L'ESAME VISIVO SU ATTREZZATURE A PRESSIONE

ai fini delle verifiche di costruzione e di esercizio



Dipartimento Omologazione e Certificazione
Dipartimento Tecnologie di Sicurezza





ISPEL

**Dipartimento Omologazione e Certificazione
Dipartimento Tecnologie di Sicurezza**

LINEA GUIDA

L'ESAME VISIVO SU ATTREZZATURE A PRESSIONE

ai fini delle verifiche di costruzione e di esercizio

Autori

Carlo De Petris (DTS)

Canio Mennuti (DTS)

Corrado Delle Site (DOM)

contributi di:

Riccardo Balistreri (Dip.to Cagliari)

Renato Carrara (Dip.to Torino)

Domenico Di Fonzo (Dip.to Palermo)

Giuseppe Augugliaro (DTS)

Maurizio Gennari (DOM)

Antonio Fiodo (DOM)

Presentazione

L'esame visivo riveste carattere di assoluta importanza nel campo della sicurezza delle attrezzature a pressione. Infatti esso consente di rilevare, con semplicità e rapidità, la maggior parte dei difetti superficiali e di formulare un giudizio generale sul livello di qualità costruttiva.

Lo stesso Decreto 1 dicembre 2004, n.329, all'art. 12, prevede che la verifica d'integrità delle attrezzature a pressione, in occasione delle verifiche periodiche, debba essere eseguita mediante esame visivo delle membrature eseguito dall'esterno e dall'interno.

In maniera analoga, la Direttiva Europea 97/23/CE (PED), recepita in Italia dal Decreto Legislativo 25 febbraio 2000, n. 93 prevede l'esecuzione dell'esame visivo durante la fase di fabbricazione delle attrezzature a pressione. Esso deve essere effettuato durante l'esame finale e deve essere rivolto a verificare "de visu" il rispetto dei requisiti essenziali di sicurezza, sia delle parti interne che esterne all'attrezzatura.

Con questa linea guida, redatta da esperti del Dipartimento Omologazione e Certificazione e del Dipartimento Tecnologie di Sicurezza con il contributo di tecnici dei Dipartimenti Territoriali nell'ambito di uno specifico progetto di ricerca dell'ISPESL, si è ritenuto utile fornire al tecnico che esegue le verifiche in campo, uno strumento utile e pratico per l'esecuzione dell'esame visivo e per le conseguenti valutazioni dello stato d'integrità.

**Il Presidente dell'Istituto
Prof. Antonio Moccaldi**

Introduzione

L'ISPESL, forte di una tradizione che risale ai tempi dell'ANCC, ha sempre mantenuto una capacità di veloce aggiornamento alle dinamiche del settore delle attrezzature a pressione con particolare riferimento alla definizione di metodologie e alla messa a punto di tecniche utilizzate sia in sede di fabbricazione che di esercizio.

Peraltro le conoscenze e le esperienze ormai consolidate dall'Istituto, che lo ergono a riferimento nazionale ed internazionale nel settore, hanno consentito più recentemente l'accreditamento nella veste di Organismo Notificato, garantendo quelle caratteristiche di sicurezza, competenza ed imparzialità che ne confermano un profilo tecnico-scientifico estremamente qualificato.

Forte è poi la presenza sul territorio di Dipartimenti completamente orientati al supporto alla piccola e media impresa che nell'ambito della prevenzione e sicurezza del lavoro trovano nell'Istituto caratteristiche di disponibilità e professionalità esclusive.

In tal senso, ed in perfetta coerenza con quanto sostenuto, la linea guida che qui si vuole introdurre costituisce un ulteriore piccolo ma importante tassello di un mosaico più complesso concernente l'approccio ispettivo e valutativo di apparecchi a pressione mediante il diffuso metodo di controllo non distruttivo dell'esame visivo.

**Il Direttore Generale
Dott. Umberto Sacerdote**

Sommario

La linea guida qui presentata è strutturata in modo analitico allo scopo di coprire tutti gli aspetti relativi all'esame visivo durante l'ispezione di una attrezzatura a pressione.

Nella parte iniziale della linea guida vengono riportati i riferimenti normativi oltre ad alcuni termini, definizioni e classificazioni utili per una migliore comprensione del testo. Successivamente viene elencata la documentazione da predisporre prima dell'esecuzione della prova, i requisiti del personale e la dotazione strumentale ed ausiliaria.

Si passa quindi ad analizzare i passi procedurali per l'esecuzione dell'esame ivi compresi l'identificazione e l'accessibilità delle superfici, le prescrizioni di sicurezza durante la prova, le tecniche d'esame (esame diretto, remoto, locale, generale, assistito, non-assistito, ecc.) Viene quindi riportato un elenco dettagliato delle informazioni che devono essere contenute nel rapporto di prova.

In appendice vengono descritte alcune raccomandazioni pratiche relative alla modalità di esecuzione dell'esame visivo su alcune tipologie di attrezzature a pressione (serbatoi, caldaie, bombole, bidoni). A titolo indicativo viene poi riportato un elenco delle discontinuità rilevabili con l'esame visivo ed un possibile criterio di classificazione delle stesse in base a criteri di tipo "risk-based". Viene infine allegato un esempio di rapporto di prova ed un elenco di riferimenti bibliografici per ulteriori approfondimenti.

*Il Direttore del Dipartimento
Omologazione e Certificazione*

Ing. Vittorio Mazzocchi

1. **Introduzione**
2. **Scopo e campo di applicazione**
3. **Riferimenti normativi**
4. **Termini e definizioni**
5. **Classificazione dell'esame visivo**
 - Esame Visivo in fase di fabbricazione
 - Esame Visivo in sede di esercizio
 - Esame Visivo nell'ispezione di messa in servizio*
 - Esame Visivo nell'ispezione periodica ordinaria*
 - Esame Visivo nell'ispezione di riqualificazione periodica (verifica di integrità)*
 - Esame visivo nell'ispezione straordinaria*
6. **Documentazione preliminare alla prova**
 - 6.1 EV in fase di fabbricazione
 - 6.2 EV in sede di esercizio
7. **Personale**
8. **Dotazione strumentale ed ausiliaria**
9. **Condizioni relative all'esame**
 - 9.1 Identificazione delle superfici da esaminare
 - 9.2 Accessibilità e trattamento delle superfici
 - 9.3 Esecuzione dell'esame visivo in sicurezza
 - 9.4 Tecniche di esame
 - 9.5 Esecuzione dell'esame
 - 9.6 Interpretazione, valutazione e classificazione delle discontinuità (*criteri di accettabilità*)
10. **Rapporto di prova**
11. **Archiviazione della documentazione**

APPENDICI

- A) **Dotazione strumentale ed ausiliaria**
- B) **Casi applicativi**
- C) **Tipologia delle discontinuità**
- D) **Classificazione delle discontinuità**
- E) **Modello del Rapporto di Prova**
- F) **Bibliografia**

1 INTRODUZIONE

L'Esame Visivo (EV)¹ è un metodo di Prova Non Distruttivo (PND).

L'EV consente una valutazione rapida, economica, facilmente ripetibile, generalmente qualitativa, della conformità ai requisiti richiesti in fase di fabbricazione e dello stato di conservazione in esercizio di attrezzature a pressione (recipienti, tubazioni, accessori di sicurezza ed accessori a pressione), componenti o elementi annessi.

I risultati dell'EV forniscono informazioni utili per una gestione efficace ed in sicurezza delle attrezzature a pressione dalla fabbricazione all'esercizio.

1

2 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La Linea Guida ha l'obiettivo di fornire criteri e metodologie di carattere generale per indirizzare l'attività di ispezione mediante EV delle attrezzature a pressione, componenti o elementi annessi. Più in particolare, essa ha lo scopo di fornire suggerimenti per la:

- esecuzione,
- valutazione dei risultati,
- registrazione e archiviazione della documentazione,

dei controlli da effettuare mediante EV sulle attrezzature al fine di verificarne sia la conformità ai requisiti progettuali in fase di fabbricazione, sia l'integrità e le condizioni di conservazione ai fini dell'esercibilità in sicurezza dell'attrezzatura, componente o elemento annesso.

La presente Linea Guida può essere applicata a tutte le attrezzature a pressione (recipienti, tubazioni, accessori di sicurezza ed accessori a pressione) e loro componenti o elementi annessi. L'approccio metodologico proposto può essere esteso anche a recipienti destinati a contenere liquidi con una pressione gassosa al di sopra del liquido non superiore a 0,5 bar.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI EN 970:1997	“Controllo non distruttivo di saldature per fusione – Esame Visivo”
UNI EN 25817:1994	“Giunti saldati ad arco in acciaio – Guida sui livelli di qualità delle imperfezioni”
UNI EN 13018:2001	“Prove Non Distruttive – Esame visivo – Principi generali”
EN 13927	“Non Destructive Testing – Visual testing – Equipment”.
UNI EN 1330-2:2004	“Prove Non Distruttive – Terminologia – Termini comuni ai metodi di Prove Non Distruttive”.
UNI EN 1330-10:2004	“Prove non distruttive – Terminologia – parte 10: termini utilizzati negli esami visivi”
prCEN/TR 14748	“Non Destructive Testing – Methodology for qualification of non destructive tests”
ISO 3057	“Non destructive testing – Metallographic replica techniques of surface examination”

4 TERMINI E DEFINIZIONI

¹ * Nel documento l'Esame Visivo è indicato, per comodità, con la sigla EV in difformità alla simbologia internazionale che adotta la sigla VT (Visual Testing).

Ai fini della presente Linea Guida si applicano i termini e le definizioni riportate in:

- UNI EN 764:1997
- UNI EN 473:2001
- UNI EN 1330-2:2004
- UNI EN 1330-10:2004

unitamente ai seguenti:

4.1 Accessori di sicurezza

Dispositivi destinati alla protezione delle attrezzature contro il superamento dei limiti ammissibili.

4.2 Accessori a pressione

Dispositivi aventi funzione di servizio ed i cui alloggiamenti sono sottoposti a pressione.

4.3 Attrezzature a pressione

Recipienti, tubazioni, accessori di sicurezza ed accessori a pressione.

4.4 Bombole

Recipienti a pressione, di acciaio con o senza saldature, per il trasporto di gas compressi, disciolti o liquefatti.

4.5 Elementi annessi

Flangie, raccordi, manicotti, supporti, alette mobili, ecc.

5 CLASSIFICAZIONE DELL'ESAME VISIVO

L'EV viene generalmente eseguito nell'ambito delle ispezioni condotte in fase di fabbricazione ed in sede di esercizio. L'EV può essere condotto sia sulle superfici esterne sia sulle superfici interne delle attrezzature, componenti o elementi compatibilmente agli oggettivi impedimenti di accessibilità.

5.1 Esame visivo in fase di fabbricazione

L'EV in fase di fabbricazione è svolto al fine di verificare *de visu* la corrispondenza al progetto e la conformità ai requisiti applicabili.

Esso viene condotto all'interno ed all'esterno dell'attrezzatura, componente o elemento anche durante il processo di fabbricazione.

5.2 Esame Visivo in sede di esercizio

Per assicurare un funzionamento sicuro nel tempo, l'attrezzatura, componente o elemento deve essere sottoposta a ispezioni periodiche con cadenza assegnata da disposizioni di legge, norme, standard di prodotto, regole tecniche, codici o specifiche tecniche.

5.2.1 Esame visivo nell'ispezione di messa in servizio

L'EV nell'ispezione di messa in servizio è essenzialmente mirato ad accertare che l'attrezzatura a pressione, componente e/o elemento non abbia subito danni durante il trasporto e/o il montaggio.

5.2.2 Esame visivo nell'ispezione periodica ordinaria

L'EV nella ispezione periodica ordinaria è mirato all'accertamento dello stato di conservazione dell'attrezzatura, componente o elemento, in relazione alla stabilità per le condizioni di esercizio.

5.2.3 Esame visivo nell'ispezione di riqualificazione periodica (verifica di integrità)

L'EV nella ispezione di riqualificazione periodica (*verifica di integrità*) concorre a stabilire lo stato di integrità dell'attrezzatura, componente o elemento ai fini della riconferma dell'idoneità all'esercizio in sicurezza della stessa.

5.2.4 *Esame visivo nell'ispezione straordinaria*

L'EV nella ispezione straordinaria può essere circoscritto, in casi particolari, a singoli componenti o elementi dell'attrezzatura a pressione, per esempio a seguito di interventi di riparazione.

L'ispezione visiva periodica andrebbe inoltre eseguita ogni qualvolta si abbia evidenza di anomalie o danneggiamenti al fine di controllarne l'effettiva entità e/o evoluzione, anche eseguendo ulteriori controlli o particolari accertamenti con altri metodi PND.

6 DOCUMENTAZIONE PRELIMINARE ALLA PROVA

Quando richiesto (standard di prodotto, contratto, ecc.), deve essere predisposta una specifica Procedura o Piano di Controllo che consideri almeno i seguenti aspetti:

6.1 EV in fase di fabbricazione

- a) disegni costruttivi dell'attrezzatura a pressione e dei componenti o elementi annessi da esaminare;
- b) stadio di fabbricazione;
- c) descrizione della superficie da esaminare e indicazione dell'estensione delle relative aree (posizionamento, accessibilità e geometria);
- d) condizioni della superficie e della sua preparazione (pulizia);
- e) marcatura o identificazione dei componenti o elementi dell'attrezzatura da esaminare (posizionamento e accessibilità);
- f) requisiti del personale (attestazione, qualificazione, certificazione);
- g) prescrizioni per l'esecuzione dell'EV in sicurezza;
- h) tecniche e modalità di esecuzione della prova;
- i) dotazione strumentale ed ausiliaria;
- j) criteri di accettabilità.

6.2 EV in sede di esercizio

Per l'EV svolto in sede di esercizio, oltre agli aspetti elencati al punto 6.1 occorre considerare anche:

- a) manuale d'uso e manutenzione dell'attrezzatura, componenti o elementi da esaminare;
- b) verbali o rapporti delle precedenti ispezioni eseguite sull'attrezzatura, componente o elemento, incluse le registrazioni di situazioni anomale di funzionamento verificatesi nel periodo intercorso dall'ultima ispezione.

Quando non è possibile riferirsi a criteri di accettabilità è consentito fare riferimento a criteri di valutazione dell'ulteriore esercibilità dell'attrezzatura, componente o elemento.

7 PERSONALE

Il personale addetto all'esecuzione dell'EV deve possedere requisiti conformi a quanto richiesto dalle disposizioni di legge, norme, standard, regole tecniche, codici, specifiche tecniche applicabili e/o della eventuale Procedura adottata.

E' comunque raccomandato che tale personale:

- a) abbia conoscenza delle relative disposizioni di legge, norme, standard di prodotto, regole tecniche, codici o specifiche tecniche applicabili;
- b) abbia conoscenza ed esperienza all'uso delle apparecchiature strumentali utilizzate;
- c) sia a conoscenza delle procedure di fabbricazione utilizzate, della funzione e delle condizioni operative del componente o elemento da esaminare;
- d) sia qualificato secondo standard nazionali o internazionali;
- e) abbia una capacità visiva accertata da un oculista, optometrista o personale medico riconosciuto tale che:
 - l'acuità visiva necessaria per un EV ravvicinato consenta la lettura minima di simboli standard J-1 nella tabella di *Jaeger* o *Times Roman* N 4.5 a non meno di 30 cm con uno o entrambi gli occhi, sia corretti, sia non corretti;
 - la visione dei colori sia sufficientemente discriminata da distinguere e differenziarne il contrasto minimo richiesto.

La capacità visiva deve essere controllata almeno ogni 12 mesi.

8 DOTAZIONE STRUMENTALE ED AUSILIARIA

Il personale addetto all'esecuzione dell'EV deve disporre, all'occorrenza, di una dotazione strumentale ed ausiliaria, utile al rilevamento delle discontinuità, alla eventuale misurazione di loro parametri caratteristici o degli effetti del degrado (riduzione dello spessore, estensione della superficie corrosa, ecc.).

La dotazione strumentale ed ausiliaria deve essere correlata, oltre che alla destinazione d'uso dell'attrezzatura, del componente o dell'elemento da esaminare, anche alla tipologia costruttiva della stessa.

Le apparecchiature o dispositivi a carattere strumentale (foto o videocamere, videoendoscopi, ecc.), o di supporto (sistemi robotizzati, ecc.), ivi comprese le sorgenti di illuminazione, devono essere alimentate in bassa tensione (max. 24/48 V), ovvero in sicurezza da un trasformatore d'isolamento.

Una lista esemplificativa della dotazione strumentale ed ausiliaria (dispositivi, attrezzature, apparecchiature, ecc.) viene fornita nell'Appendice A.

I requisiti generali dell'apparecchiatura utilizzata nell'EV vengono descritti nella norma EN 13927 – “Non Destructive Testing – Visual testing – Equipment”.

9 CONDIZIONI RELATIVE ALL'ESAME

9.1 Identificazione delle superfici da esaminare

L'attrezzatura, ovvero il componente o l'elemento da esaminare, deve essere identificabile o rintracciabile.

Le superfici e le estensioni delle relative aree da ispezionare devono essere individuabili e verificabili anche in conformità a quanto specificato in una eventuale Procedura, Piano di Controllo o altra documentazione di riferimento.

Qualora necessario e possibile, al fine di rendere più agevole il riconoscimento di zone di particolare interesse o rilevanza, può essere utile procedere ad una marcatura o sistema equivalente per delimitarne i margini o evidenziare eventuali parti più significative per la presenza di discontinuità. Eventuali marcature, comunque, non devono creare problemi

sotto il profilo funzionale, non determinare equivoci a livello interpretativo e, possibilmente, essere completamente rimovibili.

9.2 Accessibilità e trattamento delle superfici

L'accessibilità all'attrezzatura, ovvero al componente o elemento da esaminare, dovrebbe essere sempre possibile, dove necessario anche rimuovendo eventuali ostacoli, ovvero dall'apertura dei passi d'uomo, di testa o di mano, ovvero servendosi di idonei ponteggi o scale (fisse o mobili).

Per particolari attrezzature, o parti di esse, in sede di esercizio è essenziale la rimozione degli strati di materiale coibente al fine di accertare lo stato delle membrature sia nei casi espressamente prescritti, sia nei casi di sospetta presenza di una discontinuità o di condizioni insoddisfacenti per oggettiva evidenza.

Le situazioni di impedimento devono essere opportunamente riportate nel Rapporto di Prova.

Il trattamento delle superfici da controllare è di fondamentale importanza per un accurato EV ed una corretta interpretazione delle discontinuità e della relativa valutazione dei risultati.

In funzione dello scopo dell'EV, le superfici possono richiedere un appropriato trattamento che può assumere caratteristiche di preparazione (molatura, sabbiatura, decapaggio, ecc.) e/o di semplice pulizia (lavaggio, spazzolatura, ecc.). Qualora richiesto, è possibile controllare il grado di finitura superficiale utilizzando idonei strumenti di misura della rugosità.

In esercizio, eventuali vernici o altri tipi di rivestimento possono essere tollerati purché non compromettano l'esito dell'EV.

9.3 Esecuzione dell'Esame Visivo in sicurezza

Nell'effettuare l'EV delle attrezzature, componenti o elementi, il personale è esposto a pericoli derivanti sia dall'attività specifica sia dal contesto.

Al fine di minimizzare i rischi occorre predisporre le opportune misure di prevenzione degli infortuni in conformità alle disposizioni di legge o prescrizioni normative in materia di sicurezza sul lavoro.

9.4 Tecniche di esame

I principi generali per la definizione delle tecniche d'EV vengono definiti nella norma UNI EN 13018 – “Prove Non Distruttive – Esame visivo – Principi generali”.

La fig. 1 schematizza le tecniche di EV.

L'EV può essere integrato con l'analisi di Repliche Metallografiche. La tecnica per Replica Metallografia o calco superficiale è ammessa purché il livello di risoluzione sia compatibile con i fissati criteri di accettabilità. In questo senso, può essere utile condurre delle prove di qualificazione per l'applicabilità della tecnica anche con riferimento alla norma ISO 3057.

L'EV può richiedere un procedimento di qualificazione.

Un approccio metodologico per la qualificazione delle tecniche basate sui metodi PND, e quindi anche di quelle relative al metodo EV, viene fornito nel documento *prCEN/TR 14748 – “Non Destructive Testing – Methodology for qualification of non destructive tests”.*

L'EV può essere caratterizzabile mediante alcuni parametri essenziali (distanza, angolo di visione, illuminamento, ecc.) da registrare nel Rapporto di Prova per garantire condizioni di ripetibilità oggettiva della prova stessa.

Nell'Appendice B vengono illustrate le modalità di esecuzione dell'EV di alcune tipiche attrezzature a pressione e loro componenti e/o elementi.

9.5 Esecuzione dell'esame

L'EV deve essere condotto in conformità a quanto stabilito dall'eventuale Procedura, Piano di Controllo o altra documentazione di riferimento.

L'EV deve essere, comunque, metodologicamente svolto in rapporto alle specifiche tipologie di fabbricazione di ogni singola parte strutturale, ed, in esercizio, alla loro storia, condizioni d'uso, nonché al particolare contesto di installazione.

L'EV deve essere svolto metodicamente in modo da garantire un'ispezione completa senza omissioni, né eccessiva sovrapposizione di aree ispezionate.

E' raccomandato condurre l'EV esterno e/o interno di una generica attrezzatura a pressione, in fase di fabbricazione o in sede di esercizio iniziando da un'estremità proseguendo con metodo fino all'altra, controllando lo stato di conservazione delle strutture di supporto e di accesso ove presenti (es. scale, pioli, gradini, corrimano, bulloni, gabbie, staffe di sostegno, connessioni di terra, bulloni di ancoraggio, vernice e/o coibentazione, connessioni, ,ecc.) e delle parti strutturali (es. fasciame, fondi, saldature e relative zone termicamente alterate (ZTA), zone di transizione geometrica, bocchelli, passi d'uomo, passa mano, ecc.).

E' buona norma adottare le tecniche di EV specifiche per l'ispezione di ciascuna attrezzatura, componente o elemento, in ragione principalmente delle tipologie di danno attese e delle condizioni di accessibilità.

9.6 Interpretazione, valutazione e classificazione delle discontinuità (criteri di accettabilità)

Qualsiasi indicazione rilevata sulla superficie esaminata e riconducibile a discontinuità deve essere identificata per tipologia (interpretazione) e valutata in relazione al livello di rischio connesso (classificazione) e/o agli specifici criteri di accettabilità o di valutazione. In fig. 3 e 4 sono riportati alcuni esempi di discontinuità rilevabili mediante EV.

Una lista delle discontinuità più comuni utile ai fini dell'interpretazione viene riportata nell'Appendice C.

Un possibile approccio di classificazione delle discontinuità viene riportato nell'Appendice D.

Nel corso delle ispezioni è possibile aumentare o diminuire la classe della discontinuità in relazione alla sua evoluzione o al tipo di azione intrapresa (es. riparazione, modifica delle condizioni di esercizio: tipicamente pressione e temperatura, declassamento dell'attrezzatura a pressione).

In questo contesto, la valutazione e la relativa classificazione è riferita alle discontinuità rilevate esclusivamente mediante EV, e non mediante altri metodi PND e tantomeno all'attrezzatura nel suo complesso, o a suoi elementi o componenti.

La Procedura può fornire indicazioni di accettabilità, meglio noti come "criteri di accettabilità", per definire l'ammissibilità o meno delle discontinuità in termini di funzionalità, pericolo intrinseco e relativo livello di rischio dell'attrezzatura, componenti o elementi, ai fini della sicurezza nell'esercizio per persone e cose.

I criteri di accettabilità possono essere fissati con riferimento a disposizioni di legge, norme, standard di prodotto, regole tecniche, codici o specifiche tecniche.

10 RAPPORTO DI PROVA

A conclusione dell'EV deve essere compilato un Rapporto di Prova che dovrebbe fornire almeno specifiche indicazioni circa:

- a) data e luogo di esecuzione della prova;
- b) nominativo del committente (Fabbrikante, Utilizzatore, Organizzazione, ecc.) e riferimento al mandato d'EV o più in generale dell'Ispezione;
- c) nominativo dell'Organizzazione di appartenenza del personale che ha condotto l'EV;
- d) identificazione dell'attrezzatura, componente o elemento, esaminati in conformità a quanto raccomandato al punto 9.1, con descrizione sintetica delle principali caratteristiche funzionali e dimensionali;
- e) estensione delle aree esaminate nel corso della prova e specificazione di eventuali marcature per evidenziare la presenza di discontinuità;
- f) procedimento adottato per rendere accessibile la superficie da esaminare (esterno o interno dell'attrezzatura, componente o elemento) e descrizione delle tecniche di trattamento delle superfici in accordo a quanto raccomandato al punto 9.2;
- g) documentazione di riferimento (Procedura, disegni, manuali, ecc.);
- h) tecnica d'EV utilizzata in conformità a quanto definito al punto 9.4, menzionando l'apparecchiatura e/o il sistema impiegati come dotazione strumentale ed ausiliaria, secondo quanto descritto al punto 8, specificando i parametri essenziali per la caratterizzazione della tecnica stessa, nonché l'eventuale procedimento di qualificazione;
- i) interpretazione, valutazione e classificazione delle discontinuità, ovvero verifica della rispondenza o meno ai *criteri di accettabilità* fissati. A corredo, è fortemente raccomandata la registrazione delle discontinuità più significative mediante la raccolta di documentazione grafica (disegni, schizzi o schemi), o di immagini fotografiche o video, o di altro tipo per garantire l'archiviazione dei risultati o dei dati anche per una successiva consultazione in fase di analisi comparativa (evoluzione della discontinuità);
- j) data, nome e firma e qualifica del personale che ha condotto l'EV;
- k) data, nome e firma e qualifica del personale che ha supervisionato l'EV, se richiesto o necessario;

Se necessario, i punti d), e), f) g) h) ed i) dell'elenco dovrebbero essere replicati per la caratterizzazione di tutte quelle discontinuità più significative che si rivelano nell'ambito di una stessa prova o ispezione.

L'Appendice E fornisce un modello del Rapporto di Prova che può essere adattato alle specifiche esigenze.

11 ARCHIVIAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE

Tutta la documentazione acquisita, sia precedentemente sia successivamente, all'Ispezione deve essere mantenuta secondo modalità di conservazione ed archiviazione definite dalla legislazione e/o normativa applicabile, ovvero dalla eventuale Procedura adottata.

Appendice A

Dotazione strumentale ed ausiliaria

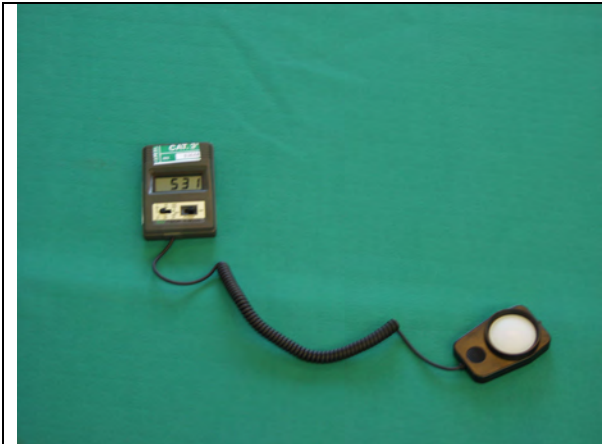
A titolo puramente indicativo, viene di seguito riportata una lista di strumenti, dispositivi, attrezzature, apparecchiature, ecc. costituenti la dotazione strumentale ed ausiliaria. In fig. 2 sono riportate alcune attrezzature tipicamente utilizzabili nel corso dell'EV

Strumentale

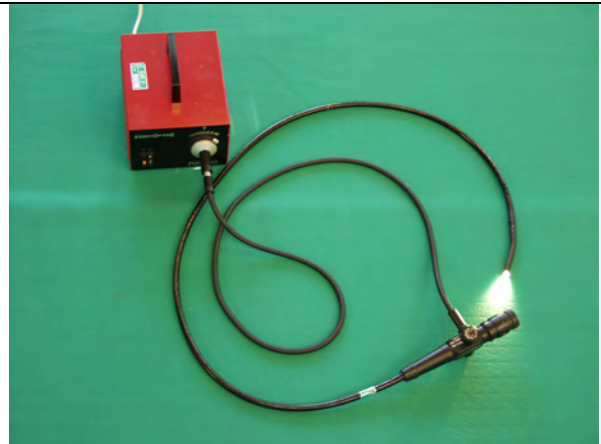
- Lente d'ingrandimento
- Specchio
- Fibroscopio
- Boroscopio
- Videoscopio
- Fotocamera
- Videocamera
- Materiale per esecuzione repliche

Ausiliaria

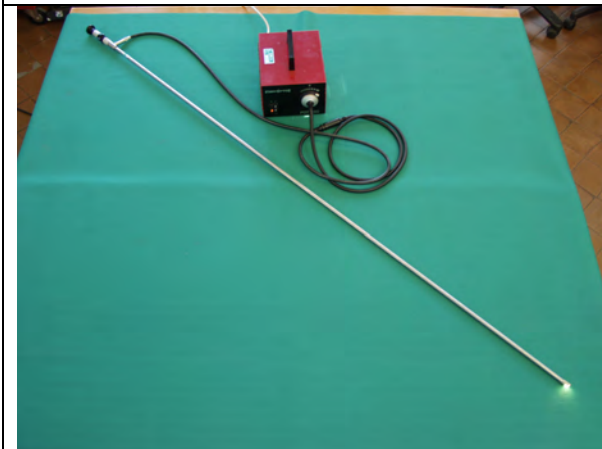
- Lampada alimentata in bassa tensione o torcia
- Gesso o vernice
- Attrezzatura per pulizia superficiale e/o rimozione (raschietto, spazzola metallica, martello, scalpello, utensile appuntito, carta abrasiva, diluenti, stracci o simili, ecc.)
- Dispositivi di Protezione Individuale (tuta, calzature anti-infortunistiche, elmetto, occhiali, guanti, fune di imbracatura, ecc.)
- Schede di registrazione dei dati e dei rilievi effettuati
- Misuratori di spessore
- Altri strumenti di misura (profondimetro ecc)
- Luxmetro
- Luminanzometro
- Distanziometro laser a luce visibile a bassa intensità
- Misuratore di distanza laser
- Calibro
- Dime
- Vernice termovirante



a) Luxmetro Digitale



b) Fibroscopio



c) Boroscopio



d) Videoscopio

Fig. 2 – Strumenti di supporto all'EV

Appendice B Casi applicativi

Di seguito, vengono fornite alcune raccomandazioni relative alle modalità di esecuzione dell'EV su attrezzature, componenti o elementi, tipiche dal punto di vista delle problematiche di danneggiamento: tubi, serbatoi in pressione, come attrezzature tipiche di un impianto chimico, caldaie a tubi d'acqua per produzione di vapore, serbatoi per GPL, nonché bombole per il trasporto di gas compressi, disciolti o liquefatti.

Infine viene fornita, a titolo puramente indicativo, una *check list* per l'individuazione delle fasi e relativi componenti e/o elementi di un generatore di vapore a recupero di energia per centrale a ciclo combinato da sottoporre ad EV durante la prefabbricazione in officina e successivo montaggio in cantiere.

Raccomandazioni di carattere generale

I dati raccolti in precedenti ispezioni su attrezzature, componenti o elementi, esercite in condizione operative simili sono di valido aiuto per la localizzazione e l'analisi delle potenziali cause e relativi effetti del danneggiamento.

Si raccomanda, in generale, di eseguire un EV dopo ogni eventuale trattamento termico dell'attrezzatura, componente o elemento, e comunque un EV finale a fabbricazione ultimata.

L'EV durante la prova idraulica è particolarmente efficace per rilevare eventuali trafilamenti o perdite.

Sotto il profilo operativo, l'EV condotto applicando un fascio di luce radente e parallelo alla superficie è particolarmente indicato per rilevare tipi di danneggiamento di non immediata evidenza (*blistering*, alterazioni di forma, ecc.).

L'uso un fascio di luce di elevata intensità indirizzato con un opportuno angolo rispetto alla superficie in esame potrebbe consentire la rilevazione di cricche affioranti. E', inoltre, consigliabile l'impiego di una lente d'ingrandimento per una migliore visione di piccoli particolari già individuati.

Esame visivo di saldature

L'EV di giunti saldati costituisce uno degli aspetti di maggiore criticità nell'ambito della fabbricazione delle attrezzature, componenti o elementi.

L'EV di giunti saldati per fusione è stabilito dalla norma *UNI EN 970:1997 "Controllo non distruttivo di saldature per fusione – Esame Visivo"*. Una guida sui livelli di qualità delle imperfezioni (*criteri di accettabilità*) è fornita dalla norma *UNI EN 25817:1994 "Giunti saldati ad arco in acciaio – Guida sui livelli di qualità delle imperfezioni"*.

Esame visivo di getti

L'EV superficiale dei getti di acciaio colati in sabbia deve mirare essenzialmente alla individuazione di possibili discontinuità superficiali quali la porosità superficiale (dovuta ai gas intrappolati in prossimità della superficie), le inclusioni superficiali, le ripiegature o raggrinzamenti, le sfogliature, ecc.

Per un possibile approccio valutativo delle discontinuità dei getti di acciaio rilevate mediante EV vedasi la norma UNI EN 12454 "Fonderia - Esame visivo delle discontinuità superficiali - Getti di acciaio colati in sabbia".

Laddove occorra anche una valutazione della rugosità superficiale (rilevabile mediante comparatori) si può fare riferimento alla norma UNI EN 1370 "Fonderia - Controllo della rugosità superficiale per mezzo di comparatori visotattili".

Esame visivo di tubi

I tubi dovrebbero essere esaminati individualmente ed è opportuno che non siano rivestiti in alcun modo.

L'EV della superficie interna può essere condotta anche illuminando con luce radente. Se la lunghezza del tubo non è eccessiva, la sorgente luminosa può essere posizionata anche in opposizione al punto di osservazione evitando abbagliamenti. Nel caso di tubi più lunghi, o con curvature o gomiti, o di scarsa accessibilità interna, è raccomandato condurre l'EV assistito mediante boroscopi, fibroscopi, ecc.

Tubi saldati

Oltre ai difetti tipici di saldatura, questi elementi possono presentare difetti dovuti al processo produttivo come ad esempio rientranze (*fold*) causate da eccentricità del tubo o da temperature molto alte, scollature causate da mancanza di fusione, saldatura incompleta (a tratti), rigature causate dai cilindri di riduzione. Possono, inoltre, riproporsi difetti presenti nel laminato di origine (cricche, paglie, inclusioni non metalliche, sdoppiature ecc.). Il sovra-metallo di saldatura sulla superficie esterna dovrebbe essere completamente asportato, ovvero ammesso nei limiti di accettabilità.

Le estremità devono essere libere da bave.

Tubi senza saldatura

I difetti tipici di questo tipo di elementi possono essere generati sia da quelli già presenti nel semilavorato (barra), sia prodursi in fase di lavorazione. Difetti tipici sono: cricche, inclusioni, paglie, filature o venature, ripiegature, rientranze, incisioni di trafila, sdoppiature, stratificazioni, strappi, impronte di corpo estraneo impresse sulla superficie durante il processo di laminazione, ecc.

Le estremità devono essere libere da bave.

Esame visivo di un serbatoio.

L'EV della superficie esterna

L'EV della superficie esterna di un serbatoio può essere eseguita anche quando l'attrezzatura è in esercizio, qualora ciò non costituisca impedimento sotto il profilo funzionale (inaccessibilità per organi in movimento o elevate temperature, sicurezza del personale, ecc.).

L'EV deve essere condotto in modo sistematico da una estremità all'altra del serbatoio iniziando per esempio dal basso dell'attrezzatura per verificarne lo stato di conservazione.

In particolare l'ispezione presuppone il controllo:

- dell'aspetto del basamento e delle eventuali strutture metalliche protette con conglomerati incombustibili, rilevando possibili cedimenti, sfaldamenti, macroscopiche cricche, bugne e distacchi del conglomerato (con possibili infiltrazioni di umidità e corrosione delle strutture metalliche portanti);
- delle condizioni dei bulloni di ancoraggio, in particolare nella zona di contatto con la piastra di acciaio per valutare eventuali deformazioni e corrosioni;

- della gonna e degli eventuali montanti metallici per rilevare distorsioni, corrosioni e cricche. La superficie interna della gonna è spesso soggetta ad attacchi corrosivi per condensa di vapori;
- delle scale e della passerella (pioli, gabbie, gradini, grigliati, ecc.) con particolare riguardo ai bulloni ed ai supporti, e più in generale delle saldature di tutte le staffe dei sostegni, dei golfari di sollevamento, delle piattine di supporto per la coibentazione, ecc. Queste saldature sono a volte interessate da cricche che possono propagare fino alla parete del serbatoio. In alcuni casi queste saldature inducono delle tensioni tali da provocare, nel caso di contemporanea presenza di un agente aggressivo o di un elettrolita (per i materiali metallici: ambiente acquoso, soluzioni organiche, sali fusi, metalli liquidi, atmosfere gassose, sotto crosta salina, ecc.; per i materiali non metallici: ozono, alcoli, ecc.) a contatto con la parete, la creazione di cricche direttamente sulla parete del serbatoio (tensocorrosione), anche al suo interno;
- delle lamiere costituenti il mantello e i fondi, ed in particolare di tutte le saldature, al fine di rilevare la presenza di cricche, corrosioni, erosioni, alterazioni di forma, ecc. Qualora le lamiere e/o i fondi fossero verniciati, si raccomanda di porre particolare attenzione alle macchie di ruggine, rigonfiamenti, bugne, ingobbamenti e sollevamenti dello strato di vernice. Rompendo la bugna e pulendo la superficie metallica sottostante, spesso si evidenzia un attacco corrosivo (*pits*). I punti in cui è più probabile riscontrare il deterioramento dello strato di vernice sono: le fessure tra parti metalliche imbullonate, o comunque accostate, dove si può presentare una corrosione interstiziale (*crevice corrosion*), le giunzioni saldate in genere, e le zone costantemente umide, come la zona del fondo supportato da gonna;
- degli attacchi dei bocchelli (passi d'uomo, passa mano, prese campione, ecc.) e delle tubazioni in ingresso ed in uscita del serbatoio. Spesso, le perdite che si verificano sono imputabili alla presenza di cricche nelle saldature dei bocchelli dovute alle elevate tensioni provocate dall'assestamento delle tubazioni di collegamento o dal loro "forzamento" in fase di assemblaggio. Qualora risulti evidente la distorsione di un bocchello o di un accoppiamento flangiato è molto probabile la presenza di cricche nei cordoni di saldatura e nell'area circostante il bocchello;
- dello stato delle connessioni di terra.

Dal momento che la corrosione costituisce il più diffuso fenomeno di danneggiamento, si raccomanda una particolare attenzione nell'ispezione delle zone dove più probabile è la formazione di condensa. Ciò dovrebbe essere tenuto presente anche quando si esamina la coibentazione. Anche se non sono riscontrabili evidenti segni di deterioramento del rivestimento coibente, può esserne a volte consigliabile la rimozione mirata, anche per piccole zone, per accertare le condizioni del metallo sottostante. Qualora il metallo apparisse danneggiato, è indispensabile rimuovere lo strato coibente per un'area sufficiente a delimitare l'estensione del danneggiamento.

L'entità della corrosione atmosferica sulla superficie esterna di un serbatoio è in generale, legata alle condizioni ambientali locali ed alle condizioni di esercizio. La corrosione si manifesta generalmente in zone preferenziali in relazione al tipo ed alle caratteristiche funzionali del serbatoio. Ovviamente, il serbatoio è più suscettibile al processo di corrosione se ubicato in zone umide e/o in presenza di vapori con caratteristiche aggressive e se esercito in un *range* di temperatura che può determinare la condensa di vapori sulla sua superficie.

Esame della superficie interna

Anche l'EV della superficie interna deve essere condotto in modo sistematico da una estremità all'altra del serbatoio, per verificare lo stato di conservazione:

- delle saldature (mantello, fondi, bocchelli, staffe e supporti di sostegno degli elementi annessi);
- della lamiera del mantello, con particolare riguardo alle zone adiacenti i fondi, le linee di ingresso e di uscita, i bocchelli e i pozzetti, e degli eventuali altri elementi presenti;
- della lamiera dei fondi, bocchelli e pozzetti, con particolare riguardo alle zone sotto deposito (morchie, ecc.);
- dell'area opposta all'ingresso del flusso per rivelare possibili fenomeni di corrosione ed erosione;
- degli elementi interni (diaframmi, griglie, schermi, piatti d'urto, piastre di compensazione ecc.) per rivelare possibili fenomeni di corrosione ed erosione.
- del rivestimento. In quanto alcuni serbatoi possono presentare sulla superficie interna dei rivestimenti metallici (es.: *coating*, *lining*) per proteggerli dal danneggiamento per corrosione e/o erosione, o per isolamento termico. Per verificare lo stato di conservazione del rivestimento, con particolare riguardo alle saldature dei bocchelli e di tutti gli altri attacchi (supporti, staffe, ecc.), può essere utile, ad esempio, "picchiettare" con un martello le varie sezioni del rivestimento percependo la diversa risposta sonora a seconda che esso sia correttamente posizionato o danneggiato (cricche, distacco dalla parete del serbatoio). Nei rivestimenti metallici si riscontra, a volte, la presenza di bugne (*blister*), rigonfiamenti, ingobbature, cricche (disposte a volte a raggiera, scheggiature, ecc.). Ciò generalmente determina trafile di prodotto sotto il rivestimento, provocando fenomeni di danneggiamento anche incontrollabili per corrosione e/o tensocorrosione. In alcuni casi, i rivestimenti interni non sono metallici pur conservando la loro funzione anticorrosiva (vetro, ceramica, gomma, plastica, ecc.) e/o di isolamento termico (tipicamente i rivestimenti interni in refrattario). In questo caso, occorre una particolare attenzione per evitare, durante l'ispezione, qualsiasi danneggiamento di tipo meccanico. La perdita del potere termoisolante del rivestimento può provocare un surriscaldamento localizzato della parete del serbatoio (*spot* termico, molte volte evidenziato sulla parete esterna del serbatoio protetto con vernice termovirante) e se prolungato ancor più gravi danneggiamenti (attacco da idrogeno, alterazioni di forma, ecc.).
- delle tubazioni interne e di elementi manifestamente alterati nella forma per rilevare la presenza di eventuali cricche, con particolare riguardo alle loro saldature di supporto e di tenuta con la parete del serbatoio.

In presenza di solfuri e di alcune soluzioni acide (solfidriche, cloridriche, fluoridriche, ecc.) le lamiere possono essere soggette a tensocorrosione da H_2S (*SSC: Sulfide Stress Corrosion*), da Cl^- , ecc. Inoltre, membrature costituite da acciai al carbonio e/o bassolegati esposte in ambienti corrosivi ed esercite a bassa temperatura, possono essere soggette a fenomeni di danneggiamento da idrogeno (*HIC: Hydrogen Induced Cracking*, *SOHIC: Stress Oriented Hydrogen Induced Cracking* e *Blistering* da idrogeno). In particolare il *blistering* (rigonfiamenti) da idrogeno può essere più facilmente rivelato illuminando con un fascio di luce radente e parallelo alla superficie che metta in evidenza i rigonfiamenti caratteristici di questo tipo di danneggiamento.

La tensocorrosione da alcali (o fragilità caustica) produce cricche nelle aree fortemente sollecitate ed in presenza di soluzioni alcaline concentrate a caldo. Le zone più suscettibili sono quelle adiacenti i bocchelli, i cordoni di saldatura e le relative zone termicamente alterate (ZTA).

Questi fenomeni di danneggiamento sono più frequentemente riscontrabili sulla superficie interna, comunque da non escludere a priori anche sulla superficie esterna.

Esame visivo di un serbatoio per GPL

L'EV di un serbatoio per GPL, svolto in sede di verifica di integrità, dovrebbe essere condotto sulla superficie esterna e, per quanto possibile in relazione alle aperture presenti, su quella interna. Esso deve essere teso ad individuare possibili fenomeni di danneggiamento dovuti all'esercizio ed in particolare di:

- fenomeni di corrosione o tensocorrosione;
- cricche affioranti;
- deformazioni plastiche;
- danneggiamenti (provocati da urti, ecc.) delle membrature a pressione e/o accessori di sicurezza e controllo;
- danneggiamenti dello strato di vernice protettiva.

Dal momento che la corrosione costituisce il più diffuso fenomeno di danneggiamento di questa tipologia di recipienti, si raccomanda una particolare attenzione nell'ispezione delle zone dove più probabile è la formazione di condensa. L'EV dovrebbe essere condotto con metodo da una estremità all'altra del serbatoio soffermandosi in corrispondenza delle aree che presentano un danneggiamento dello strato di vernice protettiva o interessate da ruggine al fine di evidenziare la tipologia e l'entità di possibili fenomeni corrosivi in atto quali la corrosione uniforme e/o puntiforme (*pitting*). Più in particolare illuminando la superficie con un fascio di luce radente le eventuali vaiolature o pustole di corrosione sono ben evidenziate.

Le impurità a volte presenti nel GPL (sostanzialmente H₂S e NaOH) possono favorire, anche se piuttosto raramente, l'innescare di fenomeni tensocorrosivi con conseguente formazione di cricche specie in corrispondenza delle saldature.

Il rilevamento di tali discontinuità può essere facilitato procedendo preventivamente alla bonifica interna del serbatoio (rimozione del GPL contenuto nel serbatoio, in modo che l'atmosfera residua sia al di sotto del 20% del limite inferiore di esplosività) ed eseguendo l'EV ricorrendo all'ausilio di fibroscopi, videoendoscopi, ecc. Laddove le cricche fossero passanti, se ne potrebbe avere l'evidenza, sulla superficie esterna, dalla formazione di macchie di colore tipicamente giallastro.

Quando l'esame visivo è svolto sul serbatoio durante l'esercizio, eventuali perdite di GPL possono essere individuate aiutandosi con la vista l'udito, l'olfatto e con l'ausilio di schiume tensioattive idonee per l'uso specifico.

Esame visivo di una caldaia a tubi d'acqua.

Esame visivo della superficie esterna

L'EV della superficie esterna deve essere condotto in modo sistematico da una estremità all'altra della caldaia, per verificare lo stato di conservazione:

- del basamento;
- delle strutture metalliche portanti (carpenteria, lamiera);
- delle lamiere;
- dei profilati di irrigidimento;
- dei bulloni di ancoraggio;
- delle scale e passerelle;
- dei gradini, pioli, gabbie, grigliati, corrimani, bulloni, staffe saldate, ecc.;
- della coibentazione;
- dell'assetto di tutte le tubazioni *in/out* dalla caldaia (linea vapore surriscaldato, adduzione acqua e combustibile, camino, ecc.)

ed altri componenti o elementi eventualmente presenti al fine di rilevare evidenti segni di danneggiamento (cedimenti, alterazioni di forma, cricche, corrosione, ecc.).

E' opportuno, inoltre, controllare le zone scolorite e/o le zone sverniciate, in generale indicative di surriscaldamento per diminuita funzionalità del refrattario.

Particolare attenzione, deve essere posta nell'ispezionare:

- le saldature, per la presenza di possibili cricche (saldature soggette a vibrazioni, sollecitazioni, inneschi sotto depositi corrosivi ecc.);
- le membrature soggette a fenomeni di scorrimento viscoso, verificandone lo stato di conservazione, anche ricorrendo ad indagini metallografiche mediante replica.

Eventuali sgocciolamenti dalla coibentazione sono indice di raccolta di condensa ed è quindi opportuno rimuovere lo strato coibente al fine di rilevare possibili corrosioni.

Esame visivo della superficie interna

L'EV delle superfici interne della caldaia presuppone che siano già stati eseguiti tutti i lavori preparatori di approntamento ponteggi, smontaggio di componenti o elementi, rimozione dello strato di coibente, trattamento delle superfici, ecc.

Una volta garantita l'accessibilità dei componenti o elementi della caldaia, occorre verificare lo stato di conservazione:

- delle lamiere e delle saldature e relative ZTA per accertare la presenza di cricche, alterazioni di forma, corrosioni, erosione, bugne (*blister*), piccole cavità superficiali (*pitting*), solchi, incrostazioni, depositi e/o accumulo di morchie, ecc.;
- delle membrature soggette a fenomeni di scorrimento viscoso;
- dei tubi del surriscaldatore, dell'economizzatore, dei tubi bollitori, dei collettori. La superficie interna dei tubi può essere meglio ispezionata impiegando un endoscopio o una microcamera, mentre per le saldature di attacco può essere comodo utilizzare uno specchio. L'allineamento e l'eventuale bugnatura dei tubi viene ben evidenziata col fascio di luce parallelo e radente la loro superficie;
- delle zone sotto i depositi della combustione;
- dei tratti di tubi in corrispondenza del refrattario (corrosione da condense acide in fase di fermata della caldaia);
- dei bruciatori e del refrattario della camera di combustione. I bruciatori per nafta e metano non devono presentare cricche, bruciature, parti manifestamente usurate e/o incrostate. Il refrattario non deve presentare macroscopiche spaccature, parti sollevate e/o erose;
- della tubazione del camino per rilevare la presenza di eventuali danneggiamenti per corrosione dovute a condensa di vapori ed erosione causata da prodotti della combustione particolarmente aggressivi (particolato ed inerti come silicati, quarzi, ecc. presenti in combustibili non tradizionali).

Esame visivo di una bombola (capacità non superiore a 150 l)

Bombole senza saldature

L'EV delle membrature interne ed esterne delle bombole di acciaio senza saldature presuppone che siano già stati eseguiti tutti i lavori preparatori di trattamento delle superfici, (pulitura, spazzolatura, sabbiatura, smerigliatura, ecc.,).

Una volta garantita l'ispezionabilità delle superfici occorre verificare lo stato:

- della superficie esterna,
- della superficie interna,
- del basamento,
- del gruppo valvola,
- della flangia,

- del cappellotto

al fine di rilevare possibili difetti (alterazioni di forma, ammaccature, tagli, corrosione, cricche, ecc.).

L'EV della superfici interne dovrebbe essere condotto con l'ausilio di idonei mezzi di ispezione quali ad esempio fibroscopi, boroscopi, fibre ottiche, lampade, ecc. Particolare attenzione deve essere posta nei confronti di quei recipienti che, in sede di revisione periodica, abbiano evidenziato un sensibile calo di tara.

E' consigliato, infine, accertarsi della stabilità verticale del recipiente.

Bombole con saldature

L'EV delle bombole di acciaio con saldature (es. bombole per GPL), effettuato nel contesto della revisione periodica, consiste in genere in un esame della superficie esterna. Per quanto riguarda la preparazione delle superfici valgono le considerazioni svolte per l'EV delle bombole senza saldature osservando però che metodi di trattamento più incisivi (ad esempio sabbiatura, smerigliatura ecc,) vanno eseguiti solo se strettamente necessari. In genere è sufficiente effettuare la semplice pulitura della superficie esterna del recipiente.

L'EV ha il fine di rivelare eventuali difetti sia delle membrature sia dei giunti saldati (corrosione, cricche, ammaccature non trascurabili, tagli, ecc.).

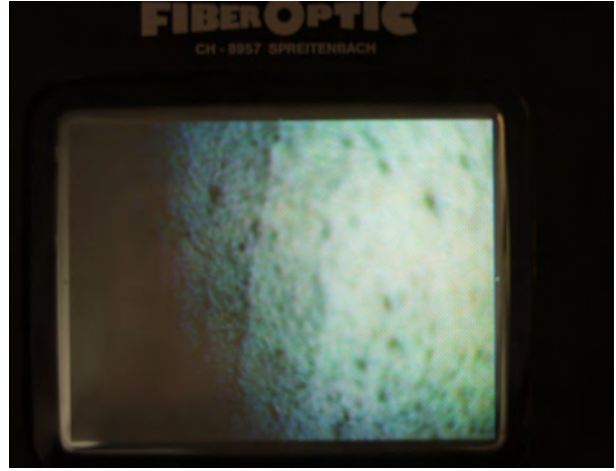
In genere possono essere tollerati piccoli difetti come ammaccature di scarsa profondità e lontane dai giunti saldati.

Riguardo ai criteri di accettazione nonché alla periodicità delle ispezioni delle bombole in acciaio con o senza saldatura e per bombole in materiale composito si rimanda alle seguenti norme specifiche:

- UNI EN 1803 "Ispezione periodica e prove per bombole per gas di acciaio al carbonio saldato".
- UNI EN 1968 "Ispezione periodica e prove per bombole per gas di acciaio senza saldatura"
- UNI EN ISO 11623 "Ispezione e prove periodiche delle bombole di materiale composito"



a) EV remoto intercapedine serbatoio GPL



b) Immagine videoendoscopica intercapedine serbatoio GPL



c) Serbatoio GPL



d) Fasciame serbatoio GPL



e) Bombola per GPL



f) Bombe per trasporto gas

Fig. 3 – Attrezzature a pressione – Difetti rilevabili all'EV



a) Colonna



b) Fori serbatoio



c) Focolare caldaia tubi da fumo



d) Piastra di rinforzo

Fig. 4 – Attrezzature a pressione – Difetti rilevabili all'EV

Check list per l'EV durante la prefabbricazione in officina e montaggio in cantiere per generatori di vapore a recupero di energia per centrale a ciclo combinato

Prefabbricazione in officina

Componente / elemento	Fasi / EV
CORPO CILINDRICO <i>Anelli passo d'uomo, bocchelli</i>	1. dopo saldatura
CORPO CILINDRICO <i>Fondi</i>	1. dopo formatura 2. dopo saldatura 3. finale prima del Trattamento Termico. 4. finale dopo il T.T. e marcatura.
CORPO CILINDRICO <i>Mantello</i>	1. dopo saldatura longitudinale virola 2. dopo saldatura 1° fondo 3. dopo forature per bocchelli 4. dopo saldatura bocchelli 5. dopo saldatura parti interne 6. dopo saldatura 2° fondo 7. dopo attacchi vari al mantello 8. finale prima del T.T. 9. finale dopo il T.T e marcatura.
PARETI <i>Prefabbricazione collettori</i>	1. fori collettori 2. dopo saldatura collettore/collettore 3. dopo saldatura fondi/collettore 4. dopo saldatura bocchelli e tubi 5. dopo saldatura attacchi vari
PARETI <i>Tubi di parete</i>	1. dopo saldatura tubo/tubo 2. dopo saldatura alette/tubo 3. dopo piegatura tubi
PARETI <i>Assiemaggio tubi/collettori</i>	1. dopo saldatura tubi/collettore 2. finale e marcatura
ECONOMIZZATORI, EVAPORATORI E SCREEN <i>Prefabbricazione collettori</i>	1. fori collettori 2. dopo saldatura collettore/collettore 3. dopo saldatura fondi/collettore 4. dopo saldatura bocchelli e tubi 5. dopo saldatura attacchi vari
ECONOMIZZATORI, EVAPORATORI E SCREEN <i>Fascio tubiero tra collettori</i>	1. dopo piega fascio tubero 2. dopo rastrematura fascio tubero 3. dopo saldatura tubo/tubo
ECONOMIZZATORI, EVAPORATORI E SCREEN <i>Assiemaggio tubi/collettori</i>	1. dopo saldatura tubi/collettore 2. finale e marcatura
SURRISCALDATORI <i>Prefabbricazione collettori</i>	1. fori collettori 2. dopo saldatura collettore/collettore 3. dopo saldatura fondi/collettore 4. dopo saldatura bocchelli e tubi 5. dopo saldatura attacchi vari
SURRISCALDATORI <i>Serpentini</i>	1. dopo piega fascio tubero 2. dopo saldatura tubo/tubo
SURRISCALDATORI <i>Assiemaggio serpentini/collettori</i>	1. dopo saldatura tubi/collettore 2. finale e marcatura

Montaggio in cantiere

Fasi / EV	
<i>Gestione Materiali</i>	1. controllo visivo degli imballi
<i>Installazione casing e condotti</i>	1. controllo visivo e spessimetrico verniciatura
<i>Montaggio moduli</i>	1. controllo visivo livellamento moduli
<i>Montaggio corpi cilindrici e degasatore</i>	1. controllo visivo posizionamento e livellamento corpo (solo per corpi cilindrici) 2. controllo visivo posizionamento e livellamento degasatore sul corpo cilindrico (solo per degasatore) 3. controllo visivo isolamento
<i>Montaggio tubazioni</i>	1. controllo visivo puntature delle saldature eseguite in opera 2. controllo visivo saldature finite*
<i>Verniciatura</i>	1. controllo visivo verniciatura
<i>Serbatoi di scarico continuo e campionamento - Installazione sistema iniezione chimica</i>	1. controllo visivo posizionamento e livellamento 2. controllo visivo posizionamento serbatoi/sistema
<i>Montaggio Pompe & Motori</i>	1. controllo visivo posizionamento e livellamento 2. controllo visivo collegamento tubazioni 3. controllo visivo allineamento finale 4. controllo visivo verniciatura
<i>Montaggi elettrostrumentali</i>	1. controllo visivo posa conduttori di terra posati in vista 2. controllo visivo connessioni a terra ed equipotenziali di passerelle, macchine, apparecchi quadri 3. controllo visivo posa supporti passerelle e tubi 4. controllo visivo posa cassette di derivazione 5. controllo visivo posa e collegamenti cavi 6. controllo visivo ubicazione apparecchi d'illuminazione 7. controllo visivo danneggiamenti apparecchi d'illuminazione 8. controllo visivo ubicazione quadri b.t. 9. controllo visivo danneggiamenti apparecchi e strumentazione 10. controllo visivo connessioni messa a terra 11. controllo visivo strumenti
<i>Verifiche finali</i>	1. esame visivo finale del generatore assemblato

Appendice C
Tipologia delle discontinuità

A titolo puramente indicativo, viene di seguito riportata una lista delle discontinuità rilevabili nell'EV di attrezzature, componenti o elementi. La lista è da considerarsi pertanto non esaustiva.

Elenco delle discontinuità		
Codice	Denominazione	Breve descrizione
1	Abrasione	Danneggiamento della superficie per asportazione meccanica di particelle metalliche.
2	Alterazione di forma	Deformazione anelastica del materiale.
3	Ammaccatura	Depressione accidentale di superficie.
4	Appannamento	Formazione di uno strato sottile ed aderente di prodotti di corrosione che toglie lucentezza alla superficie del metallo.
5	Arrugginimento	Presenza superficiale di ruggine.
6	Assottigliamento	Riduzione di spessore locale o diffuso
7	Bave	Frange di metallo sporgenti.
8	Bolla, vescichetta, bugne (<i>Blister</i>)	Sollevamento locale di uno strato di metallo con formazione alla superficie di una protuberanza sotto la quale è rilevabile una cavità. Può essere causato da fenomeni di assorbimento e diffusione di idrogeno.
9	Brucciatura	Ossidazione in profondità ai bordi dei grani, provocata da riscaldamento a temperatura eccessiva, con conseguente disgregazione del materiale che non può quindi essere rigenerato.
10	Buccia d'arancia	Rugosità superficiale di una lamiera che compare in seguito a una deformazione, specialmente a freddo.
11	Chiazzatura	Macchiettatura che compare dopo un'operazione di finitura o pulizia con agenti chimici.
12	Chiazze da decapaggio, macchie di decapaggio	Zone nelle quali il decapaggio è risultato incompleto.
13	Colori di riscaldamento	Pellicola di ossido che assume diverse colorazioni secondo la temperatura di riscaldamento.
14	Corrosione	Fenomeno di natura chimico-fisica che provoca il graduale decadimento delle caratteristiche del materiale con il concorso dell'ambiente che lo circonda.
15	Corrosione interstiziale (<i>crevice corrosion</i>)	Danno locale prodotto da corrosione nelle regioni di contatto metallo-metallo e metallo-non metallo.
16	Corrosione puntiforme	Corrosione diffusa che si manifesta con piccoli crateri di corrosione isolati tra loro.
17	Corrosione sotto pelle	Corrosione in cui l'attacco ha inizio sulla superficie esposta ma si propaga al di sotto della superficie.
18	Cratere di corrosione	Cavità prodotta sulla superficie del materiale metallico dal fenomeno di corrosione, qualora la profondità di essa risulti del medesimo ordine di grandezza delle sue dimensioni trasversali.
19	Cricca	Discontinuità prodotta da una rottura locale allo stato solido.

20	Cricca affiorante	Discontinuità prodotta da una rottura locale che si manifesta con una sottile linea di frattura sulla superficie.
21	Doppia pelle	Sovrapposizione di materiale parzialmente collegata al materiale base,
22	Erosione	Fenomeno di danneggiamento superficiale dovuto all'azione meccanica di un fluido.
23	Erosione/Corrosione	Danno locale o generalizzato prodotto dall'azione combinata dell'attacco di agenti chimici ambientali con caratteristiche di aggressività e di elevate velocità all'interfaccia fluido-superficie.
24	Fessurazione caustica, cricca di fragilità caustica, fragilità caustica	Fessurazione intercristallina dovuta agli effetti combinati di sollecitazioni e di corrosione in soluzioni alcaline.
25	Filature, venature	Piccoli solchi longitudinali e sottili.
26	Fiorettatura	Anomalia superficiale conseguente alle operazioni di laminazione a freddo, che si presenta sotto forma di increspamenti felciformi correnti diagonalmente rispetto alla direzione di laminazione.
27	Graffi e rigature	Lacerazioni superficiali di estensione limitata, di origine meccanica, senza asportazione di materiale.
28	Increspatura	Anomalia superficiale che si origina durante la laminazione a freddo e che ha l'aspetto di una ondulazione.
29	Incrostazioni	Depositi di vario tipo che aderiscono alle superfici.
30	Macchie, imbrattamenti	Presenza di macchie o sporcizia che può ostacolare l'EV.
31	Morchie	Impurità colloidali tipicamente oleose.
32	Paglie	Squame di metallo, derivanti al processo di fabbricazione, che restano aderenti alla superficie.
33	Pustola di corrosione, <i>Pitting</i>	Rilievo sulla superficie del materiale metallico, derivante dall'accumulo di precipitati e sovrastante un cratere di corrosione.
34	Protuberanze	Piccole zone in rilievo sulla superficie di una lamiera dovute alle impronte dei cilindri di laminazione.
35	Raggrinzamenti	Piccole ondulazioni ravvicinate sulle lamiere sottili, a seguito di imbutitura profonda.
36	Rigonfiamento	Cedimento locale di lamiere di serbatoi o di tubazioni sotto l'azione di pressioni di prova o di esercizio.
37	Ripiegatura	Porzione di materiale che nella laminazione si sovrappongono senza saldarsi completamente.
38	Rugosità	Stato della superficie presentante lievi depressioni e sporgenze di varia forma e dimensioni originate da cause diverse.
39	Scaglia	Strato di ossido ricoprente la superficie.
40	Scheggia	Distacco di zone corticali sulla superficie.
41	Sdoppiatura, apertura	Fessurazione alle estremità o lungo i bordi di un

		laminato, che talvolta può portare al distacco totale.
42	Sfaldatura	Distacco di zone corticali sugli spigoli e smussi.
43	Sfogliatura	Distacco di frammenti dalla superficie, a volte accompagnati da corrosione degli strati superficiali.
44	Sfrangiatura	Frastagliatura al bordo delle lamiere sottili e dei nastri, più frequente in quelli di acciaio ad alto tenore di carbonio.
45	Solchi, ripiegature	Si formano prevalentemente quando alcuni difetti del semilavorato vengono allungati ed estesi durante la laminazione.
46	Sputo	Traccia lasciata delle accensioni d'arco praticate sulla superficie della lamiera, esternamente al giunto.
47	Strappettatura	Successione di cricche e strappi su laminati o trafilati.
48	Strappo	Rottura nel metallo, che appare durante la lavorazione plastica e dovuta ad eccessiva sollecitazione od a caratteristiche inadatte del materiale.
49	Stratificazione di laminazione	Formazione di due o più strati durante la lavorazione a causa di discontinuità preesistente nel metallo.
50	Strisce di trafilatura	Anomalie causate da errata operazione di striatura.
51	Taglio o scanalatura	Impronta di taglio dove il metallo è stato rimosso o ridistribuito.
52	Tensocorrosione	Danno prodotto da sforzi di tensione in specifici ambienti corrosivi. Gli sforzi possono essere generati dall'applicazione di carichi, da tensioni residue generate dai processi di lavorazione, o dalla combinazione di entrambi.
53	Trafilamento	Fuoriuscita, perdita di fluido.
54	Tubercolo	Accumulo di aspetto tondeggiante sulla superficie del materiale metallico di precipitati dovuti alla corrosione.
55	Ulcera di corrosione	Cavità prodotta dalla corrosione sulla superficie del materiale metallico, qualora la profondità della cavità stessa sia piccola in confronto alle rilevanti sue dimensioni trasversali.
56	Vaiolature	Piccole cavità superficiali a forma di calotte sferiche
SALDATURE [UNI EN ISO 6520-1:2001 - UNI EN 26520:93]		
57	Altezza di gola eccessiva	L'altezza di gola effettiva della saldatura d'angolo è troppo grande.
58	Altezza di gola insufficiente	L'altezza di gola effettiva della saldatura d'angolo è troppo piccola.
59	Asimmetria eccessiva di una saldatura d'angolo	Eccessiva asimmetria del cordone di saldatura.
60	Avvallamento del cordone di saldatura, concavità	Collasso del metallo fuso, dovuto a fusione eccessiva che per gravità porta ad un eccesso e/o ad una mancanza di metallo.
61	Cavità di cratere	Cavità di ritiro all'estremità di una passata di saldatura, non eliminata prima o durante l'esecuzione della passata successiva.
62	Cavità di ritiro	Cavità dovuta al ritiro del metallo durante la solidificazione.
63	Colori di rinvenimento	Leggera ossidazione della zona fusa, per esempio

		negli acciai inossidabili.
64	Colpo di mola	Danno locale dovuto ad una molatura non corretta.
65	Colpo di scalpello	Danno locale dovuto all'azione di uno scalpello o di un altro utensile.
66	Colpo d'arco	Danno locale alla superficie del metallo base adiacente alla saldatura, dovuto alla formazione accidentale di un arco od all'innescio di un arco di saldatura fuori dal cianfrino.
67	Convessità eccessiva	Difetto di una saldatura d'angolo caratterizzato da un profilo eccessivamente convesso.
68	Deformazione angolare	Deformazione del giunto costituito da due pezzi saldati, tale che le loro superfici non sono parallele, oppure formano tra loro un angolo diverso da quello previsto.
69	Difetto di ripresa/Ripresa difettosa	Irregolarità locale della superficie nella zona di una ripresa di saldatura.
70	Dimensioni non corrette della saldatura	Deviazione dalle dimensioni prescritte della saldatura.
71	Distacco non corretto in saldatura d'angolo	Il distacco tra le parti da saldare costituenti un giunto d'angolo è eccessivo o insufficiente.
72	Distorsione eccessiva	Deviazione dimensionale dovuta al ritiro ed alla deformazione della saldatura.
73	Eccesso di penetrazione	Eccesso di metallo sporgente al vertice di una saldatura.
74	Eccessivo spessore della saldatura	Lo spessore della saldatura è troppo grosso.
75	Forma difettosa	Profilo difettoso delle superfici esterne della saldatura o configurazione geometrica difettosa del giunto.
76	Imperfezione della puntatura	Difetto dovuto alla puntatura non corretta, per esempio: la saldatura di puntatura è rotta oppure non è penetrata; si è saldato sopra la saldatura di puntatura difettosa.
77	Incisione al vertice	Incisioni marginali visibili da ciascun lato del cordone di penetrazione.
78	Incisione marginale	Mancanza di metallo a forma di solco al bordo di una passata, nel metallo base oppure nel metallo depositato precedentemente, dovuta alla saldatura.
79	Insellamento al vertice	Solco poco profondo al vertice di una saldatura, testa a testa, dovuto al ritiro del metallo fuso.
80	Larghezza irregolare	Variazione eccessiva della larghezza della saldatura.
81	Larghezza eccessiva della saldatura	La larghezza della saldatura è troppo grande.
82	Mancanza di fusione/Incollatura	Mancanza di collegamento fra il metallo depositato e il metallo base, oppure fra strati contigui di metallo depositato.
83	Mancanza di penetrazione	Differenza tra la penetrazione effettiva e la penetrazione nominale.
84	Mancanza di penetrazione al vertice	Una o ambedue le facce del cianfrino non sono fuse nella zona del vertice
85	Molatura eccessiva	Riduzione dello spessore del pezzo dovuta ad

		eccesso di molatura.
86	Porosità superficiale	Cavità di forma sostanzialmente sferica affiorante alla superficie della saldatura.
87	Raccordo difettoso	Angolo troppo piccolo tra il piano della superficie del metallo base e un piano tangente alla superficie del cordone in corrispondenza al bordo della saldatura.
88	Residuo di flusso	Il residuo è stato asportato in modo insufficiente dalla superficie.
89	Residuo di scoria	La scoria aderente è stata asportata in modo insufficiente dalla superficie.
90	Riempimento incompleto /Insellamento	Insufficienza di metallo depositato, che dà luogo ad un solco longitudinale continuo o discontinuo alla superficie della saldatura.
91	Rigonfiamento della saldatura	Imperfezione dovuta ad un surriscaldamento di giunti saldati in leghe leggere, come risultato di un tempo di mantenimento prolungato durante la solidificazione.
92	Sfalsamento di saldature contrapposte	Sfalsamento tra gli assi di due saldature contrapposte.
93	Sfondamento	Collasso locale del bagno di fusione, che provoca la formazione di un foro nella saldatura.
94	Sgocciolamento/Goccia	Eccesso locale di penetrazione.
95	Slivellamento, disallineamento	Disallineamento tra due pezzi saldati, tale che le loro superfici sono parallele ma non sono sullo stesso piano.
96	Sovrammetallo eccessivo	Eccesso di spessore del metallo depositato nelle ultime passate di una saldatura testa a testa.
97	Spruzzo	Globulo di metallo fuso o di metallo d'apporto proiettato durante la saldatura, che aderisce alla superficie del metallo base o al metallo di saldatura già solidificato.
98	Spugnosità al vertice	Aspetto spugnoso del metallo fuso al vertice della saldatura, dovuto alla formazione di porosità durante la solidificazione.
99	Strappo superficiale	Danno superficiale locale del metallo base, dovuto all'asportazione mediante frattura di attacchi provvisori saldati.
100	Superficie irregolare	Irregolarità della superficie della saldatura.
101	Superficie ricoperta con calamina	Superficie fortemente ossidata nella zona fusa.
102	Tarli affioranti	Cavità tubolari nel metallo fuso che affiorano alla superficie della saldatura.
103	Traboccamento/ Sovrapposizione	Eccesso di metallo depositato al bordo della saldatura, che ricopre la superficie del metallo base, il quale però non risulta fuso.

Appendice D Classificazione delle discontinuità

Le discontinuità possono essere classificate secondo la convenzione di seguito riportata in relazione alla loro significatività.

Non sono rilevate discontinuità

0. L'EV non evidenzia discontinuità.

Discontinuità che non richiedono interventi

1. La discontinuità è assolutamente irrilevante ai fini della valutazione del rischio.
2. La discontinuità ha caratteristiche tali da non evolvere, presumibilmente, verso condizioni di rischio significativo fino alla successiva ispezione programmata. E' obbligatorio la registrazione delle discontinuità rivelate.

Discontinuità che non richiedono interventi nell'immediato

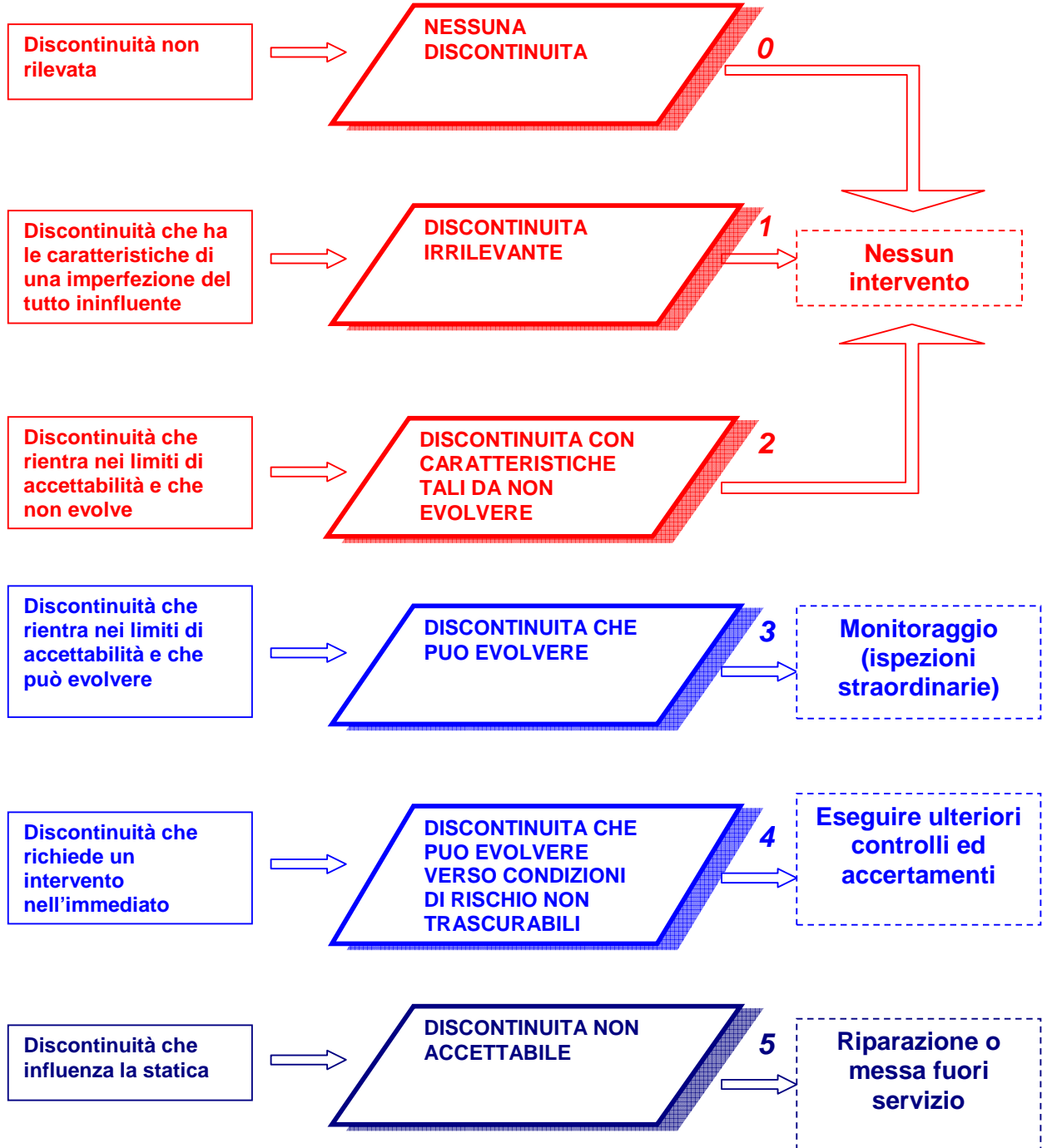
3. La discontinuità può evolvere verso condizioni di rischio non trascurabili che non richiedono, comunque, interventi nell'immediato. E' tuttavia **obbligatorio** il monitoraggio svolgendo specifiche Ispezioni Straordinarie **anche** eseguendo ulteriori controlli o particolari accertamenti con altri metodi PND. La possibilità di esercire il componente, in attesa dell'intervento di riparazione (o di sostituzione), deve essere opportunamente valutata (per esempio con metodologie di tipo *Fitness For Service*).

Discontinuità che richiedono interventi nell'immediato

4. La discontinuità può evolvere verso condizioni di rischio non trascurabili che richiedono interventi nell'immediato. E' **obbligatorio** eseguire ulteriori controlli ed accertamenti con altri metodi PND. L'entità del difetto consente, tuttavia, la sua **riparazione** garantendo l'esercizio in sicurezza dell'attrezzatura, del componente o elemento.
5. La discontinuità ha **rilevanza** tale da imporre la **messa fuori servizio** dell'attrezzatura, del componente o elemento. In sede di fabbricazione è previsto lo **scarto** dell'attrezzatura, componente o elemento.

Ai soli fini dell'EV condotto nell'ambito di una Ispezione in sede di fabbricazione sono ammesse esclusivamente le classi 0, 1, 4 e 5. Qualora una discontinuità valutata in classe 4 subisca una riparazione con esito positivo può essere ricollocata in classe 1 o inferiore.

Diagramma di flusso per l'assegnazione del voto alle discontinuità rilevate




Appendice E

Modello del Rapporto di Prova

Il modello del Rapporto di Prova di seguito riportato è congruente con l'approccio presentato ed ha, pertanto, carattere puramente indicativo.

A titolo esemplificativo si riporta, infine, un esempio di rapporto di prova di EV eseguito su un serbatoio per GPL.

Organismo		Rapporto di Prova		Committente	Commessa	Pag
Dati attrezzatura, componente o elemento						
Matricola	Numero di fabbrica	Tipo	Fabbricante	Installazione (sede)		
Classe d'ispezione						
In sede di lavorazione Verifica di primo impianto (<i>messa in servizio</i>) Periodica ordinaria			Riqualificazione periodica (<i>verifica di integrità</i>) Straordinaria Riferimenti a precedenti ispezioni			
Condizioni relative all'esame						
Stadio di lavorazione.....						
Personale (qualificazione e/o certificazione, livello).....						
Superfici ispezionate.....						
Accessibilità.....						
Trattamento e/o pulizia delle superfici.....						
Tecnica d'esame.....						
Illuminamento.....						
Dotazione strumentale ed ausiliaria.....						
Altro.....						
Discontinuità rilevate						
Numero individuale	Tipologia (Codice)	Denominazione	Localizzazione	Classificazione	Documentazione grafica	
1						
2						
3						
Note:						
Osservazioni:						
Esecutore dell'EV		Luogo:		Supervisore dell'EV		Luogo
		Data				Data

Organismo ISPESL Dipartimento di BIELLA		Rapporto di Prova		Committente ABC	Commessa 0001	Pag 1/2
Dati attrezzatura, componente o elemento						
Matricola VC 000951/95	Numero di fabbrica 000100521	Tipo Serbatoio orizzontale per GPL	Fabbricante Rossi & Martini Serbatoi	Installazione (sede) Romentino (NO)		
Classe d'ispezione						
In sede di lavorazione Verifica di primo impianto (<i>messa in servizio</i>) <input checked="" type="checkbox"/> Periodica ordinaria			Riqualficazione periodica (<i>verifica di integrità</i>) Straordinaria Riferimenti a precedenti ispezioni			
Condizioni relative all'esame						
Stadio di lavorazione..... N.A.						
Personale (qualificazione e/o certificazione, livello)..... N.A.						
Superfici ispezionate..... 100% superficie esterna						
Accessibilità..... senza impedimenti						
Trattamento e/o pulizia delle superfici..... spazzolatura metallica						
Tecnica d'esame..... diretto locale non assistito						
Illuminamento..... 700 lux						
Dotazione strumentale lente d'ingrandimento						
Altro.....						
Discontinuità rilevate						
Numero individuale	Tipologia (Codice)	Denominazione	Localizzazione	Classificazione	Documentazione grafica	
1	16	Corrosione puntiforme	Mezzeria fasciame	4		

Organismo ISPESL Dipartimento di BIELLA		Rapporto di Prova		Numero 0001	Commessa 0001	Pag 2/2
Discontinuità rilevate						
Numero individuale	Tipologia (Codice)	Denominazione	Localizzazione	Classificazione	Documentazione grafica	
2	20	Cricche	Fondo – zona interessata dai fori	5		
3						
Note: Le zone difettose sono state identificate con pennarello rosso						
Osservazioni:						
Esecutore dell'EV Mario Verdi		Luogo: Romentino (NO)		Supervisore dell'EV N.A.		Luogo
		Data 14/05/2004				Data

Appendice F Bibliografia

LEGGI E DECRETI

1. Decreto Legislativo 25 Febbraio 2002 n. 93 "Attuazione della Direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione".
2. D.M. 1 Dicembre 2004 "Regolamento recante norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'articolo 19 del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 93".
3. D.M. 21 Maggio 1974 " Norme integrative del regolamento approvato con R.D. 12.5.1927, n. 824, e disposizioni per l'esonero da alcune verifiche e prove stabilite per gli apparecchi a pressione", e successive modifiche ed integrazioni.
4. Raccolta M, rev. 1995 "Specificazioni tecniche applicative del D.M. 21 Novembre 1972 riguardanti l'impiego dei materiali nella fabbricazione degli apparecchi e sistemi in pressione".
5. Raccolta S, rev. 1995 "Specificazioni tecniche applicative del D.M. 21 Novembre 1972 per l'impiego della saldatura nella fabbricazione e riparazione degli apparecchi e sistemi in pressione".

UNI EN

6. UNI EN 473 "Qualifica e certificazione del personale addetto alle Prove Non Distruttive – Principi generali".
7. UNI EN 764 "Apparecchi a pressione. Terminologia e simboli. Pressione, temperatura, volume".
8. UNI EN 970 "Controllo non distruttivo di saldature per fusione – Esame Visivo".
9. EN 1330-2 "Prove Non Distruttive – Terminologia – Termini comuni ai metodi di Prove Non Distruttive".
10. EN 1330-10 "Non Destructive Testing – Visual testing – Terminology".
11. UNI 6047-67 "Difetti nella ghisa e nell'acciaio – Termini e Definizioni".
12. UNI EN 12062 "Controllo non distruttivo delle saldature – regole generali per i materiali metallici".
13. UNI EN 12345 "Saldatura – Lista multilingue dei termini comuni ai giunti saldati, con illustrazioni".
14. UNI EN 12454 "Fonderia - Esame visivo delle discontinuità superficiali - Getti di acciaio colati in sabbia".
15. UNI EN 1803 "Ispezione periodica e prove per bombole per gas di acciaio al carbonio saldato".
16. UNI EN 1968 "Ispezione periodica e prove per bombole per gas di acciaio senza saldatura".
17. UNI EN ISO 11623 "Ispezione e prove periodiche delle bombole di materiale composito".
18. EN 12817 "Inspection and requalification of LPG tanks up to and including 13 m³ overground".
19. EN 12818 "Inspection and requalification of LPG tanks up to and including 13 m³ underground".
20. EN 12819 "Inspection and requalification of LPG tanks greater than 13 m³ overground".
21. EN 12820 "Inspection and requalification of LPG tanks greater than 13 m³ underground".
22. UNI EN 13018 Prove Non Distruttive "Esame visivo – Principi generali".
23. EN 13445-5 "Unfired pressure vessels – part 5: Inspection and testing".
24. EN 13480 part 5: "Inspection and testing".

25. EN 12952 "Water tube boilers and auxiliary installations - part 6: Inspection during construction; documentation and marking of pressure parts of the boiler".
26. EN 12953 "Shell boilers - part 5: Inspection during construction, documentation and marking of pressure parts of the boiler".
27. UNI EN 25817 "Giunti saldati ad arco in acciaio – Guida sui livelli di qualità delle imperfezioni".
28. UNI EN 26520 "Classificazione delle imperfezioni nelle saldature metalliche per fusione con commenti esplicativi".
29. UNI EN 30042 "Giunti in alluminio e sue leghe saldabili, saldate ad arco – Guida dei livelli di qualità delle imperfezioni".
30. prEN 13927 "Non Destructive Testing – Visual testing – Equipment".
31. prEN5817 ISO/DIS:2002 "Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections".
32. CEN TC 138 WI 091 – "Non Destructive Testing – Methodology for qualification of non destructive tests".

ISO

33. ISO CD 9712 "Non destructive testing - Qualification and certification of personnel"

ASME

34. ASME B31.1-1998 "ASME Code for pressure piping, B31".
35. ASME B&PV Code Section VIII, Division 1 "Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Pressure Vessels, Division 1".
36. ASME B&PV Code Section VIII, Division 2 "Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Pressure Vessels, Division 2, Alternative Rules".
37. ASME B&PV Code Section I, "Rules for Construction of Power Boilers".

ANSI/ASME

38. ANSI/ASME B31G "Manual for Determining the Remaining Strength of Corroded Pipeline".

API

39. API 570 "Piping Inspection Code: Inspection Repair, Alteration and Rerating of In-Service Piping Systems".

ANSI/API

40. ANSI/API 653 "Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction".
41. ANSI/API 510 "Pressure Vessel Inspection Code: Maintenance Inspection, Rerating, Repair and Alteration".
42. ANSI/API 571 "Recognition of Condition Causing Deterioration or Failure".
43. ANSI/API 572 "Inspection of Pressure Vessels".
44. ANSI/API 573 "Inspection of Fired Boilers and Fired Heaters".
45. ANSI/API 574 "Inspection of Piping, Tubing, Valves and Fittings".
46. ANSI/API 576 "Inspection of Pressure Relieving Devices".
47. ANSI/API 577 "Recommended Practice for Inspection of Welding".
48. ANSI/API 580 "Recommended Practice for Risk-Based Inspection".



Dipartimento Omologazione e Certificazione
Dipartimento Tecnologie di Sicurezza

Autori:

*Carlo De Petris
Canio Mennuti
Corrado Delle Site*

contributi di:

*Riccardo Balistreri
Renato Carrara
Domenico Di Fonzo
Giuseppe Augugliaro
Maurizio Gennari
Antonio Fiodo*

coordinamento editoriale

Ufficio Relazioni con il Pubblico
Dipartimento Relazioni Esterne
*Rita Bisegna
Barbara Coletti*

Finito di stampare nel gennaio 2006
Grafica e stampa **Studio Centrone** s.r.l.
www.studiocentrone.com