



ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE  
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

Direzione generale  
Direzione centrale Ricerca  
Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza  
degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

Circolare n. 10

Roma, 11 marzo 2021

Al Dirigente Generale vicario  
Ai Responsabili di tutte le Strutture  
centrali e territoriali

e, p.c. a: Organi istituzionali  
Magistrato della Corte dei conti  
delegato all'esercizio del controllo  
Organismo indipendente di  
valutazione della performance  
Comitati consultivi provinciali

## Oggetto

Procedura per il controllo di serbatoi per GPL interrati, ricoperti e fuori terra di capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup> con tecnica basata sul metodo di Emissione Acustica e relativi requisiti tecnici dei soggetti abilitati ad effettuare le verifiche.

## Quadro normativo

- /// **Decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di concerto con il Ministro della sanità e il Ministro del lavoro e della previdenza sociale 29 febbraio 1988:** "Norme di sicurezza per la progettazione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 m<sup>3</sup>".
- /// **Decreto del Ministro delle attività produttive di concerto con il Ministro della salute e il Ministro del lavoro e delle politiche sociali 23 settembre 2004:** "Modifica del decreto del 29 febbraio 1988, recante norme di sicurezza per la progettazione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas, di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 m<sup>3</sup> e adozione dello standard europeo EN 12818 per i serbatoi di gas di petrolio liquefatto di capacità inferiore a 13 m<sup>3</sup>".
- /// **Decreto del Ministro delle attività produttive di concerto con il Ministro e del lavoro e delle politiche sociali 1° dicembre 2004, n. 329:** "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".

- ⚡ **Decreto interdirettoriale del 17 gennaio 2005:** "Procedura operativa per la verifica decennale dei serbatoi interrati per GPL con la tecnica basata sul metodo delle emissioni acustiche".
- ⚡ **Decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76 convertito con modificazioni dalla legge 11 settembre 2020, n. 120. Articolo 64-bis:** "Misure a sostegno dello sviluppo tecnologico e di semplificazione".
- ⚡ **Determina del Direttore generale Inail 18 dicembre 2020, n. 58:** "Procedura per il controllo di serbatoi per GPL interrati, tumulati (o ricoperti) e fuori terra di capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup> con tecnica basata sul metodo di Emissione Acustica ai fini della verifica d'integrità".

## **Premessa**

L'art. 64-bis comma 3, del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76 convertito, con modificazioni, dalla legge 11 settembre 2020, n. 120, estende la disciplina di cui al decreto interministeriale 23 settembre 2004 (modifica del decreto interministeriale 29 febbraio 1988, recante norme di sicurezza per la progettazione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas, di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 m<sup>3</sup> e adozione dello standard europeo EN 12818 per i serbatoi di gas di petrolio liquefatto di capacità inferiore a 13 m<sup>3</sup>) e del decreto direttoriale 17 gennaio 2005 (Procedura operativa per la verifica decennale dei serbatoi interrati per GPL con la tecnica basata sul metodo delle emissioni acustiche), ai recipienti a pressione fissi interrati, tumulati e fuori terra con capacità complessiva superiore a 13 m<sup>3</sup>.

La citata disposizione demanda all'Inail la definizione della procedura operativa per l'effettuazione delle verifiche di integrità dei recipienti sopra richiamati con il sistema di controllo basato sulla tecnica delle emissioni acustiche, nonché dei requisiti dei soggetti abilitati ad effettuare le verifiche.

## **La procedura per l'accertamento dell'integrità strutturale dei grandi serbatoi (GS) per GPL con il metodo di Emissione Acustica (EA).**

Con determina del Direttore generale 18 dicembre 2020, n. 58 è stata approvata la "*Procedura per il controllo di serbatoi per GPL interrati, tumulati (o ricoperti) e fuori terra di capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup> con tecnica basata sul metodo di Emissione Acustica ai fini della verifica d'integrità*", che costituisce allegato della presente circolare (allegato 1).

La procedura definisce le modalità tecnico-operative per l'effettuazione delle verifiche di integrità di serbatoi per GPL interrati, ricoperti e fuori terra di capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup> (Grandi Serbatoi, GS) con tecnica basata sul metodo di Emissione Acustica (EA) e relativi requisiti tecnici dei soggetti abilitati (gli Organismi Competenti Abilitati, OCA) a effettuare le verifiche.

Il documento rappresenta la sintesi dell'attività di studio, ricerca e sperimentazione pluriennale condotta dall'Inail, e in precedenza dall'Ispesl, in materia di messa a punto di tecniche diagnostiche sui metodi di controllo non distruttivo e in particolare di emissione acustica.

## **Destinatari**

Destinatari della disposizione sono i proprietari e/o gestori dei serbatoi GPL interrati, ricoperti e fuori terra di capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup> e gli Organismi Competenti Abilitati, *i.e.* i soggetti abilitati con decreto dal Ministero dello sviluppo economico a espletare le attività connesse all'applicazione della procedura EA.

## **Campo di applicazione**

La procedura EA-GS è applicabile unicamente a serbatoi installati in Italia interrati, ricoperti o fuori terra che abbiano:

- capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup>;
- membrane metalliche protette da un idoneo sistema (es: protezione catodica, coibentazione, cassa di contenimento).

La procedura EA-GS deve essere applicata esclusivamente da Organismi Competenti Abilitati con decreto dell'Autorità competente ai sensi del decreto interdirettoriale 17 gennaio 2005 e che soddisfino specifici requisiti tecnici riportati in appendice A dell'allegato documento esplicativo della procedura stessa.

## **Caratteristiche della procedura EA – GS**

La procedura EA-GS è sviluppata dall'Inail in conformità alle disposizioni di legge vigenti e alle indicazioni fornite dalle norme europee di riferimento nelle revisioni più aggiornate; in relazione all'evoluzione tecnologica e all'aggiornamento normativo, nonché all'esito di elaborazioni sui risultati delle verifiche di integrità di grandi serbatoi per GPL, è soggetta a successive revisioni rese disponibili dall'Inail agli Organismi Competenti Abilitati – Grandi Serbatoi (OCA-GS), i quali sono tenuti ad applicare inderogabilmente quella più recente.

La verifica di integrità effettuata in accordo alla procedura operativa EA – GS è riferita al singolo serbatoio e prescinde da qualsiasi approccio di valutazione statistica basata su aggregazione in lotti omogenei di costruzione.

La procedura definisce:

- i requisiti tecnici degli Organismi Competenti Abilitati – Grandi Serbatoi (OCA-GS);
- le modalità di esecuzione delle prove integrative preliminari alla prova EA;
- le modalità organizzative necessarie alla conduzione della prova EA;
- le caratteristiche tecniche della strumentazione necessaria allo svolgimento della prova EA;
- il protocollo di prova con tecnica basata sul metodo EA;
- il procedimento interpretativo dei dati di prova in accordo al modello analitico messo a punto dall'Inail;
- i criteri di classificazione della prova EA;
- le modalità di redazione del rapporto di prova e della sua trasmissione al Centro Banca Dati EA dell'Inail;
- le modalità di redazione del verbale della verifica d'integrità.

La prova EA può essere svolta solo a valle della presentazione del progetto di fattibilità della prova EA elaborato a cura dell'OCA-GS indicato dal Proprietario al Centro Banca Dati EA e del parere positivo espresso da apposita Commissione Tecnica dell'Inail.

L'OCA-GS, preliminarmente ad ogni prova EA, deve elaborare specifiche procedure interne di complemento alla procedura EA-GS, di seguito elencate:

- a) Procedura per l'analisi dei rischi connessi all'esecuzione della prova EA e l'individuazione delle misure da adottare per la eliminazione o mitigazione degli stessi;
- b) Procedura di gestione in sicurezza dell'impianto di pressurizzazione;
- c) Procedura per l'esecuzione delle prove integrative preliminari;
- d) Procedura delle prove non distruttive (PND) di dettaglio a fronte delle indicazioni emerse nell'analisi di *follow up*.

### **Assistenza agli utenti**

Maggiori informazioni sono disponibili sul portale istituzionale nella sezione Attività > Ricerca e Tecnologia > Certificazione, verifica e innovazione > Certificazione e verifica > Riqualificazione serbatoi GPL con metodo EA.

Il Direttore generale  
f.to Giuseppe Lucibello

**Allegati: 1**



ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE  
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

*Procedura per il controllo di serbatoi per GPL interrati, tumulati (o ricoperti) e fuori terra di capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup> con tecnica basata sul metodo di Emissione Acustica ai fini della verifica d'integrità*

*Revisione 0 – novembre 2020*

## Prefazione

L'articolo 64-bis, comma 3, del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76 convertito, con modificazioni, dalla legge 11 settembre 2020, n. 120, estende la disciplina di cui al decreto del Ministero delle attività produttive del 23 settembre 2004 (*Modifica del D.M. 29 febbraio 1988, recante norme di sicurezza per la progettazione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas, di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 m<sup>3</sup> e adozione dello standard europeo EN 12818 per i serbatoi di gas di petrolio liquefatto di capacità inferiore a 13 m<sup>3</sup>*) e del decreto direttoriale del 17 gennaio 2005 (*Procedura operativa per la verifica decennale dei serbatoi interrati per GPL con la tecnica basata sul metodo delle emissioni acustiche*), ai recipienti a pressione fissi interrati, tumulati e fuori terra con capacità complessiva superiore a 13 m<sup>3</sup>.

Con il presente documento, in attuazione di quanto disposto dal sopra citato dispositivo, Inail definisce la procedura operativa per l'effettuazione delle verifiche di integrità dei recipienti a pressione fissi interrati, tumulati e fuori terra con capacità complessiva superiore a 13 m<sup>3</sup> con il sistema di controllo basato sulla tecnica delle emissioni acustiche, nonché i requisiti dei soggetti abilitati (più correttamente, degli Organismi Competenti Abilitati) ad effettuare le predette verifiche.

*Procedura per il controllo di serbatoi per GPL interrati, tumulati (o ricoperti) e fuori terra di capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup> con tecnica basata sul metodo di Emissione Acustica ai fini della verifica di integrità*

*Revisione 0 – novembre 2020*

1. Scopo e campo di applicazione
2. Riferimenti di legge e normativi
3. Terminologia e simbologia
4. Presentazione della tecnica e delle attività di prova EA
5. Personale
6. Procedure interne, misure di sicurezza e condizioni ambientali
7. Documentazione preliminare e progetto di fattibilità della prova EA
8. Accertamenti ed operazioni preliminari
9. Sistema EA
10. Sensori EA
11. Configurazione del sistema EA
12. Sequenza operativa della prova EA
13. Verifica di funzionalità iniziale del sistema EA
14. Registrazione del rumore di fondo iniziale
15. Pressurizzazione
16. Analisi *on line* della prova EA
17. Registrazione dell'attività di fondo finale
18. Verifica di funzionalità finale del sistema EA
19. Analisi di *follow up* della prova EA
20. Processamento *off line* (*post test analysis*) e classificazione della prova EA
21. Rapporto di prova EA
22. Verifica d'integrità del serbatoio

Appendici

- A (Normativa) Requisiti tecnici degli Organismi Competenti Abilitati – Grandi Serbatoi
- B1 (Normativa) Serbatoi cilindrici interrati, ricoperti o parzialmente ricoperti
- B2 (Normativa) Serbatoi cilindrici fuori terra
- B3 (Normativa) Serbatoi sferici
- C (Normativa) Trasmissione dati al Centro Banca Dati EA Inail
- D (Normativa) Sorveglianza degli OCA-GS

## 1 Scopo e campo d'applicazione

Con riferimento alla Legge 11 settembre 2020 n. 120, il presente documento declina la procedura operativa per l'effettuazione delle verifiche di integrità dei serbatoi per GPL interrati, tumulati (o ricoperti) e fuori terra di capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup> con il sistema di controllo basato sulla tecnica dell'emissione acustica (EA).

Ferme restando le disposizioni di cui al dm 23 settembre 2004 e al dd 17 gennaio 2005, l'appendice A definisce i requisiti tecnici degli Organismi Competenti Abilitati – Grandi Serbatoi (OCA-GS).

La procedura per l'accertamento dell'integrità strutturale dei grandi serbatoi (GS) per GPL con il metodo di Emissione Acustica, di seguito indicata come procedura EA-GS, è sviluppata dall'Inail in conformità alle disposizioni di legge vigenti ed alle indicazioni fornite dalle norme europee di riferimento nelle revisioni più aggiornate, in elenco nella sezione 2.

Per i serbatoi rientranti nel campo di applicazione previsto dal comma 3 dell'articolo 64-bis della legge 11 settembre 2020 n. 120, la verifica di integrità effettuata in accordo alla presente procedura operativa è riferita al singolo serbatoio e prescinde da qualsiasi approccio di valutazione statistica basata su aggregazione in lotti omogenei di costruzione.

La procedura EA-GS è applicabile ai fini della verifica di integrità di serbatoi per GPL interrati, ricoperti o fuori terra (fig. 1) che abbiano:

- capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup>;
- membrature metalliche protette da un idoneo sistema (es: protezione catodica, coibentazione, cassa di contenimento).

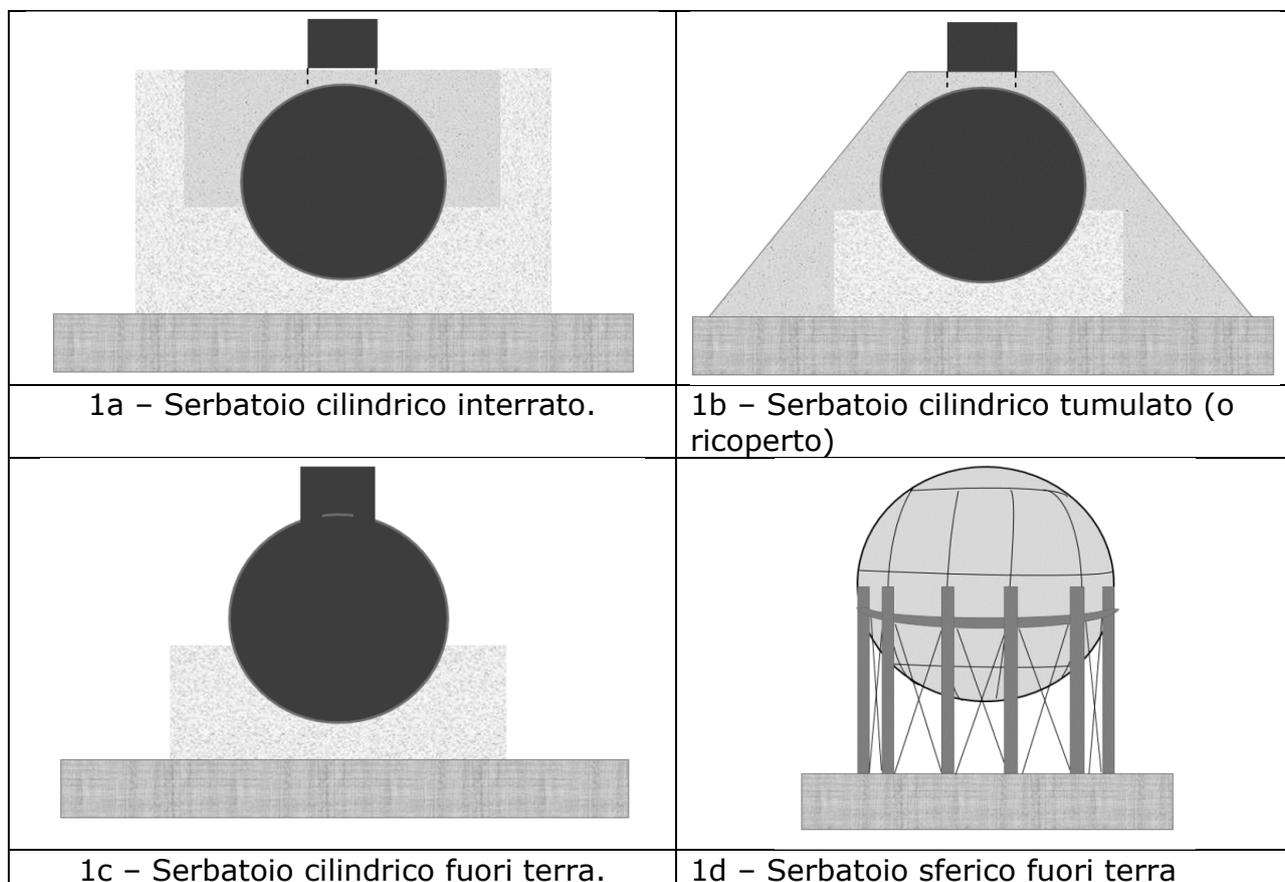


Figura 1 – Rappresentazione schematica delle tipologie di installazioni più comuni di serbatoi per GPL di capacità superiore a 13 m<sup>3</sup>.

La procedura EA-GS definisce:

- i requisiti tecnici degli Organismi Competenti Abilitati – Grandi Serbatoi (OCA-GS);
- le modalità di esecuzione delle prove integrative preliminari alla prova EA;
- le modalità organizzative necessarie alla conduzione della prova EA;
- le caratteristiche tecniche della strumentazione necessaria allo svolgimento della prova EA;
- il protocollo di prova con tecnica basata sul metodo EA;
- il procedimento interpretativo dei dati di prova in accordo al modello analitico messo a punto da Inail;
- i criteri di classificazione della prova EA;
- le modalità di redazione del rapporto di prova e della sua trasmissione al Centro Banca Dati EA dell’Inail;
- le modalità di redazione del verbale della verifica d’integrità.

Tutte le appendici hanno carattere normativo.

La prova EA non può essere generalmente ripetuta prima di un anno per non incorrere in una riduzione della sensibilità dell’esame determinata per effetto *Kaiser*. L’intervallo di tempo utile per la ripetizione della prova EA può essere ridotto a valle di rivalutazioni da effettuare caso per caso.

La procedura EA-GS deve essere applicata esclusivamente da Organismi Competenti Abilitati con specifico decreto dell’Autorità competente ai sensi del dd 17 gennaio 2005 e che soddisfino i requisiti tecnici previsti in appendice A.

La procedura EA-GS è applicabile unicamente a serbatoi installati in Italia.

L’Inail si riserva di intraprendere azioni di tutela contro l’utilizzo improprio della procedura EA-GS.

L’OCA-GS deve elaborare specifiche procedure interne di complemento alla presente procedura EA-GS in conformità a quanto indicato nella sezione 6.1.

La procedura EA-GS, in relazione all’evoluzione tecnologica e all’aggiornamento normativo, nonché interpretativo della banca dati delle verifiche di integrità di grandi serbatoi per GPL istituita presso il Centro Banca Dati EA, è soggetta a successive revisioni rese disponibili dall’Inail agli OCA-GS, i quali sono tenuti ad applicare inderogabilmente quella più recente.

La prova EA può essere svolta solo a valle della presentazione del progetto di fattibilità della prova EA elaborato a cura dell’OCA-GS indicato dal Proprietario al Centro Banca Dati EA e del parere positivo espresso da apposita Commissione Tecnica dell’Inail.

## **2 Riferimenti di legge e normativi**

### 2.1 Riferimenti di legge

- D.M. 13 ottobre 1994, "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di GPL in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 m<sup>3</sup> e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5.000 kg".
- D. Lgs. 4 agosto 1999 n. 359 "Attuazione della direttiva 95/63/CE che modifica la direttiva 89/655/CEE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e salute per l'uso di attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori".
- D.M.16 ottobre 2002 "Depositi di GPL in serbatoi fissi, di capacità complessiva superiore a 5 m<sup>3</sup> e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5.000 kg. Adeguamento alla regola tecnica di prevenzione incendi di cui al decreto del Ministro dell'interno di concerto con quello dell'industria, del commercio e dell'artigianato 13 ottobre 1994.
- D.P.R. 24 ottobre 2003, n. 340 "Regolamento recante disciplina per la sicurezza degli impianti di distribuzione stradale di G.P.L. per autotrazione".
- D.M. 14 maggio 2004 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 13 m<sup>3</sup>".
- Modifiche ed integrazioni all'allegato al decreto 14 maggio 2004, recante approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 13 m<sup>3</sup>.
- D.M. 1 dicembre 2004, n. 329 "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".
- D. Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 "Legge 7 luglio 2009 n° 88 attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- D.M. 11 aprile 2011 "Disciplina delle modalità di effettuazione delle verifiche periodiche di cui all'All. VII del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, nonché i criteri per l'abilitazione dei soggetti di cui all'articolo 71, comma 13, del medesimo decreto legislativo".
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4 -quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122".
- D.M. 4 marzo 2014 "Modifiche ed integrazioni all'allegato al decreto 14 maggio 2004, recante approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 13 m<sup>3</sup>".
- Legge 11 settembre 2020 n. 120 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76, recante misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale".

### 2.2 Riferimenti normativi.

- UNI EN 1330-1:2015, Prove non distruttive - Terminologia - Part 1: Lista dei termini generali.
- UNI EN 1330-2:2000, Prove non distruttive - Terminologia - Part 2: Termini comuni ai metodi di prove non distruttive.
- UNI EN 1330-9:2017, Prove non distruttive - Terminologia - Parte 9: Termini utilizzati nel controllo con emissione acustica.
- UNI EN 1330-10:2004 Prove non distruttive - Terminologia - Parte 10: Termini utilizzati negli esami visivi.

- UNI EN ISO 9712:2012, Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive.
- ISO 12716:2001, Non-destructive testing - Acoustic emission inspection - Vocabulary.
- UNI EN 12819:2019 "Ispezione e riqualifica dei serbatoi interrati per gas di petrolio liquefatti (GPL) di capacità geometrica maggiore di 13 m<sup>3</sup>".
- UNI EN 13018:2016, Prove non distruttive - Esami visivi - Principi generali.
- UNI EN 13477-1:2003, Prove non distruttive - Emissione acustica - Caratterizzazione dell'apparecchiatura - Parte 1: Descrizione dell'apparecchiatura.
- UNI EN 13477-2:2010, Prove non distruttive - Emissione acustica - Caratterizzazione dell'apparecchiatura - Parte 2: Verifica delle caratteristiche funzionali.
- UNI EN 13509:2004, Tecniche di misurazione per la protezione catodica.
- UNI EN 13554:2011, Prove non distruttive - Prova di emissione acustica - Principi generali.
- UNI EN 13636:2004, Protezione catodica di serbatoi metallici interrati e delle relative tubazioni.
- UNI EN 14584:2013, Prove non distruttive - Prova di emissione acustica - Ispezione di attrezzature a pressione metalliche durante la prova di accettazione - Localizzazione planare delle sorgenti di EA.
- UNI EN 15257:2017, Protezione catodica - Livelli di competenza del personale nel campo della protezione catodica - Schema base di certificazione.
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018, Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

### 3 Terminologia e simbologia

#### 3.1 Terminologia

La terminologia adottata nella procedura EA-GS fa riferimento alle norme:

- UNI EN 1330-9:2017, Prove non distruttive - Terminologia - Parte 9: Termini utilizzati nel controllo con emissione acustica.
- UNI EN 12819:2019, Ispezione e riqualifica dei serbatoi interrati per gas di petrolio liquefatti (GPL) di capacità geometrica maggiore di 13 m<sup>3</sup>

Altri termini non espressamente definiti nelle norme su indicate vengono di seguito definiti:

<i>Accessori a pressione</i>	Componenti a pressione aventi funzione di servizio ed i cui alloggiamenti sono sottoposti a pressione.
<i>Accessori di sicurezza</i>	Dispositivi destinati alla protezione delle attrezzature contro il superamento dei limiti ammissibili.
<i>Array di sensori EA</i>	Maglia reticolare costruita sulla membratura in corrispondenza dei cui nodi sono posizionati i sensori EA
<i>Attualizzazione</i>	Aggiornamento del valore della quantità d'interesse in concomitanza della registrazione di ogni <i>hit</i> o evento acquisito.
<i>Centro Banca Dati EA</i>	Organizzazione interna dell'INAIL competente ai fini della archiviazione dei dati inerenti le prove EA e della loro successiva analisi.
<i>Certificazione AT</i>	Certificazione del personale per il metodo di Emissione Acustica (AT) secondo tre livelli di crescente complessità, in accordo alla norma UNI EN ISO 9712:2012, <i>Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive.</i>
<i>EA</i>	Emissione Acustica, metodo PND anche indicato a livello internazionale con le notazioni AE o AT.
<i>Fabbricante del serbatoio</i>	Il soggetto che assume la responsabilità della progettazione, della costruzione, delle prove e dei controlli necessari all'immissione del serbatoio sul mercato a suo nome.
<i>GPL</i>	Gas di petrolio liquefatto o affini.
<i>GS</i>	Grandi Serbatoi
<i>Inail</i>	Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro. L'Inail è designato a sovrintendere tutte le attività di definizione, aggiornamento e corretta applicazione della procedura EA-GS sul territorio nazionale.
<i>Organismo Competente Abilitato – Grandi Serbatoi (OCA-GS)</i>	Organismo abilitato con specifico decreto dell'Autorità competente ai sensi del dd 17 gennaio 2005 e che soddisfa i requisiti tecnici previsti dall'appendice A della presente procedura EA-GS per l'espletamento della verifica di integrità del serbatoio.
<i>PND</i>	Prove Non Distruttive
<i>PS</i>	Pressione massima ammissibile, pressione massima di progetto del serbatoio, specificata dal fabbricante.
<i>Procedura</i>	Documento scritto che descrive le modalità organizzative, gestionali, e operative, funzionali al perseguimento delle finalità della prova e della sua valutazione.
<i>Proprietario del serbatoio</i>	Soggetto che possiede il serbatoio e ne dispone l'installazione e ne cura l'esercizio in conformità alle

<i>RPEA</i>	<p>prescrizioni e raccomandazioni fornite dal Fabbricante.</p> <p>Responsabile di prova EA. Operatore addetto alla prova EA che coordina le attività e sovrintende le operazioni ordinarie e straordinarie con particolare riguardo a quelle di verifica, sopralluogo e gestione dell'emergenza.</p>
<i>Qualificazione AT</i>	<p>Qualificazione del personale per il metodo di Emissione Acustica (AT) secondo tre livelli di crescente complessità, in accordo alla norma UNI EN ISO 9712:2012, <i>Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive</i>.</p>
<i>Serbatoio</i>	<p>Alloggiamento progettato e costruito per contenere fluidi a specifiche pressioni e temperature.</p>
<i>Verifica di integrità</i>	<p>Accertamento periodico dell'integrità strutturale del serbatoio svolto con PND.</p>

### 3.2 Simbologia

Altri simboli non espressamente definiti nelle norme su indicate vengono di seguito definiti:

$A_d$	Soglia di rilevazione.
$A_e$	Soglia di valutazione.
$A_{fh}$	Ampiezza di picco misurata (apparente) del primo ( <i>first</i> ) <i>hit</i> che discrimina l'evento EA.
$A$	Ampiezza di picco del rumore di fondo.
$d_{max}$	Distanza alla quale l'ampiezza di un evento EA prodotto con sorgente <i>Hsu-Nielsen</i> scende sotto la soglia $A_e$ .
$d_{max,d}$	Distanza alla quale l'ampiezza di un evento EA prodotto con sorgente <i>Hsu-Nielsen</i> scende sotto la soglia $A_d$ .
$DDT / HDT$	<i>Duration Discrimination Time / Hit Definition Time</i> . Intervallo di tempo definito dall'utilizzatore, trascorso il quale, in assenza di ulteriori passaggi di soglia, l'hit si considera concluso.
$e$	Spessore della membratura di un serbatoio.
$L$	Lunghezza totale del mantello del serbatoio cilindrico (non si considerano i fondi)
$D$	Diametro del serbatoio.
$\rho_L$	Passo di posizionamento dei sensori EA su una stessa fila lungo la generatrice longitudinale di un serbatoio cilindrico.
$\rho_{L,max}$	Passo massimo ammissibile di posizionamento dei sensori EA su una stessa fila lungo la generatrice longitudinale di un serbatoio cilindrico.
$V_{sound}$	Velocità di propagazione dell'onda elastica sulla membratura assunta ai fini della localizzazione dell'evento EA.
$V$	Capacità del serbatoio.
$RAT/HLT/DT$	<i>Rearm Time / Hit Lockout Time / Dead Time</i> . Intervallo di tempo definito dall'utilizzatore, durante il quale la strumentazione EA, o il sistema EA, è inabilitata ad accettare qualsiasi dato per qualsiasi ragione.

## 4 Presentazione della tecnica e delle attività di prova EA

### 4.1 Presentazione sintetica del metodo e della tecnica

Le principali caratteristiche del metodo EA sono le seguenti:

- è un metodo diagnostico passivo che consente di monitorare la risposta dinamica del materiale attraverso il rilevamento dell'emissione acustica al variare del carico applicato;
- permette il rilevamento di sorgenti EA anche significativamente distanti dal punto di posizionamento del sensore;
- permette un esame "globale" del componente o della struttura (in senso volumetrico);
- è sensibile all'insorgere ed alla propagazione di difetti e ai cambiamenti della struttura del materiale, piuttosto che alla presenza di difetti che non evolvono al variare del carico (difetti "statici");
- permette un monitoraggio dinamico in tempo reale dello sviluppo di discontinuità sotto l'azione di un carico tensionale;
- ha la possibilità di localizzare gli eventi EA;
- non è invasivo;
- permette, attraverso il monitoraggio, di prevenire cedimenti o collassi strutturali del componente;
- può essere applicato su tutte le strutture.

Questo metodo si distingue, in maniera sostanziale, da altri metodi PND (ultrasuoni, radiografie, correnti indotte, magnetoscopia, liquidi penetranti, ecc.) che permettono, invece, la rilevazione di discontinuità geometriche sotto condizioni statiche (metodi attivi). Per questo motivo, le discontinuità che non sono sensibili al carico applicato non producono un aumento dell'attività acustica.

Sulla base di questi presupposti, la tecnica utilizzata per l'applicazione della procedura EA-GS, è schematicamente illustrata in fig. 2. Essa è finalizzata al rilevamento dell'attività acustica prodotta dall'applicazione di una sollecitazione meccanica imposta alle membrane del serbatoio mediante pressurizzazione e, attraverso tecniche di localizzazione, ad individuare addensamenti di eventi EA (*acoustic emission location cluster*) per zone planari (*planar location*), di significativo interesse ai fini della instabilità. Qualora l'approccio planare si dimostrasse non esaustivo ai fini della localizzazione, esso potrà essere integrato da quello lineare, sempre finalizzato alla definizione di zone di addensamento di eventi EA (*cluster*) per un confronto con quello planare ai fini della congruenza dei dati.

Tali addensamenti, classificati secondo una scala crescente di attenzione, una volta individuata la loro collocazione sulla membratura, saranno oggetto di ulteriori possibili indagini diagnostiche con altri metodi e/o tecniche PND per accertare nel dettaglio l'entità del danneggiamento.

Il giudizio finale della verifica di integrità del serbatoio viene rilasciato solo a valle del positivo esito delle prove integrative preliminari a quella EA, della stessa prova EA, e delle eventuali ulteriori PND.

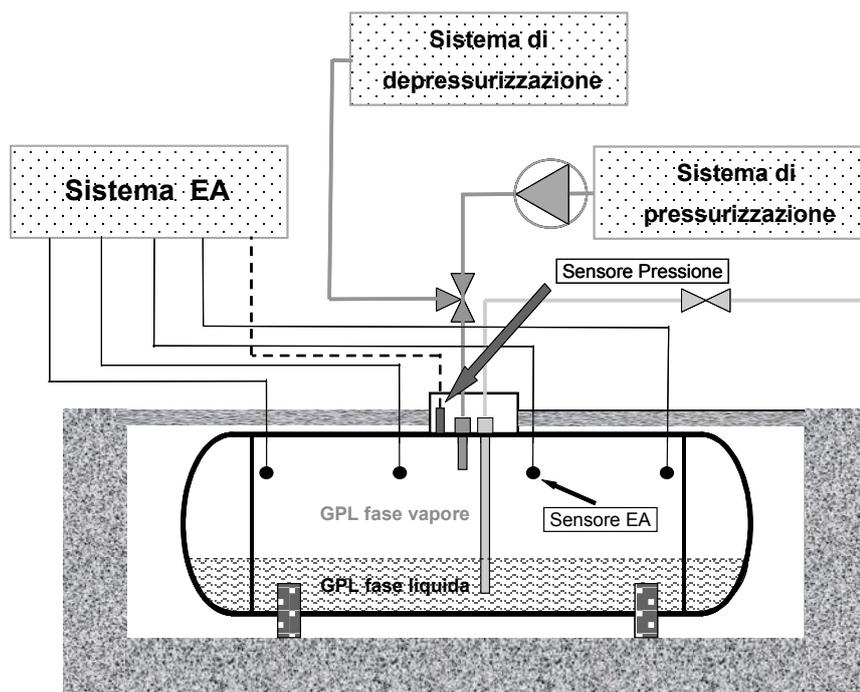


Figura 2 – Schema semplificato dell'allestimento della prova EA

I segnali EA acquisiti devono essere caratterizzati da alcuni parametri descrittivi più significativi, in conformità alla norma UNI EN 13554:2011.

#### 4.2 Attività di prova EA

Per attività di prova si intendono:

- A. il controllo sistematico della conformità della strumentazione EA ai requisiti minimi specificati nelle norme di riferimento UNI EN 13477-1:2003 ed UNI EN 13477-2:2010;
- B. la progettazione e pianificazione della prova EA in conformità alle condizioni di sicurezza del personale impegnato e nel rispetto delle limitazioni all'uso delle attrezzature e della strumentazione sotto il profilo tecnico e fisico;
- C. l'effettuazione delle operazioni di esclusione del serbatoio dal normale esercizio e la sua messa in sicurezza;
- D. l'allestimento e la verifica in campo della strumentazione EA, ivi compresa quella della installazione dei sensori EA sulla membratura in conformità alle specifiche ed alle istruzioni determinate in fase di progettazione e pianificazione;
- E. la disposizione, la connessione, l'esercizio e la disconnessione del sistema di pressurizzazione del serbatoio con gas inerte in conformità alle disposizioni di una specifica procedura elaborata dall'OCA-GS;
- F. la disposizione, la connessione, l'esercizio e la disconnessione del sistema di depressurizzazione del serbatoio a fine prova, ivi compreso l'eventuale dispositivo di smaltimento in fiamma dei vapori residui della miscela gas inerte e GPL ai fini del ripristino delle normali condizioni di esercizio del serbatoio;
- G. il coordinamento della prova EA in campo, l'acquisizione ed il monitoraggio dei dati, l'analisi *on-line* e di *follow up* dei dati EA in conformità alla procedura EA-GS per la verifica del rispetto delle regolari condizioni di prova EA;
- H. l'eventuale gestione dell'emergenza in caso di segnalazione di allarme del sistema EA configurato in conformità alla procedura EA-GS;
- I. il processamento *off line* dei dati di prova EA (*post test analysis*) in conformità al modello interpretativo della procedura EA-GS;

- J. la compilazione e la trasmissione del rapporto di prova EA al Centro Banca Dati EA dell'Inail;
- K. la gestione e l'archiviazione della documentazione inerente tutte le attività, da esibire in occasione degli *audit* di sorveglianza svolti dall'Inail.

## 5 Personale

L'esecuzione della prova in conformità alla procedura EA-GS richiede l'impiego di personale qualificato in relazione alle mansioni assegnate e coerentemente già in possesso dei requisiti tecnici esplicitati in appendice A.

Con riferimento alle attività di prova riportate nella sezione 4.2, il personale deve essere in possesso dei requisiti tecnici specificati in Tab. 1.

Qualificazione	Livello AT3 <sup>1</sup>	Livello AT2 <sup>2</sup>	Cisternista <sup>3</sup>
<b>Attività di prova EA (con riferimento all'elenco di cui alla sezione 4.2)</b>	A,B,I,K	D,G,J	C,E,F,H

Tabella 1

Il numero degli operatori viene determinato da una specifica procedura interna elaborata dall'OCA-GS. Il numero degli operatori impegnati in campo nella prova EA può essere variabile in relazione alla capacità del serbatoio, alla sua disposizione ed accessibilità, così come alla complessità di gestione del sistema EA e di quello di pressurizzazione.

Tra gli operatori impegnati in campo deve essere designato un Responsabile di Prova EA (RPEA) che coordina le attività e sovrintende tutte le operazioni ordinarie e straordinarie con particolare riguardo a quelle di verifica, sopralluogo e gestione dell'emergenza.

Il RPEA deve essere un operatore in possesso di certificazione almeno di livello AT2.

Il Personale addetto all'esecuzione della prova EA deve poter disporre, all'occorrenza, di un'adeguata dotazione accessoria da utilizzare sia ai fini della sicurezza, sia al fine di rendere più agevoli le attività operative. Tutti gli strumenti e le attrezzature della dotazione accessoria devono essere idonei per l'impiego in atmosfera potenzialmente esplosiva.

Il RPEA deve disporre della documentazione in elenco alla sezione 6.1, e accertare il rispetto delle condizioni previste nella sezione 6.2.

Per il personale addetto alla gestione in sicurezza dell'impianto di pressurizzazione (cisternista) non è richiesta né la qualificazione e certificazione AT in conformità alla norma UNI EN ISO 9712, né quella rilasciata dall'Inail a conclusione del percorso formativo ed addestrativo all'uso previsto per l'applicazione della procedura EA-GS.

L'OCA-GS è tenuto a segnalare all'Inail eventuali variazioni della struttura operativa impegnata nelle attività connesse all'applicazione della procedura EA-GS.

<sup>1</sup> Richiamo all'appendice A lettera c)

<sup>2</sup> Richiamo all'appendice A lettera d)

<sup>3</sup> Richiamo all'appendice A lettera e)

## **6 Procedure interne, misure di sicurezza e condizioni ambientali**

### 6.1 Procedure interne

All'OCA-GS è fatto obbligo trasmettere all'Inail tutte le procedure interne di seguito elencate nelle loro revisioni più recenti:

- a) Procedura di attribuzione delle funzioni e dei ruoli del personale a vario titolo impegnato nelle attività di prova EA;
- b) Procedura per l'analisi dei rischi connessi all'esecuzione della prova EA e l'individuazione delle misure da adottare per la eliminazione o mitigazione degli stessi;
- c) Procedura di gestione in sicurezza dell'impianto di pressurizzazione;
- d) Procedura per l'esecuzione delle prove integrative preliminari;
- e) Procedura delle PND di dettaglio a fronte delle indicazioni emerse nell'analisi di *follow up*.

### 6.2 Misure di sicurezza

Nell'effettuazione della prova EA, il Personale è esposto a pericoli derivanti dal contesto, vuoi per le caratteristiche di pericolosità intrinseche del fluido altamente infiammabile, vuoi per i rischi connessi alla effettuazione della prova EA. Pertanto l'OCA-GS deve predisporre tutte le misure atte ad eliminare o a ridurre i rischi in conformità al D.Lgs. n.81/2008 e successive modifiche ed integrazioni.

### 6.3 Condizioni ambientali

Al fine di una corretta acquisizione dei dati è necessario preliminarmente verificare alcuni requisiti ambientali. Più in particolare l'esecuzione della prova EA, presuppone buone condizioni meteorologiche.

Se si utilizza azoto come fluido per la pressurizzazione del serbatoio la prova EA può essere eseguita anche con temperatura esterna inferiore a 0 °C.

## **7 Documentazione preliminare e progetto di fattibilità della prova EA**

### 7.1 Documentazione tecnica a cura del Proprietario

Il Proprietario del serbatoio che intende avvalersi della presente procedura per la verifica di integrità deve presentare all'INAIL, all'atto della richiesta di verifica di integrità con la procedura EA-GS, la seguente documentazione preliminare:

- libretto o dichiarazione di messa in servizio del serbatoio (compreso fogli illustrativi, schemi o disegni costruttivi);
- progetto di fattibilità della prova EA elaborato a cura dell'OCA-GS individuato dallo stesso Proprietario;
- dichiarazione attestante l'esecuzione, con esito positivo, dei controlli di legge effettuati periodicamente inerenti la verifica di integrità;
- dichiarazione attestante la pressione massima raggiunta nel corso dell'ultimo anno di esercizio.

### 7.2 Progetto di fattibilità della prova EA

Preliminarmente a qualsiasi attività operativa, è fatto obbligo elaborare il progetto di fattibilità della prova EA a cura dell'OCA-GS indicato dal Proprietario nel quale vengano forniti gli elementi tecnici di seguito specificati:

- relazione tecnica illustrativa con la descrizione degli elementi principali che caratterizzano l'impianto;
- tipologia di serbatoio (interrato, totalmente o parzialmente ricoperto, in cassa di contenimento, fuori terra, sferico);
- numero, tipologia e schema quotato relativo alla disposizione dei sensori e caratteristiche della relativa strumentazione EA;
- tipo e caratteristiche dell'impianto di pressurizzazione;
- eventuale tipo di impianto di protezione catodica o coibentazione;
- modalità di conduzione dell'esame visivo oppure con tecniche PND alternative utilizzate in sostituzione o ad integrazione;
- numero e requisiti tecnici del personale impegnato, conformi a quanto previsto in appendice A, per ciascuna delle attività di prova definite nella sezione 4.2.

Il progetto di fattibilità così composto deve essere trasmesso, secondo le modalità indicate in appendice C, al Centro Banca Dati EA dell'Inail che, a valle dell'esame della documentazione, esprime il parere formulato da apposita Commissione Tecnica dell'Inail sull'esperibilità o meno della prova EA, ovvero richiede documentazione integrativa, ovvero definisce prescrizioni particolari per l'applicazione della procedura EA-GS.

## **8 Accertamenti ed operazioni preliminari**

### 8.1 Accertamenti preliminari

Preliminarmente all'esecuzione della prova EA devono essere obbligatoriamente condotti, dal personale addetto ed in relazione alle specifiche competenze, i seguenti accertamenti ed operazioni preliminari:

#### 8.1.1 Verifica dell'accessibilità delle membrane

Al fine dell'installazione dei sensori EA, l'accessibilità alle membrane del serbatoio, sia pur limitata, deve essere sempre possibile, anche rimuovendo eventuali ostacoli, rivestimenti e/o ricorrendo a escavazione del terreno rispettando tutte le condizioni di sicurezza.

#### 8.1.2 Riscontro dei dati di targa per l'identificazione del serbatoio.

Il serbatoio deve essere inequivocabilmente identificabile attraverso una targhetta o punzonatura accessibile e leggibile. I dati di targa (fabbricante, matricola ecc.) e le caratteristiche costruttive devono corrispondere a quelle dichiarate dal Proprietario.

#### 8.1.3 Prove integrative preliminari alla prova EA

Preliminarmente all'esecuzione della prova EA ed ai fini dell'esplorabilità della prova stessa, l'OCA-GS deve valutare lo stato generale dell'impianto effettuando le prove integrative a quella EA in accordo a quanto previsto dalla norma UNI EN 12819:2019.

##### a) Serbatoi sprovvisti di sistema di protezione catodica.

Per serbatoi privi del sistema di protezione catodica (ad es.: serbatoi in cassa di contenimento, serbatoi fuori terra, serbatoi sferici, ecc.) deve essere effettuato un esame visivo, limitatamente alle membrane direttamente accessibili, e/o un esame con tecniche PND alternative le cui specifiche modalità applicative devono essere esplicitate nel progetto di fattibilità. Qualora dall'esame visivo si evidenziasse presenza di corrosione, la stessa dovrà essere valutata dall'OCA-GS ai fini dell'esecuzione della prova EA, anche in considerazione di ulteriori evidenze riscontrabili sul campo (presenza acqua, umidità, agenti corrosivi, ecc.). In alternativa l'OCA-GS deve richiedere al Proprietario l'esecuzione di ulteriori PND (ad esempio: esame visivo completo e controllo UT spessimetrico).

##### b) Serbatoi dotati di sistema di protezione catodica

Per i serbatoi provvisti di sistema di protezione catodica occorre verificare che il Proprietario abbia provveduto al monitoraggio e controllo periodico dell'efficienza del sistema secondo le indicazioni fornite dal Fabbricante e dalle norme applicabili in materia. Qualora si evidenziasse un malfunzionamento del sistema di protezione catodica e quindi non si avesse certezza che lo stesso sistema abbia efficacemente protetto il serbatoio da fenomeni corrosivi, deve essere eseguito un esame visivo, limitatamente alle membrane direttamente accessibili, nel caso in cui si l'esame visivo evidenzi fenomeni di corrosione valgono le indicazioni fornite per i serbatoi privi del sistema di protezione catodica.

Il controllo dell'efficienza del sistema di protezione catodica deve essere effettuato da personale qualificato in accordo ai requisiti di competenza previsti dalla norma UNI EN ISO 15257:2017. L'OCA-GS è tenuto ad acquisire copia del rapporto di prova.

#### 8.1.4 Rivelazione di fughe

Deve essere accertata l'assenza di fughe di gas.

In caso contrario occorre sospendere qualsiasi attività che possa determinare condizioni di pericolo per persone e cose, con particolare riguardo al rischio d'innescio di fenomeni di combustione o, addirittura, di esplosione.

Le perdite possono essere rilevate mediante ispezione visiva, rilevazione olfattiva e/o uditiva, mediante l'utilizzo di rilevatori di gas o con l'impiego di fluido per la ricerca delle perdite. Trafilamenti di gas difficilmente evidenziabili ad una prima ispezione sono comunque riscontrabili nel corso della fase di registrazione del rumore di fondo iniziale, così come descritta nella successiva sezione 14.

**Qualora anche uno solo degli accertamenti sopra specificati non sia svolto o dia esito negativo, la prova EA non deve essere eseguita.**

## 8.2 Operazioni preliminari

### 8.2.1 Rilevamento di alcuni parametri di esercizio attuali

E' necessario rilevare preliminarmente alla prova EA:

- la matricola, il numero di fabbrica del serbatoio, temperatura e pressione di progetto dalla targhetta di identificazione;
- la pressione di esercizio all'interno del serbatoio dal manometro a corredo;
- il grado di riempimento dall'indicatore di livello a corredo.

Ai fini del buon esito della prova e prima di effettuare qualsiasi collegamento con l'impianto di pressurizzazione, è necessario verificare che il grado di riempimento iniziale garantisca le condizioni minimali di efficienza del sistema di pressurizzazione previste dalla procedura EA-GS ed allo stesso tempo non sia superiore al limite massimo di riempimento prescritto dalle disposizioni di legge in materia.

### 8.2.2 Esclusione del serbatoio

Prima di procedere all'esecuzione di qualsiasi ulteriore azione, il serbatoio deve essere necessariamente escluso dalla rete di distribuzione e/o utilizzazione del GPL mediante la chiusura di tutte le valvole d'intercettazione allo scopo individuate.

## 9 Sistema EA

Il sistema EA è un apparato integrato e funzionale costituito da una strumentazione (*hardware*) e da un codice di gestione (*software*).

### 9.1 Hardware

Tutta la strumentazione EA, che costituisce il sistema EA, deve risultare conforme alle specifiche indicate dalle norme UNI EN 13544: 2011 e UNI EN 13477-1:2003 e verificata in ogni suo componente in conformità alla norma UNI EN 13477-2:2010.

### 9.2 Software

#### 9.2.1 Caratterizzazione del segnale EA

Il sistema EA deve essere in grado di registrare almeno le grandezze EA di seguito elencate:

Sigla	Descrizione	Unità di misura
ID	<i>Label</i> – Identificativo del segnale EA	
HITS	Indice che identifica il numero progressivo con cui è stato registrato il segnale EA	
Time	<i>Arrival time</i> – Istante assoluto del primo passaggio di soglia del segnale EA	dd hh:mm:ss:xxx.yyyy
CHAN	<i>Channel number</i> – Numero del canale che ha registrato il segnale EA	
P	<i>Pressure</i> – Pressione alla quale è stato registrato il segnale EA (parametro esterno)	bar
A	<i>Amplitude</i> – Ampiezza massima del segnale EA	dB (ref. 1 $\mu$ V)
E	<i>Energy</i> – Energia associata al segnale EA	eu ( $1\text{eu} = 10^{-14}\text{V}^2\text{s}$ )
R	<i>Risetime</i> – Intervallo di tempo tra il primo passaggio di soglia e il picco massimo di ampiezza del segnale EA	$\mu$ s
D	<i>Duration</i> – Intervallo di tempo tra il primo e l'ultimo passaggio di soglia del segnale EA	$\mu$ s
CNTS	<i>Counts</i> – Numero dei passaggi di soglia positivi del segnale EA	
RMS	<i>Root mean square</i> – Valore efficace del rumore di fondo	$\mu$ V
TRAI	<i>Transient Recorder Index</i> – Indice che identifica il numero progressivo con cui è stato registrato il transiente	

Tabella 2

L'acquisizione delle grandezze indicate in Tab. 2 deve essere registrata in uno specifico *file* con estensione ".txt", strutturato per *record*.

In ogni *record* devono essere contenuti i parametri caratteristici di ogni segnale EA registrato durante la prova.

Ogni segnale EA deve essere riportato all'interno del *file* rispettando l'ordine di accadimento.

#### 9.2.2 Processore di segnale

Il processore di segnale deve avere caratteristiche prestazionali tali da assicurare all'intera catena strumentale la capacità di processare, filtrare, elaborare, memorizzare e visualizzare i dati indipendentemente e simultaneamente per tutti i canali d'acquisizione durante tutto lo svolgimento della prova.

Il processore di segnale deve poter elaborare la localizzazione degli eventi EA in conformità a quanto di seguito indicato nella sezione 11.7.

## 10 Sensori EA

### 10.1 Selezione dei sensori EA

La selezione dei sensori EA per la prova EA deve essere condotta nel rispetto dei requisiti del punto 7.2.2 della norma UNI EN 13554:2011 e del punto C.3.1 dell'appendice C della norma UNI EN 12819:2019 ed a valle di una accurata analisi del fenomeno della dispersione dell'onda elastica, in considerazione del materiale della membratura e del suo spessore.

Si raccomanda l'uso di sensori EA con le seguenti caratteristiche:

- frequenza di risonanza compresa tra 30 e 120 kHz,
- pre-amplificatore incorporato con guadagno di almeno 34 dB,
- schermatura dalle interferenze elettromagnetiche ed isolamento elettrico,
- pulsatore incorporato,
- diametro dell'area sensibile del sensore tale da eliminare gli effetti di apertura,
- intervallo di temperatura di esercizio coerente con il range di temperatura di funzionamento del serbatoio soggetto a prova.

I sensori EA utilizzati per la prova EA devono essere tutti della stessa marca, modello e tipo.

Una rappresentazione grafica della risposta tipica di un sensore EA ottenuta con un esame ad ultrasuoni faccia a faccia è riportata in fig. 3.

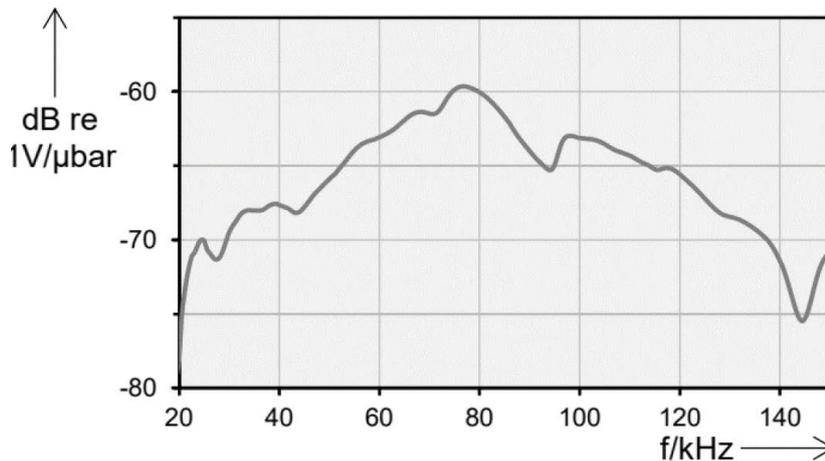


Figura 3 - Curva di risposta in frequenza di un sensore EA con frequenza di picco 75 kHz

### 10.2 Configurazione di posizionamento

In ragione del condizionato accesso alle membrature, i sensori EA vengono generalmente installati in corrispondenza delle zone di più facile accessibilità alla membratura (se possibile sfruttando aperture d'ispezione preesistenti) e nel rispetto delle limitazioni di rilevabilità di eventi EA.

La rilevabilità degli eventi EA è fortemente condizionata dalla distanza della sorgente dai sensori EA e dalla tipologia del rivestimento superficiale per ovvie ragioni di attenuazione e dispersione dell'onda elastica. Occorre pertanto posizionare i sensori EA solo a valle di una approfondita valutazione di tutte le condizioni al contorno.

La configurazione dell'array dei sensori EA è funzione della geometria del serbatoio (cilindrico o sferico) e della tipologia di installazione (interrato, ricoperto, parzialmente ricoperto, fuori terra).

Il numero minimo di sensori da posizionare sul serbatoio soggetto a prova è funzione dell'attenuazione dell'onda elastica nel materiale. Nulla vieta l'installazione di un numero maggiore di sensori EA, per una più efficace copertura della superficie del serbatoio a tutto vantaggio di una più accurata rilevazione dell'attività acustica e

corrispondenza ai requisiti del punto C.5 dell'appendice C della norma UNI EN 12819:2019 e 7.1 della norma UNI EN 14584:2013.

Per una corretta disposizione dei sensori EA sui serbatoi è raccomandato:

- munirsi di apposita strumentazione (sistema laser o similari) per individuare e marcare le posizioni esatte in un sistema di coordinate (cartesiane o polari a seconda se trattasi di serbatoio cilindrico o sferico rispettivamente);
- individuare il punto zero e marcarlo;
- a partire dal punto zero, marcare i vari livelli delle posizioni dei sensori;
- indicare in uno schema scritto i vari livelli con delle quote di riferimento.

Nelle Appendici B1, B2, B3 vengono fornite indicazioni dettagliate per il posizionamento e l'installazione dei sensori sulle diverse tipologie di serbatoi.

### 10.3 Installazione dei sensori EA

I sensori EA devono essere installati, per quanto possibile, procedendo secondo le fasi e le relative raccomandazioni di seguito riportate:

- configurare la disposizione dei sensori EA compatibilmente alle condizioni di accesso, rispettando per quanto possibile le condizioni di simmetria che caratterizzano la geometria del serbatoio;
- completare la connessione dei cavi di segnale prima di posizionare i sensori EA sulla membratura;
- installare i sensori EA sulla membratura con idonee staffe magnetiche di fissaggio dopo aver rimosso con estrema attenzione il rivestimento coibente (vernice, resina, bitume, ecc.) per un'area sufficiente a garantire il contatto diretto tra la faccia del sensore con il metallo;
- disporre, all'interfaccia sensore - membratura, un materiale di accoppiamento di idonee caratteristiche al fine di assicurare le corrette condizioni di continuità acustica.

Inoltre, per i serbatoi interrati, ricoperti o parzialmente ricoperti occorre:

- garantire che nel corso delle lavorazioni di escavazione o rimozione del materiale coibente (se necessarie) non si producano danni sulla membratura e provvedere ad una pulizia approfondita delle superfici per un eccellente accoppiamento;
- assicurare la compattazione del terreno e la sigillatura del pozzetto, sia esso preesistente o realizzato a conclusione dei lavori di escavazione, per evitare indebiti smottamenti o penetrazione di grumi o sassi all'interno (solo per serbatoi interrati/ricoperti);

### 10.4 Materiale di accoppiamento

Il materiale con il quale accoppiare i sensori EA alla membratura del serbatoio deve avere caratteristiche conformi ai requisiti del punto 7.2.4 della norma UNI EN 13554:2011.

Più nello specifico deve garantire, durante l'intero svolgimento della prova EA, una adeguata efficienza di trasmissione acustica tra la membratura del serbatoio e la superficie sensibile del sensore EA.

Il materiale di accoppiamento deve essere stabile sotto il profilo chimico-fisico nell'intervallo delle temperature che la membratura del serbatoio raggiunge durante la prova EA.

## 11 Configurazione del sistema EA

### 11.1 Configurazione dei parametri di base ai fini dell'acquisizione

Il sistema EA deve essere configurato con alcuni parametri di acquisizione la cui importanza è fortemente condizionante ai fini del successo della prova EA. Per tale ragione vengono indicati in Tab. 3a-f alcuni valori di massima che devono essere comunque verificati in fase messa a punto del processo di acquisizione dei segnali. Essi riguardano, nello specifico, la configurazione di acquisizione dei:

- a) canali EA,
- b) transienti,
- c) parametri di riferimento,
- d) pulsatore elettronico,
- e) filtri,
- f) parametri speciali.

Canali EA				
Titolo	Breve descrizione	Notazione	Configurazione	Note
Tempo di discriminazione dell' <i>hit</i> del canale	Noto anche come: <i>Duration Discrimination Time</i> o <i>Hit Definition Time</i> Intervallo di tempo definito dall'utilizzatore, trascorso il quale, in assenza di ulteriori passaggi di soglia, l' <i>hit</i> acquisito dal singolo canale si considera concluso.	<i>DDT / HDT</i>	$\leq 1$ ms	scelta raccomandata 400 $\mu$ s
Tempo di interdizione all'acquisizione del canale	Noto anche come: <i>Rearm Time</i> o <i>Hit Lockout Time</i> o <i>Dead Time</i> . Intervallo di tempo definito dall'utilizzatore, durante il quale il canale EA, è interdetto all'acquisizione, trascorso il quale il canale è nuovamente attivo alla ricezione. Questo intervallo di tempo è subito contiguo alla chiusura di quello di discriminazione dell' <i>hit</i> .	<i>RAT / HLT / DT</i>	$\leq 2$ ms	scelta raccomandata 1 ms
Guadagno	Guadagno rispetto al quale vengono scalati i risultati all'ingresso del preamplificatore (ampiezza di picco, RMS, energia, soglia). Questo parametro viene attivato solo nel caso di abbinamento di più sensori EA con differente sensibilità.	<i>Calc. gain</i>	valore di assegnazione del preamplificatore	-
Soglia	Soglia rispetto alla quale viene abilitata l'acquisizione	<i>Threshold</i>	(vedi indicazioni alla sezione 11.4)	-
Costante di tempo per RMS	Intervallo di tempo rispetto al quale viene calcolato il valore efficace del segnale acquisito.	<i>RMS time constant</i>	40 ms	-

Tabella 3a

Transienti				
Titolo	Breve descrizione	Notazione	Configurazione	Note
Frequenza di acquisizione del transiente	Frequenza di acquisizione del segnale acquisito di tipo transiente	<i>Transient sample rate</i>	1,667 MHz (0,6 $\mu$ s)	-
Campioni del transiente	Numero di campioni che riempie il <i>buffer</i> del transiente acquisito	<i>Samples per TR-Set</i>	4096	-
Campioni di pretrigger	Numero di campioni del transiente in anticipo rispetto al <i>trigger</i>	<i>Pretrigger samples</i>	500	-

Tabella 3b

<b>Parametri di riferimento (pressione)</b>				
<b>Titolo</b>	<b>Breve descrizione</b>	<b>Notazione</b>	<b>Configurazione</b>	<b>Note</b>
Intervallo di acquisizione	Intervallo con il quale la grandezza parametro (pressione) viene acquisito.	<i>Interval</i>	1 s	-
Intervallo di campionamento	Intervallo con il quale la grandezza parametro (pressione) viene campionato.	<i>Clock</i>	10 ms	-

Tabella 3c

<b>Pulsatore elettronico</b>				
<b>Titolo</b>	<b>Breve descrizione</b>	<b>Notazione</b>	<b>Configurazione</b>	<b>Note</b>
Intervallo di pulsazione	Intervallo di tempo tra <i>burst</i> di pulsazione successivi	<i>Burst interval</i>	1 s	-
Impulsi per <i>burst</i>	Numero di impulsi che caratterizzano il <i>burst</i> di pulsazione	<i>Pulses per burst</i>	1	-
Ampiezza dell'impulso	Ampiezza picco-picco dell'impulso elettrico generato dal pulsatore	<i>Pulse amplitude</i>	100 V <sub>pp</sub>	scelta iniziale raccomandata
Ampiezza massima dell'impulso	Max Ampiezza picco-picco possibile dell'impulso elettrico generato dal pulsatore	<i>Max. amplitude</i>	450 V <sub>pp</sub>	-
Intervallo di frequenza della pulsazione	Intervallo di frequenza dell'impulso generato dal pulsatore	<i>Pulse frequency</i>	Low	-

Tabella 3d

<b>Filtri</b>				
<b>Titolo</b>	<b>Breve descrizione</b>	<b>Notazione</b>	<b>Configurazione</b>	<b>Note</b>
Filtro di durata ( <i>duration</i> ) dell' <i>hit</i> acquisito <sup>4</sup>	Durata ( <i>Duration</i> ) minima dell' <i>hit</i>		30 μs	-
Filtro per l'acquisizione dei transienti	Ampiezza minima dell' <i>hit</i> per la registrazione dei transienti		A <sub>e</sub>	-

Tabella 3e

<b>Parametri speciali</b>				
<b>Titolo</b>	<b>Breve descrizione</b>	<b>Notazione</b>	<b>Configurazione</b>	<b>Note</b>
Misura dell'Energia	Modalità di misura della grandezza energia associata all' <i>hit</i> acquisito		<i>True energy</i>	-
Misura RMS	Modalità di misura della grandezza RMS	<i>RMS calculation</i>	1 pole / 40 μs	-
Soglia mobile di valutazione	Rapporto soglia/rumore	<i>Thr/noise</i>	M = 6	-

Tabella 3f

I transienti dei segnali EA, individuabili attraverso un identificativo devono essere registrati in uno specifico *file*.

## 11.2 Costruzione degli eventi EA

La costruzione di un evento EA come sequenza ordinata di segnali su più canali è subordinata al rispetto delle condizioni (*event building time criteria*) indicate nella Tab. 4:

<b>Titolo</b>	<b>Breve descrizione</b>	<b>Notazione</b>	<b>Configurazione</b>	<b>Note</b>
Tempo di discriminazione	intervallo di tempo necessario per discriminare eventi EA e per	<i>FHCDT</i>	1.5 x (d <sub>max</sub> /v <sub>sound</sub> )	-

<sup>4</sup> Questo filtro deve essere disabilitato durante la misura della curva di attenuazione.

dell' <i>hit</i> del primo canale	identificare il primo canale			
Massima differenza di tempo tra il primo <i>hit</i> e l'ultimo <i>hit</i>	intervallo di tempo massimo che può trascorrere tra il primo e l'ultimo <i>arrival time</i> relativi ad uno stesso evento EA	<i>DT1X-max</i>	= FHCDT	-
Massima differenza di tempo tra due <i>hit</i> consecutivi	intervallo di tempo massimo che può trascorrere tra due <i>arrival time</i> consecutivi relativi ad uno stesso evento	<i>DTNX-max</i>	= FHCDT	-
Velocità di propagazione	velocità di propagazione dell'onda elastica sulla membratura che è da attendersi prossima a quella del modo simmetrico di ordine 0 per la frequenza di picco della banda passante del sensore selezionato	$V_{sound}$	ricavata sperimentalmente	sono possibili aggiustamenti per verificare il rispetto dei limiti di tolleranza di localizzazione degli eventi EA
Numero di <i>hit</i> utilizzati per la costruzione dell'evento EA	massimo numero di <i>hit</i> utilizzati dall'algoritmo per costruire l'evento EA e calcolarne la localizzazione planare	<i>Max. hits</i>	4 <sup>5</sup>	-

Tabella 4

### 11.3 Output grafico

L'analisi *on-line* dei dati acquisiti nel corso della prova EA deve essere condotta interpretando l'*output* grafico configurato come specificato in Tab. 5:

Asse orizzontale	Asse verticale	Rappresentazione grafica
<i>Pressure</i>	<i>Time</i>	Linea
<i>Pressure rate</i>	<i>Time</i>	Linea
<i>Hit</i> (singolo canale)	<i>Time - Pressure</i>	Linea
<i>Amplitude</i> (singolo canale)	<i>Time - Pressure</i>	Punti
<i>Energy</i> (singolo canale)	<i>Time - Pressure</i>	Punti
<i>RMS</i> (singolo canale)	<i>Time - Pressure</i>	Linea
<i>Cumulative Hit</i> (singolo canale)	<i>Time - Pressure</i>	Linea
<i>Cumulative Energy</i> (singolo canale)	<i>Time - Pressure</i>	Linea
<i>Localized Event</i>	<i>Time - Pressure</i>	Linea
$A > A1$	<i>Time - Pressure</i>	Linea-storia
$N > N1$	<i>Time - Pressure</i>	Linea-storia
$A > AC1$	<i>Time - Pressure</i>	Linea-storia
$N > NC1$	<i>Time - Pressure</i>	Linea-storia
$A > AC1$	<i>Time - Pressure</i>	Linea-storia
$N > NC1$	<i>Time - Pressure</i>	Linea-storia
$N > N3$	<i>Time - Pressure</i>	Linea-storia
$[Y_{CR}]_s$	<i>Time - Pressure</i>	Linea-storia

Tabella 5

Per quanto concerne gli eventi EA localizzati, l'*output*-grafico deve essere configurato per punti su una rappresentazione grafica semplificata della geometria del serbatoio.

### 11.4 Determinazione dei valori di soglia

Le soglie necessarie ad una corretta acquisizione ed interpretazioni dei segnali EA devono essere determinate in conformità al punto 7.1.2 della norma UNI EN 14584:2011 e sono quelle di seguito indicate:

- a) ampiezza di picco del rumore di fondo (*Peak Background Noise*), indicata con  $A_n$ ;

<sup>5</sup> Per specifiche applicazioni questa impostazione può essere suscettibile di incrementi o riduzioni (in ogni caso minimo 3) per ridurre l'incertezza di localizzazione planare.

- b) soglia di rilevazione (*Detection Threshold*), indicata con  $A_d$ ;
- c) soglia di valutazione (*Evaluation Threshold*), indicata con  $A_e$ .

La rappresentazione grafica del senso fisico delle soglie viene fornita in fig. 4.

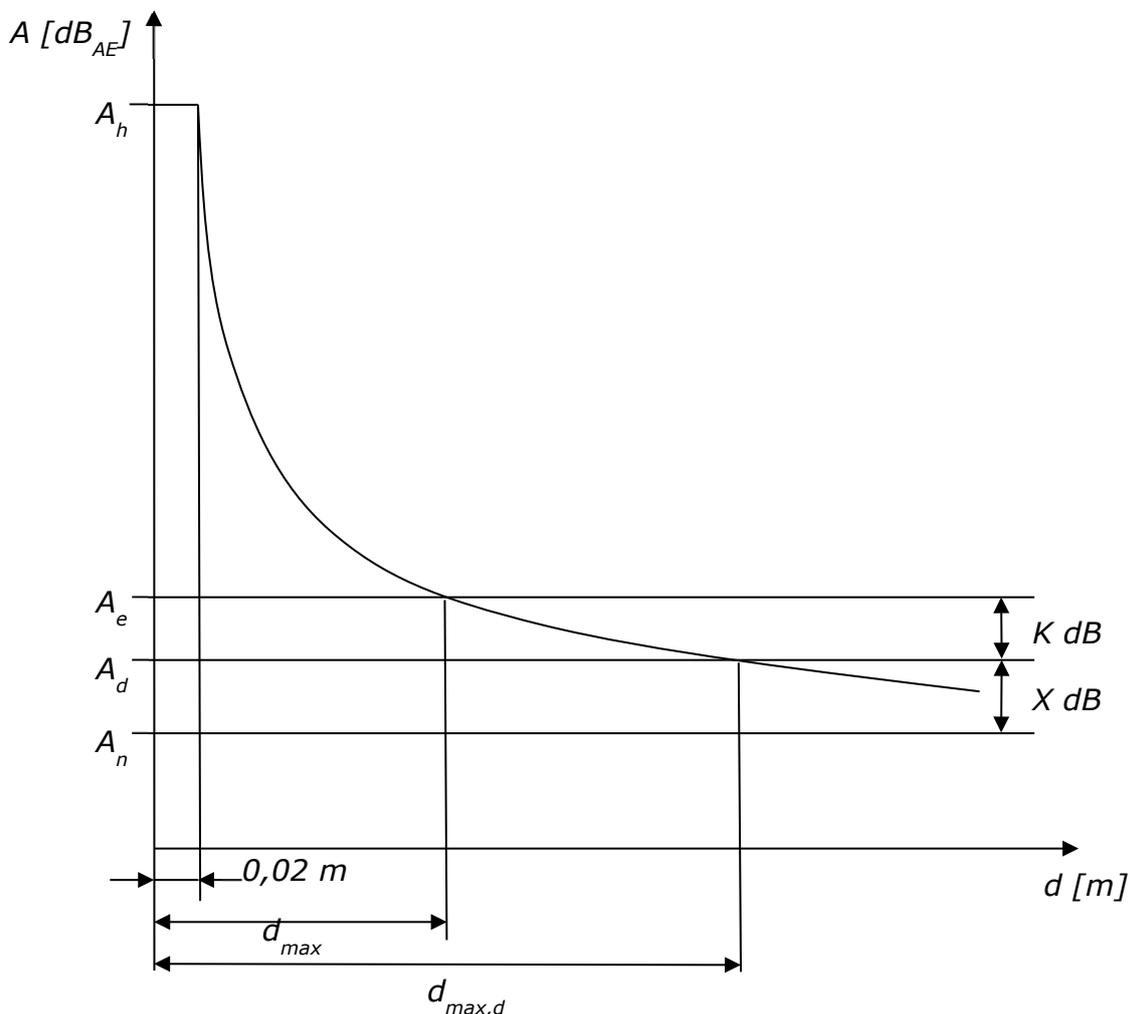


Figura 4 - Curva tipo dell'attenuazione dell'onda elastica

#### 11.4.1 Ampiezza di picco del rumore di fondo

L'ampiezza di picco del rumore di fondo deve essere determinata in conformità alla clausola a) del punto 7.1.2 della norma UNI EN 14584:2013. Più nello specifico  $A_n$  è l'ampiezza minima alla quale il sistema EA non registra mai più di un *hit* per secondo su alcun canale.

#### 11.4.2 Soglia di rilevazione

La soglia di rilevazione deve essere determinata in conformità alla clausola a) del punto 7.1.2 della norma UNI EN 14584:2013. Più nello specifico  $A_d$  deve essere fissata  $X \text{ dB}$  al di sopra di  $A_n$  in modo tale che non vengano introdotti in fase di acquisizione segnali spuri dovuti al rumore di fondo generato dalla pressurizzazione del serbatoio. Generalmente il valore di  $X$  è compreso tra 6 e 18 dB. Ai soli fini del calcolo del profilo di attenuazione si raccomanda di fissare  $A_d = 46 \text{ dB}_{AE}$ .

#### 11.4.3 Soglia di valutazione

La soglia di valutazione deve essere determinata in conformità alla clausola b) del punto 7.1.2 della norma UNI EN 14584:2011. Più nello specifico  $A_e$  deve essere fissata  $K \text{ dB}$  al di sopra di  $A_d$ , tipicamente un valore di almeno 6 dB.

### 11.5 Misura della curva di attenuazione

La propagazione dell'onda elastica generata da un evento EA è soggetta ad una attenuazione che occorre valutare. Per la misura di tale attenuazione occorre installare sulla membratura un sensore EA di riferimento, caratteristiche identiche a quelli che verranno utilizzati nel corso della prova EA. Si raccomanda che la sua installazione non sia adiacente a passi d'uomo, sfiati, valvole e manicotti o altro che possa creare riflessioni o deviazioni alla propagazione dell'onda elastica. Al fine di migliorare l'accuratezza del profilo di attenuazione è raccomandato installare un secondo sensore EA identico al precedente, ad una distanza da quest'ultimo di  $3 \div 5$  metri.

Si procede quindi eseguendo sequenze di almeno quattro eventi EA prodotti con sorgente artificiale *Hsu-Nielsen* (caratteristiche della mina  $\Phi$  0,5 mm e durezza 2H) per distanze crescenti dal sensore EA di riferimento lungo la congiungente fra i due sensori:

1. 2 cm. Qualora l'analisi del transiente manifesti la saturazione dell'ampiezza di picco, è necessario ripetere la sequenza a distanza di 5 cm in sostituzione di quella precedente;
2.  $20e$ ,
3. 1 m,
4. ogni metro fino al raggiungimento di  $d_{max,d}$ ,

compatibilmente all'accessibilità della membratura e nel rispetto della condizione su indicata di propagazione dell'onda elastica esente da interferenze.

Le posizioni in corrispondenza delle quali viene prodotta ogni sequenza *Hsu-Nielsen* possono implicare, non solo la rimozione del terreno, ma quella del rivestimento protettivo fino alla emersione del metallo della membratura.

La curva di attenuazione viene ricavata, utilizzando le medie aritmetiche di ciascuna sequenza di misura, mediante due semplici relazioni lineari una valida per il campo vicino per distanze fino a  $20e$  e l'altra per il campo lontano per distanze maggiori.

Mediante i due sensori EA installati è altresì possibile eseguire la localizzazione lineare degli eventi EA prodotti con sorgente artificiale *Hsu-Nielsen*, al fine di verificare la corretta discriminazione dei segnali EA dal rumore di fondo.

### 11.6 Determinazione della massima spaziatura dei sensori EA

La massima spaziatura  $d_{max}$  consentita tra i sensori EA (*maximum allowed sensor spacing*) viene ricavata, in conformità al punto 7.1.2 della norma UNI EN 14584:2013 come ascissa del punto d'intersezione della curva di attenuazione ricavata in conformità alla sezione precedente e la retta rappresentativa della soglia di valutazione  $A_e$ .

### 11.7 Localizzazione degli eventi EA

#### 11.7.1 Criteri generali di localizzazione dell'evento EA

La localizzazione di un evento EA deve essere realizzata in conformità al punto 5.4 della norma UNI EN 14584:2013.

Più nello specifico, l'approccio al procedimento di localizzazione deve essere di tipo planare e rilevato da un *array* di almeno tre sensori EA.

Un evento EA viene localizzato nel punto che meglio approssima le differenze dei tempi d'arrivo dell'onda elastica che si osservano sui diversi sensori EA che concorrono alla localizzazione.

Nel caso l'evento EA venga localizzato compatibilmente alla geometria del serbatoio, per l'evento EA si assume la notazione abbreviata LE (*localized event*).

Il localizzatore è generalmente disponibile come *tool software* del sistema EA. Esso richiede la conoscenza delle posizioni dei sensori EA sulla membratura, definite nelle appendici B1, B2 e B3, e della velocità di propagazione dell'onda elastica.

E' raccomandato integrare la localizzazione planare con quella lineare per confrontarne i risultati al fine di dirimere alcuni possibili incongruenze in conformità alla raccomandazione di cui al punto C.5.2.5 dell'appendice C della norma UNI EN 12819:2019.

### 11.8 Correzione dell'ampiezza del segnale EA

La correzione dell'ampiezza degli eventi EA localizzati per tener conto dell'attenuazione viene eseguita in conformità alla procedura riportata nell'appendice A della norma UNI EN 14584:2013, utilizzando la curva di attenuazione ricavata come descritto al punto 11.5.

### 11.9 Cluster

Tutti gli eventi EA devono essere assegnati a unità spaziali dette cluster, sulla base della localizzazione planare. Il *tool* di *cluster analysis* è generalmente disponibile nel *software* del sistema EA.

#### 11.9.1 Forma e dimensioni dei cluster

La valutazione del serbatoio viene eseguita mediante un indicatore sintetico, focalizzato sulla propagazione di discontinuità strutturali ( $\gamma_{CR}$ ).

Tutti i *cluster* sono di forma quadrata per i serbatoi cilindrici o circolare per i serbatoi sferici, e possiedono la stessa dimensione in funzione della  $d_{max}$ . Di norma la dimensione del cluster si assume pari a  $0,1*d_{max}$ .

#### 11.9.2 Rappresentazione grafica dei cluster

Al fine di meglio visualizzare le aree del serbatoio con maggior presenza di eventi EA localizzati, si raccomanda di utilizzare una codifica a colori che identifichi *cluster* di diversa consistenza numerica, secondo le consuete sequenze (celeste, verde, giallo, arancione, rosso, viola).

Intendendo con la notazione  $N_{LE}^i$  il numero totale di eventi EA localizzati contenuti all'interno di uno stesso *cluster* *i-esimo*, si suggerisce la seguente rappresentazione:

<b>Limiti</b>	<b>Colore</b>
$1 \leq N_{LE}^i \leq 3$	celeste
$4 \leq N_{LE}^i \leq 6$	verde
$7 \leq N_{LE}^i \leq 10$	giallo
$11 \leq N_{LE}^i \leq 15$	arancione
$16 \leq N_{LE}^i \leq 25$	rosso
$N_{LE}^i > 26$	viola

Tabella 6

A ciascun *cluster* *i-esimo* devono essere assegnati:

- a) un numero identificativo;
- b) le coordinate del suo centro geometrico;
- c) il numero totale di eventi localizzati  $N_{LE}^i$  in esso contenuti.

### 11.10 Indicatore sintetico per la valutazione del serbatoio

#### 11.10.1 Generalità

La valutazione del serbatoio viene eseguita mediante un indicatore sintetico mirato alla quantificazione della propagazione di discontinuità strutturali ( $\gamma_{CR}$ ).

L'indicatore sintetico  $\gamma_{CR}$  viene calcolato per ciascun *cluster* identificato.

Il valore dell'indicatore sintetico viene aggiornato per ogni nuova localizzazione di un evento EA durante le fasi di pressurizzazione e di registrazione dell'attività di fondo finale (*hold period*).

### 11.10.2 Indicatore sintetico di crescita delle discontinuità strutturali ( $\gamma_{CR}$ )

L'evoluzione di discontinuità strutturali si manifesta tipicamente attraverso eventi di ampiezza ed energia che si presentano in brevi sequenze temporalmente concentrate, nel rispetto della condizione:

$$A > A_e$$

Il potenziale di rischio di una sequenza di eventi registrati durante la prova EA è associato alle seguenti grandezze rilevate per ciascun evento localizzato all'interno del cluster di riferimento di seguito elencate:

- ampiezza corretta (localizzazione planare),  $AC_{LE}^i$  o ampiezza (localizzazione lineare),  $A_{LE}^i$
- durata,  $D_{LE}^i$
- energia,  $E_{LE}^i$

nonché alle seguenti grandezze cumulate relative a tutti gli eventi localizzati all'interno del cluster di riferimento:

- numero degli eventi EA,  $N_{LE}^i$
- rateo degli eventi EA,  $\frac{dN_{LE}^i}{dt}$
- numero degli eventi EA,  $N3_{LE}^i$  (*big bangs*, cfr. sez. 16).

In forma sintetica l'indice di severità del fenomeno evolutivo di discontinuità strutturali viene rappresentato come:

$$\gamma_{CR}^i = f(A_{LE}^i, D_{LE}^i, E_{LE}^i, N_{LE}^i, \frac{dN_{LE}^i}{dt}, N3_{LE}^i)$$

### 11.10.3 Valori dell'indicatore sintetico per la valutazione del serbatoio

Ai fini della valutazione del serbatoio l'indicatore sintetico  $\gamma_{CR}$  assume il valore massimo fra quelli relativi ai diversi *cluster* identificati, ovvero:

$$[\gamma_{CR}]_s = \max (\gamma_{CR}^i) \quad i = 1 \dots I$$

## 12 Sequenza operativa della prova EA

La sequenza delle fasi operative per l'applicazione della procedura EA-GS è quella di seguito indicata:

1. verifica di funzionalità iniziale (sezione 13);
2. connessione del serbatoio all'impianto di pressurizzazione (sezione 15),
3. registrazione del rumore di fondo iniziale (sezione 14);
4. pressurizzazione (sezioni 15 e 16),
5. registrazione dell'attività di fondo finale (*hold period*) (sezione 17);
6. verifica di funzionalità finale (sezione 18);
7. depressurizzazione e sconnessione del serbatoio dall'impianto di pressurizzazione (sezione 15).

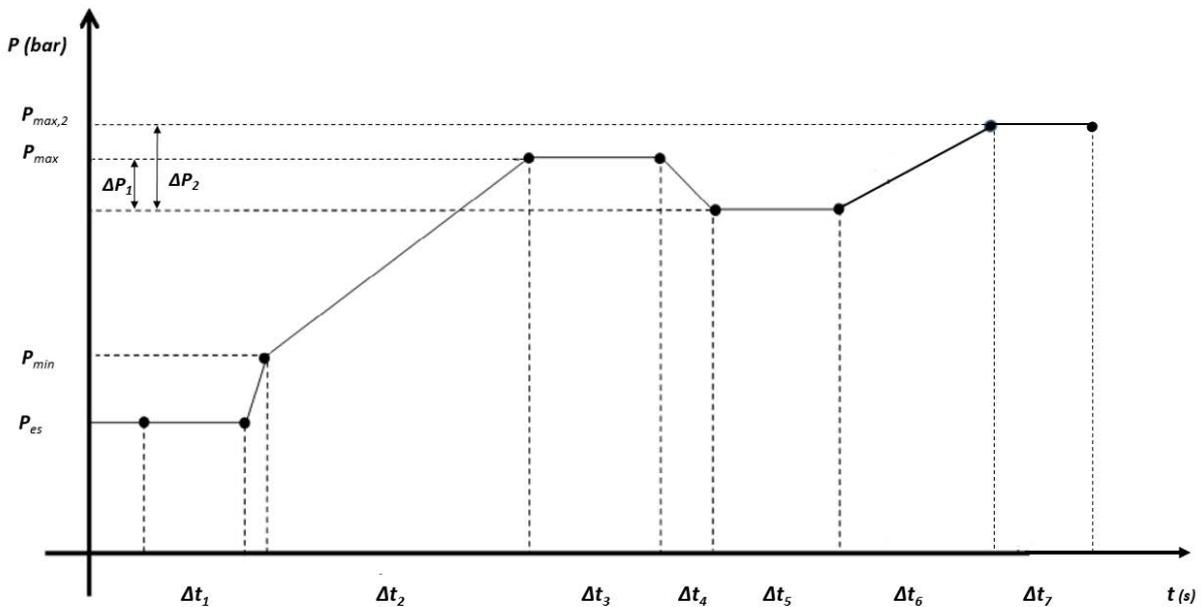


Figura 5 – Sequenza delle fasi di prova EA

In fig. 5 sono schematizzate le varie fasi della prova EA, dove:

- $P_{es}$  - Pressione di esercizio
- $P_{min}$  - Pressione di inizio prova
- $P_{max}$  - Pressione massima di fine prova ( $0,9*PS$ )
- $P_{max,2}$  - Pressione massima in caso di 2° ciclo di pressurizzazione ( $P_{max,2} = 0,95*PS$ )
- $\Delta P_1$  - Depressurizzazione ( $0,15*P_{max}$ )
- $\Delta P_2$  - Incremento di pressione in caso di 2° ciclo di pressurizzazione
- $\Delta t_1$  - Fase di registrazione noise iniziale (15 min)
- $\Delta t_2$  - Fase di pressurizzazione ( $\Delta P/\Delta t \leq 0,1$  bar/min)
- $\Delta t_3$  - Fase di mantenimento finale (15+2 min)
- $\Delta t_4$  - Fase di depressurizzazione ( $|\Delta P/\Delta t| \leq 0,1$  bar/min)
- $\Delta t_5$  - Fase di mantenimento dopo depressurizzazione (10 min)
- $\Delta t_6$  - Fase di ri-pressurizzazione ( $\Delta P/\Delta t \leq 0,05$  bar/min)
- $\Delta t_7$  - Fase di mantenimento dopo ri-pressurizzazione (10 min)

## **13 Verifica di funzionalità iniziale del sistema EA**

### 13.1 Generalità

La verifica di funzionalità ha la finalità di accertare che il sistema EA sia efficientemente installato e configurato ai fini del corretto svolgimento della prova EA e abbia mantenuto tali caratteristiche durante l'intera sequenza delle fasi operative di registrazione dei segnali EA utili ai fini interpretativi.

Per tale ragione, la verifica di funzionalità deve essere effettuata sia preliminarmente alla fase di registrazione del rumore di fondo iniziale (verifica di funzionalità iniziale), sia successivamente alla registrazione dell'attività di fondo finale (verifica di funzionalità finale).

La verifica di funzionalità iniziale deve essere svolta prima mediante una sorgente *Hsu-Nielsen* e successivamente con pulsatore elettronico.

La verifica di funzionalità iniziale, sia essa condotta con sorgente *Hsu-Nielsen* o con pulsatore elettronico, deve essere registrata su *file* e caratterizzata da specifiche *label* che ne consentano di distinguere l'inizio e la fine.

Si può procedere alla fase successiva della prova EA solo se la verifica di funzionalità iniziale risulta superata.

### 13.2 Verifica di funzionalità iniziale con sorgente *Hsu-Nielsen*

La verifica di funzionalità iniziale svolta con sorgente *Hsu-Nielsen* ha la finalità di accertare che i sensori EA siano stati correttamente accoppiati alla membratura;

Le modalità operative della verifica funzionale con sorgente *Hsu-Nielsen* devono essere conformi alle indicazioni di cui al punto 7.2.2 della norma UNI EN 14584:2013.

In particolare, deve essere accertato che le ampiezze dei quattro segnali ottenuti per altrettante rotture di mina prodotte ad una distanza di 5 cm dal centro del sensore, e ruotate tra loro di 90°, siano contenute all'interno di un intervallo  $\pm 5$  dB rispetto al valore aritmetico medio e che questo non risulti mai inferiore a 90 dB, (raccomandati 95 dB).

Deve sempre essere verificato che le rotture di mina non provochino fenomeni di saturazione del sensore.

### 13.3 Verifica di funzionalità iniziale con pulsatore elettronico

La verifica di funzionalità svolta con pulsatore elettronico ha essenzialmente la finalità di produrre il termine oggettivo di paragone del mantenimento del corretto accoppiamento tra i sensori EA e la membratura nel corso della prova EA.

L'interpretazione della verifica di funzionalità è basata sull'analisi della media aritmetica delle ampiezze calcolata sulla base di almeno quattro eventi per ogni sensore, intervallati tra loro di almeno 1 s.

Per la verifica di funzionalità si utilizza la seguente convenzione:

- $A_{ij}$  ampiezza media dei segnali EA registrati dal sensore  $j$  (ricevente) corrispondenti ai 4 eventi prodotti dal sensore  $i$  (pulsante);
- $A_{ii}$  ampiezza media dei segnali EA registrati dal sensore  $i$  (ricevente) corrispondenti ai 4 eventi prodotti dal medesimo sensore  $i$  (pulsante). I valori  $A_{ii}$  non hanno significato fisico e non vanno utilizzati nel contesto della verifica di funzionalità.

Al fine di ottenere un adeguato rapporto segnale/rumore anche sul sensore più lontano dalla sorgente, il sensore EA attivo (pulsatore) deve essere alimentato con una tensione di picco tale da indurre sul sensore EA passivo (ricevente) più prossimo un'ampiezza nell'intervallo  $80 \div 95$  dB.

La verifica di funzionalità iniziale è superata se  $|A_{ij} - A_{ji}| \leq 5$  dB almeno per i due sensori EA più vicini al sensore attivo e ricompresi nella relativa maglia di localizzazione.

La registrazione su *file* della verifica di funzionalità iniziale deve essere caratterizzata da specifiche *label* che ne consentano di distinguere l'inizio e la fine.

### 13.3.1 Verifica dell'adeguatezza del sistema di localizzazione

Prima dell'inizio della prova EA deve essere eseguita la verifica dell'adeguatezza del sistema di localizzazione sulla base dei parametri impostati nella sez. 11. La verifica può essere eseguita in due fasi:

- mediante la simulazione di sorgenti *Hsu-Nielsen* in prossimità di ogni sensore EA. In tutti i punti testati l'accuratezza della localizzazione degli eventi generati deve essere compresa tra  $\pm 0,05 d_{\max}$ ;
- mediante la simulazione di sorgenti *Hsu-Nielsen* su punti random del serbatoio ed in particolare in prossimità delle singolarità strutturali (saldature, bocchelli, passi d'uomo, gambe di sostegno, selle di appoggio, ecc.). In tutti i punti testati l'accuratezza della localizzazione degli eventi generati deve essere compresa tra  $\pm 0,1 d_{\max}$ .

#### **14 Registrazione del rumore di fondo iniziale**

Dopo le verifiche di funzionalità iniziali è necessario effettuare un'acquisizione e registrazione dei segnali EA per un tempo  $t_{rf}$  non inferiore a 15 minuti al fine di accertare l'assenza di disturbi di qualsiasi natura che potrebbero inficiare la validità della prova EA ovvero la presenza di indicazioni riconducibili a fenomeni di corrosione attiva.

A tale scopo, deve essere monitorato il parametro RMS, il cui valore non deve mai superare la soglia di  $20\mu\text{V}$  per ciascun canale EA. Qualora tale soglia venga superata occorre sospendere la prova ed individuare le cause che producono tali disturbi e, se possibile, eliminarle.

Se le cause del disturbo sono individuate ed eliminate, si deve procedere allo svolgimento di una nuova verifica di funzionalità iniziale secondo le modalità indicate nella sezione 13 ed ad una ulteriore acquisizione e registrazione del rumore di fondo iniziale.

Nel caso in cui, per qualsiasi ragione, non è possibile eliminare le fonti di disturbo ovvero l'attività di fondo è riconducibile a fenomeni di corrosione attiva, la prova EA non deve essere svolta se non a valle di successive valutazioni e/o controlli integrativi.

La registrazione su *file* del rumore di fondo iniziale deve essere caratterizzata da specifiche *label* che ne consentano di distinguere l'inizio e la fine.

## **15 Pressurizzazione**

### 15.1 Impianto di pressurizzazione

L'impianto di pressurizzazione, corredato di tutte le necessarie attrezzature e dispositivi deve essere conforme ai requisiti previsti dalle norme vigenti in materia e, più in particolare, idoneo all'impiego in atmosfera potenzialmente esplosiva.

Il sistema deve altresì essere in grado di:

- a) assicurare il raggiungimento della pressione massima di prova;
- b) garantire l'adeguato gradiente di pressurizzazione;
- c) mantenere costante il gradiente di pressurizzazione.

La pressurizzazione del serbatoio deve essere ottenuta utilizzando uno specifico impianto che immetta gas inerte (tipicamente azoto) e nel rispetto delle condizioni del punto C.5.3 dell'appendice C della norma UNI EN 12819:2019.

### 15.2 Allestimento e gestione del sistema di pressurizzazione del serbatoio

#### 15.2.1 Sensore di pressione

Ai fini di una corretta associazione tra l'attività acustica e le condizioni di carico prodotte sulla membratura del serbatoio per effetto della pressurizzazione, è indispensabile installare un sensore di pressione.

Il monitoraggio della pressione del serbatoio è fondamentale ai fini dello svolgimento della prova EA.

Il sensore di pressione deve essere idoneo all'impiego in atmosfera potenzialmente esplosiva.

Il sensore di pressione deve avere un fondo scala compreso tra 1,25 e 2 volte la pressione di progetto del serbatoio e possedere un'accuratezza dell'ordine di  $\pm 1\%$  di PS.

L'alimentazione e l'amplificazione del segnale devono essere ottenute con l'impiego di una unità di controllo dedicata e dotata di un lettore digitale per una facile ed immediata visione della pressione da parte dell'operatore addetto al sistema di pressurizzazione.

L'unità di controllo deve inoltre essere dotata di:

- a) un ingresso analogico (tensione o corrente) da utilizzare come ingresso del parametro di controllo per la strumentazione EA;
- b) una uscita analogica (o interruttore) a soglia d'allarme, per il comando di eventuali dispositivi di sicurezza.

E' necessario che la taratura del sensore di pressione sia certificata annualmente da un laboratorio accreditato LAT secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018

#### 15.2.2 Connessione del serbatoio al sistema di pressurizzazione

La connessione del serbatoio al sistema di pressurizzazione deve essere effettuata prima dell'acquisizione e della registrazione di qualsiasi segnale EA.

Una volta effettuata la connessione, è fatto obbligo verificare l'assenza di perdite di gas dai collegamenti mediante l'ispezione visiva, l'udito, l'olfatto e con l'ausilio di idonee schiume tensio-attive o sistemi equipollenti per la rivelazione di fughe.

#### 15.2.3 Gestione dell'impianto di pressurizzazione

La gestione dell'impianto di pressurizzazione in tutte le fasi previste per lo svolgimento della prova EA deve avvenire in assoluta conformità alla specifica procedura di cui al punto c) della sezione 6.1.

L'operatore addetto alla gestione in sicurezza dell'impianto di pressurizzazione deve essere in possesso dei requisiti indicati alla sezione 5.

Egli deve mantenere costante:

- attenzione sull'impianto per sorvegliarne il corretto funzionamento;
- contatto con il RPEA per intervenire tempestivamente sulla gestione dell'impianto.

### 15.3 Pressurizzazione

#### 15.3.1 Definizione

La pressurizzazione del serbatoio deve essere condotta in conformità ad una legge che comprende fasi di:

- aumento della pressione;
- mantenimento della pressione nel serbatoio.

L'attività EA durante la fase di pressurizzazione deve essere registrata su *file* e caratterizzata da specifiche *label* che ne consentano di distinguere l'inizio e la fine.

#### 15.3.2 Pressurizzazione regolare ( $\Delta t_2$ )

La pressurizzazione del serbatoio utile ai fini interpretativi della prova EA, a meno di situazioni dovute a rilevazione di indicazioni di primo o secondo livello specificate alla sezione 16.2, è regolare quando:

- a) si avvii da un valore iniziale  $P_{min}$  non inferiore alla pressione massima di esercizio ( $P_{es}$ ) raggiunta nel corso degli ultimi sei mesi;
- b) mantenga una crescita lineare nel tempo della pressione con gradiente 0,1 bar/min (con tolleranza +0,05 bar/min) al fine di garantire condizioni di maggiore stabilità per la deformazione del serbatoio in relazione all'applicazione del carico, e di assicurare un basso livello di rumore di fondo (*noise*);
- c) venga raggiunto un valore finale  $P_{max}$  prossimo al 90% della PS a meno di cause che impongano l'interruzione precauzionale della prova;
- d) il valore  $P_{max}$  sia mantenuto per un tempo di 15 minuti (*hold period*)<sup>6</sup>.

#### 15.3.3 Pressurizzazione controllata ( $\Delta t_6$ )

Qualora durante la fase di pressurizzazione dovessero rilevarsi indicazioni EA (sezione 16.3.1) tali da imporre il mantenimento della pressione (sezione 16.3.2), l'eventuale successivo aumento della pressione (sezione 16.3.3) deve avvenire, dopo una fase di mantenimento di almeno 10 minuti, ancora con legge lineare ma con gradiente ridotto a 0,05 bar/min (con tolleranza +0,03 bar/min) al fine di poter garantire la progressione della prova EA in condizioni di estrema prudenza e massima sicurezza.

#### 15.3.4. Seconda pressurizzazione

Qualora alla fine della prima fase di pressurizzazione siano state rilevate indicazioni non riconducibili ad eventi rappresentativi per la valutazione di integrità del serbatoio (sezione 16.3.2), è consentito, dopo la fase di mantenimento finale di 15 minuti, depressurizzare il serbatoio di circa 0,15  $P_{max}$  e successivamente ri-pressurizzare il serbatoio, in regime di pressurizzazione controllata, fino al raggiungimento del valore  $P_{max,2}$  pari al 95% della PS.

### 15.4 Depressurizzazione e sconnessione del serbatoio al sistema di pressurizzazione

Terminata la prova EA, si procede:

<sup>6</sup> Ai fini dell'analisi interpretativa sono da escludere i primi due minuti di registrazione dell'attività di fondo finale in conformità al punto 8.1 della norma UNI EN 14584:2013.

- alla depressurizzazione del serbatoio;
- alla sconnessione delle tubazioni di collegamento tra il serbatoio ed il sistema di pressurizzazione, operando in condizioni di massima sicurezza per l'inevitabile rilascio in atmosfera di piccole quantità di gas;
- al ripristino dei collegamenti alla rete di distribuzione verificando l'assenza di fughe e/o perdite.

## 16 Analisi on line della prova EA

### 16.1 Grandezze EA

Nel calcolo *on line* dell'indicatore sintetico  $[Y_{CR}]_S$  della prova EA sono ricomprese le grandezze di seguito elencate:

Notazione	Descrizione
$EB$	Raddoppio di energia cumulata per ciascuno dei canali riferita a due intervalli consecutivi di pressione pari al 5% della massima di prova EA
$A1$	Soglia dell'ampiezza corretta per il conteggio di eventi EA localizzati
$N1$	Numero di eventi EA localizzati la cui ampiezza di picco corretta sia maggiore di $A1$
$AC1$	Soglia dell'ampiezza corretta per il conteggio di eventi EA localizzati contenuti all'interno di uno stesso <i>cluster</i> "alto"
$NC1$	Numero di eventi localizzati contenuti all'interno di uno stesso <i>cluster</i> "alto" la cui ampiezza corretta sia maggiore di $AC1$
$AC2$	Soglia dell'ampiezza corretta per il conteggio di eventi EA localizzati contenuti all'interno di uno stesso <i>cluster</i> "basso"
$NC2$	Numero di eventi EA localizzati contenuti all'interno di uno stesso <i>cluster</i> "basso" la cui ampiezza corretta sia maggiore di $AC2$
$N3$	Numero di eventi EA localizzati la cui ampiezza corretta sia maggiore di $AC2$ durante la fase di mantenimento della pressione ( <i>hold period</i> ) e/o di Registrazione dell'attività di fondo finale
$[Y_{CR}]_S$	Indicatore sintetico di crescita delle discontinuità strutturali

Tabella 7

Le grandezze rilevate, acquisite e registrate devono essere attualizzate.

La registrazione su *file* dell'analisi *on line* della prova EA deve essere caratterizzata da specifiche *label* che consentano di distinguere l'inizio e la fine delle varie fasi in cui essa può articolarsi.

### 16.2 Identificazione dei *cluster*

L'analisi *on line* della prova EA implica la creazione di una tabella identificativa dei *cluster* secondo un parametro di crescente severità configurata come segue:

ID <i>cluster</i>	$[Y_{CR}]^i$ <sup>7</sup>	Coordinate centro del <i>cluster</i>		Valutazione e commenti
		X ( $\Theta$ )	Y ( $\Phi$ )	

Tabella 8

### 16.3 Rilevazione di indicazioni EA

#### 16.3.1 Indicazioni EA di primo livello

Qualora nel corso della fase di aumento della pressione avviata in conformità ai punti a) e b) della sezione 15.3.2 l'indicatore sintetico  $[Y_{CR}]_S$  superi il limite indicato nella Tab. 9 (indicazioni EA di primo livello), è necessario procedere ad una interruzione e mantenere la pressione raggiunta in accordo alle modalità specificate alla sezione 16.3.2.

Indicatore	Limite
$[Y_{CR}]_S$	2,5

Tabella 9

Non è da escludere che, qualora non si siano manifestati nella fase di prepressurizzazione, possano emergere fenomeni di emissione acustica in continuo dovuti

<sup>7</sup> L'indice in apice "i" specifica il valore della grandezza riferita al *cluster* i-esimo.

a perdite o trafiletti del fluido da valvole, flange o altri elementi di tenuta. In questo caso occorre comunque interrompere la prova EA e non necessariamente depressurizzare se un intervento manutentivo, effettuato in condizioni di estrema sicurezza in conformità alle modalità specificate nella procedura di cui al punto c) della sezione 6.1, consente il ripristino delle regolari condizioni di prova EA.

### 16.3.2 Fase di mantenimento della pressione

Qualora nel corso della fase di aumento della pressione dovessero rilevarsi indicazioni EA tali da imporre il mantenimento della pressione, occorre arrestare la pressurizzazione e avviare una fase di mantenimento che deve durare per almeno 10 minuti continuando a registrare l'attività acustica del serbatoio. Qualora durante il periodo di mantenimento della pressione l'indicatore sintetico  $[Y_{CR}]_S$  superi il limite indicato nella Tab. 10 (indicazioni EA di arresto), è necessario arrestare precauzionalmente la prova EA depressurizzando di almeno  $0,15 \cdot P_{max}$ .

Indicatore	Limite
$[Y_{CR}]_S$	2,8

Tabella 10

In ogni caso, prima di eseguire una nuova ri-pressurizzazione, è necessario chiarire l'origine delle indicazioni EA attraverso<sup>8</sup>:

- una analisi di corrispondenza geometrica della posizione dei *cluster* con zone caratterizzate dalla presenza di elementi costruttivi del serbatoio deducibili dall'esame dei disegni (es. passi d'uomo, bocchelli, valvole, selle d'appoggio, tiranti, ancoraggi, ecc.);
- verifica con esame visivo delle zone corrispondenti alle indicazioni rilevate qualora le condizioni di accessibilità lo consentano. In tal caso, ad ulteriore riscontro della corrispondenza fisica, procedere ad una verifica con sorgente *Hsu-Nielsen* per confermare la correttezza del processo di localizzazione degli eventi EA svolta dal sistema.

Qualora si dimostri che l'origine delle indicazioni EA non corrispondano ad eventi rappresentativi per la valutazione di integrità del serbatoio, si procederà all'identificazione dei relativi cluster EA, alla loro annotazione ed esclusione interpretativa dalla valutazione della prova.

Se a valle del processamento così rielaborato le indicazioni EA di primo livello sommate a quelle di arresto della prova EA rientrano nei limiti specificati in Tab. 10, si procede con un nuovo aumento di pressione in conformità alle modalità indicate alla sezione 16.3.3. Differentemente è necessario arrestare precauzionalmente e definitivamente la prova EA depressurizzando in conformità al punto C.6.2 della norma UNI EN 12819:2019 e del punto 8.2 della norma UNI EN 14584:2013 ed alle modalità specificate nella procedura di cui al punto c) della sezione 6.1.

### 16.3.3 Ripresa dell'aumento di pressione dopo mantenimento

La ripresa dell'aumento della pressione in regime di pressurizzazione controllata deve essere condotta in conformità a quanto specificato alla sezione 15.3.3.

### 16.3.4 Indicazioni EA di secondo livello

Qualora nel corso della prova EA in regime di pressurizzazione controllata l'indicatore sintetico  $[Y_{CR}]_S$  superi il limite indicato nella Tab. 10 (indicazioni EA di secondo livello),

<sup>8</sup> Prima di effettuare qualsiasi operazione sul serbatoio occorre attendere che la pressione e l'attività acustica si siano stabilizzate.

è necessario arrestare precauzionalmente la prova EA depressurizzando di almeno  $0,15 \cdot P_{\max}$ .

In tal caso è necessario chiarire l'origine delle indicazioni EA attraverso:

- una analisi di corrispondenza geometrica della posizione dei *cluster* con zone caratterizzate dalla presenza di elementi costruttivi del serbatoio deducibili dall'esame dei disegni (es. passi d'uomo, bocchelli, valvole, selle d'appoggio, tiranti, ancoraggi, ecc.);
- verifica con esame visivo delle zone corrispondenti alle indicazioni rilevate qualora le condizioni di accessibilità lo consentano. In tal caso, ad ulteriore riscontro della corrispondenza fisica, procedere ad una verifica con sorgente *Hsu-Nielsen* per confermare la correttezza del processo di localizzazione degli eventi EA svolta dal sistema.

Qualora si dimostri che l'origine delle indicazioni EA non corrispondano ad eventi rappresentativi per la valutazione di integrità del serbatoio, si procederà all'identificazione dei relativi cluster EA, alla loro annotazione ed esclusione interpretativa dalla valutazione della prova.

Se a valle del processamento così rielaborato non si è in grado di effettuare l'identificazione delle sorgenti EA sopra citata è necessario arrestare precauzionalmente e definitivamente la prova EA depressurizzando in conformità al punto C.6.2 della norma UNI EN 12819:2019 e del punto 8.2 della norma UNI EN 14584:2013 ed alle modalità specificate nella procedura di cui al punto c) della sezione 6.1.

#### 16.4 Assenza di indicazioni EA

In caso di assenza di indicazioni EA di primo livello la prova deve essere condotta a conclusione in accordo alle modalità di pressurizzazione regolare specificate alla sezione 15.3.2.

## **17 Registrazione dell'attività di fondo finale**

A conclusione della pressurizzazione del serbatoio, è necessario effettuare un'acquisizione e registrazione dei segnali EA per un ulteriore periodo di tempo di 15 minuti al fine di rilevare l'attività di fondo finale del serbatoio nella fase di mantenimento della pressione massima in conformità al punto C.5.3.4 della norma UNI EN 12819:2019.

Ai fini dell'analisi interpretativa sono da escludere i primi due minuti di registrazione dell'attività di fondo finale in conformità al punto 8.1 della norma UNI EN 14584:2013.

Qualora limitatamente al periodo di mantenimento della pressione di fine prova l'indicatore sintetico  $[Y_{CR}]_S$  superi il limite indicato nella Tab. 10 (indicazione EA di arresto), è necessario depressurizzare immediatamente in conformità alle modalità specificate nella procedura di cui al punto c) della sezione 6.1.

La registrazione su *file* dell'attività di fondo finale deve essere caratterizzata da specifiche *label* che ne consentano di distinguere l'inizio e la fine.

In figura 6 è riportato un *flow chart* delle fasi descritte nelle sezioni precedenti.

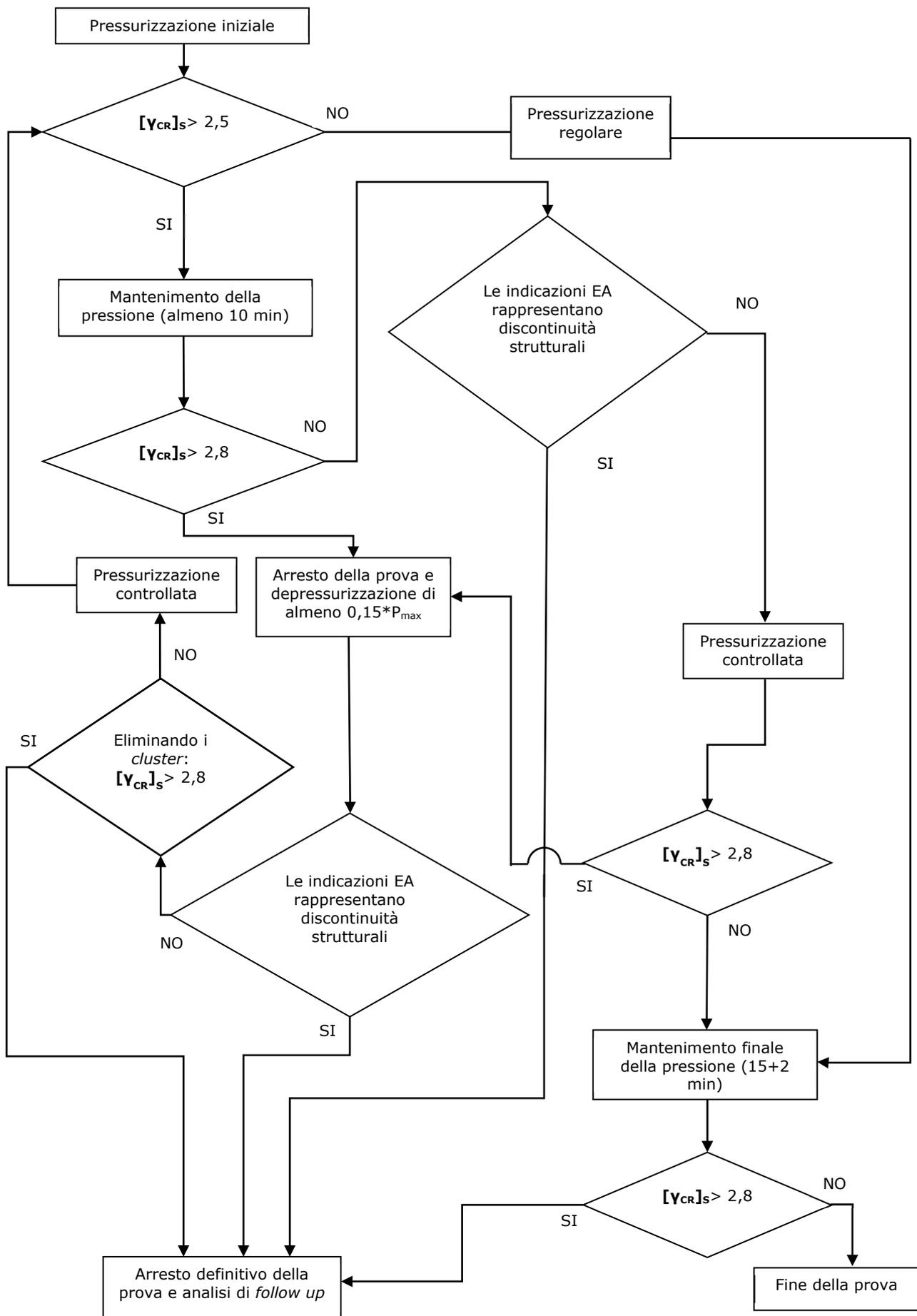


Figura 6 – Flow chart delle fasi di prova durante la prima pressurizzazione

## **18 Verifica di funzionalità finale del sistema EA**

La verifica di funzionalità finale deve essere effettuata dopo la fase di registrazione dell'attività di fondo finale, al fine di accertare che nel corso della prova EA non siano intervenute circostanze di qualsiasi natura che abbiano compromesso la corretta acquisizione e registrazione dei segnali EA utili ai fini interpretativi.

La verifica di funzionalità finale deve essere svolta solo con pulsatore elettronico una ed una sola volta (a meno di palesi problemi di acquisizione e registrazione della strumentazione EA), mantenendo inalterati i parametri di configurazione del sistema EA già impostati nel corso della verifica di funzionalità iniziale.

La verifica di funzionalità finale è superata se  $|A_{ij} - A_{ji}| \leq 5$  dB almeno per i due sensori EA più vicini al sensore attivo e ricompresi nella relativa maglia di localizzazione

La verifica della funzionalità finale deve essere registrata su *file* e caratterizzata da specifiche *label* che ne consentano di distinguere l'inizio e la fine.

Nel caso in cui, per qualsiasi ragione, la verifica di funzionalità finale non rispetti la condizione sopra specificata, la prova EA deve essere assegnata alla classe "0" secondo lo schema presentato nella Tab. 13 della sezione 20.

## 19 Analisi di *follow up* della prova EA

Per analisi di *follow up* si intende una prima attività di verifica ed accertamento delle indicazioni EA eventualmente rilevate da condurre *on-site* a conclusione della depressurizzazione e sconnessione dell'impianto di pressurizzazione dal serbatoio in conformità alle modalità di cui alla sezione 15.4.

L'analisi di *follow up* deve essere condotta solo nel caso in cui, a conclusione della prova EA sia riscontrata la condizione:

$$[Y_{CR}]_s \geq 2,5$$

Nello specifico, l'analisi di *follow up* implica lo svolgimento delle fasi di seguito brevemente descritte secondo un approccio di crescente attenzione:

- a) creare una tabella identificativa dei *cluster* secondo un parametro di crescente severità configurata, in analogia al quanto indicato alla sezione 16.2, come segue:

ID <i>cluster</i>	$[Y_{CR}^i]$	Coordinate centro del <i>cluster</i>		Valutazione e commenti
		X ( $\Theta$ )	Y ( $\Phi$ )	

Tabella 11

- b) chiarire l'origine delle indicazioni EA attraverso una analisi di corrispondenza geometrica della posizione dei *cluster* con zone caratterizzate dalla presenza di elementi costruttivi del serbatoio deducibili dall'esame dei disegni (es. passi d'uomo, bocchelli, valvole, selle d'appoggio, tiranti, ancoraggi, ecc.);
- c) verifica con esame visivo delle zone corrispondenti alle indicazioni rilevate qualora le condizioni di accessibilità lo consentano. In tal caso, ad ulteriore riscontro della corrispondenza fisica, procedere ad una verifica con sorgente *Hsu-Nielsen* per confermare la correttezza del processo di localizzazione degli eventi EA svolta dal sistema;
- d) qualora tale corrispondenza fosse dimostrata, è necessario documentarne l'evidenza mediante fotografie d'insieme e di dettaglio (macro) ed seguire, se applicabili, le PND di dettaglio in conformità alla procedura di cui alla lettera e) della sezione 6.1.

Nel caso in cui, al termine della prova EA, in uno o più *cluster* si verificano le seguenti condizioni:

ID <i>cluster</i>	Eventi EA localizzati	>40
	$[Y_{CR}^i]$	>2,5
	$AC_{LE}^i$	$\geq 70$ dB

Tabella 12

è raccomandato eseguire ulteriori analisi al fine di escludere la presenza di eventuali discontinuità non evidenziate dalle precedenti analisi e verifiche.

## 20 Processamento off line (post test analysis) e classificazione della prova EA

A conclusione della prova EA e prima della elaborazione finale del rapporto di prova EA deve essere condotta, a cura di personale in possesso di certificazione di livello AT3 in corso di validità, un'attenta analisi complessiva delle indicazioni rilevate nel corso della prova EA e dell'analisi di *follow up* per dirimere pienamente ed esaustivamente qualsiasi incongruenza di carattere logico, fisico ed interpretativo possa emergere dall'esame dei dati di prova EA.

La classificazione della prova EA è determinata dall'OCA-GS in coerenza ai criteri mostrati in Tab. 13.

Classe	Condizione	Esito Prova EA
0	vedi nota <sup>9</sup>	<b>Non accettabile</b>
1	$[Y_{CR}]_S < 2,5$	<b>Positivo</b> Il serbatoio manifesta un'attività acustica di basso livello emersa con modalità di pressurizzazione regolare, che si configura come condizione di accettabilità.
2 - 1	$2,5 \leq [Y_{CR}]_S < 2,8$	<b>Positivo</b> Il serbatoio manifesta un'attività acustica di medio livello emersa con modalità di pressurizzazione controllata che evolve ad una condizione di accettabilità.
2 - 3		<b>Negativo</b> Il serbatoio manifesta un'attività acustica di medio livello emersa con modalità di pressurizzazione controllata che evolve ad una condizione di non accettabilità.
3	$[Y_{CR}]_S \geq 2,8$	<b>Negativo</b> Il serbatoio manifesta un'attività acustica di alto livello emersa con modalità di pressurizzazione controllata, che si configura come condizione di non accettabilità.

Tabella 13

<sup>9</sup> La prova EA deve essere ritenuta non accettabile, e quindi classificata come "Classe 0", qualora si determinino una o più condizioni sottoelencate:

- mancato superamento della verifica di funzionalità finale di cui alla sezione 18;
- trafilamento GPL o apertura della valvola di sicurezza ad un valore di pressione inferiore a  $p_{max}$  ;
- malfunzionamento del sistema EA e/o del sistema di pressurizzazione;
- causa di forza maggiore (quali ad esempio un improvviso cambiamento delle condizioni meteo che rendano impossibile la regolare conclusione della prova EA).

## 21 Rapporto di prova EA

A conclusione della prova EA deve essere compilato un rapporto da trasmettere, fino al rilascio di modalità di invio attraverso servizi *on line*, al seguente indirizzo:

Inail - Centro Banca Dati EA  
via Fontana Candida 1  
00078 Monte Porzio Catone (RM),

con le seguenti informazioni:

- a) nominativo dell'OCA-GS che ha condotto la prova;
- b) fabbricante, matricola e numero di fabbrica del serbatoio;
- c) proprietario del serbatoio;
- d) descrizione dei parametri principali del sistema EA utilizzato;
- e) note sulla tipologia e esito delle prove integrative preliminari;
- f) dati principali della prova EA;
- g) schema della disposizione dei sensori EA;
- h) luogo di esecuzione della prova EA;
- i) data di esecuzione della prova EA;
- j) esito della prova EA;
- k) nome, cognome, matricola e firma del Responsabile EA che ha eseguito la prova;
- l) nome, cognome e firma dell'addetto al sistema di pressurizzazione;
- m) nome e cognome del valutatore di livello AT3;
- n) procedura di prova e numero di revisione;

Il rapporto di prova, del tipo indicato in figura 7, deve essere inoltre:

- redatto su carta intestata dell'OCA-GS;
- contraddistinto da un numero identificativo;
- corredato di timbro e firma del Direttore Tecnico dell'OCA-GS;
- corredato dai dati di prova in conformità a quanto specificato nell'appendice C.

LOGO ORGANISMO  
COMPETENTE  
ABILITATO –  
GRANDI SERBATOI

## Rapporto di prova EA

### Identificativo documento

Per quanto non espressamente qui riportato, si rimanda alla documentazione allegata

Dati serbatoio (matricola, NF, diametro, spessori, capacità, pressione di progetto, tipo GPL, tipo di impianto, ubicazione impianto, proprietario)

Descrizione parametri principali sistema EA (strumentazione EA, sensori EA, sensore di pressione)

Prove integrative preliminari (Esito EV e/o controllo protezione catodica)

Dati principali della prova EA (pressione max raggiunta, indicatori EA)

Schema serbatoio e disposizione sensori EA

Luogo e data esecuzione prova EA

Esito prova EA

- 0 (Non accettabile)
- 1 (Positivo)
- 2-1 (Positivo)
- 2-3 (Negativo)
- 3 (Negativo)

Nome cognome livello di certificazione matricola e firma del Responsabile di Prova EA

Nome cognome e firma del personale addetto al sistema di pressurizzazione

Nome e cognome del valutatore AT3

Timbro, nome e firma del Direttore Tecnico dell'OCA-GS

Figura 7 – Fac-simile rapporto di prova EA

## **22. Verifica d'integrità del serbatoio**

L'OCA-GS rilascia il verbale della verifica d'integrità sulla base degli esiti:

- a) della prova EA;
- b) delle prove integrative preliminari in accordo a quanto previsto dalla norma UNI EN 12819:2019;
- c) delle eventuali ulteriori PND che dovessero rendersi necessarie.

Con riferimento alle prove integrative preliminari di cui alla lettera *b)* esse consistono in:

- un esame visivo esterno delle parti direttamente accessibili del serbatoio e dei suoi accessori o con tecniche PND alternative le cui specifiche modalità applicative devono essere esplicitate nel progetto di fattibilità,
- nella verifica dell'efficienza del sistema di protezione catodica in conformità alle indicazioni fornite nella sezione 8.

Il Proprietario trasmette al Centro Banca Dati EA dell'Inail, anche per il tramite dell'OCA-GS, il verbale della verifica d'integrità del serbatoio corredato dai rapporti di prova di cui alle lettere *a)* e *b)* e delle eventuali ulteriori PND di cui alla lettera *c)* eseguite in accordo alle normative di riferimento e svolte da personale certificato nel metodo almeno di livello 2 in conformità alla norma UNI EN ISO 9712 ad eccezione dell'esame visivo diretto non assistito.

Il format del verbale della verifica di integrità è del tipo indicato in fig. 8.

La validità della verifica di integrità si estende per un periodo non superiore a quello indicato dalla normativa vigente.

## Verifica di integrità

del serbatoio per GPL di capacità superiore a 13 m<sup>3</sup>  
in conformità alla Procedura Inail Rev. 0 novembre 2020

<b>ID Documento:</b>	<b>Data:</b>
<b>Proprietario del serbatoio:</b>	<b>Organismo Competente Abilitato – Grandi Serbatoi che ha effettuato la prova:</b>
	<b>Valido fino al:</b>

### CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SERBATOIO

<b>Fabbricante:</b>	<b>Matricola:</b>	<b>Numero di Fabbrica:</b>					
<b>Tipologia impianto:</b>							
Geometria		Installazione					
<input type="checkbox"/> Serbatoio cilindrico <input type="checkbox"/> Serbatoio sferico		<input type="checkbox"/> Serbatoio Fuori Terra <input type="checkbox"/> Serbatoio Interrato/Cassa di contenimento <input type="checkbox"/> Serbatoio Ricoperto (o tumulato) <input type="checkbox"/> Serbatoio Parzialmente ricoperto					
<b>Corpo principale</b>	<b>Pressione ammissibile</b> bar	<b>Temperatura ammissibile</b> min °C	<b>Temperatura ammissibile</b> max °C	<b>Fluido</b>			<b>Volume</b> [ l ]
	17,65	-25	+50	Natura	Stato	Gruppo	
				GPL	L/V	1	

- Vista la documentazione presentata dal Proprietario attestante l'esito positivo dei controlli di legge effettuati periodicamente inerenti la verifica di integrità,
- Visto l'approvazione Inail del progetto di fattibilità della prova EA,
- Viste le risultanze delle prove integrative preliminari,
- Viste le risultanze della prova EA, e delle eventuali ulteriori prove non distruttive (PND),

**l'esito della verifica di integrità è:**

- positivo.**
- negativo.**

**Timbro e firma del  
Direttore Tecnico dell'OCA-GS**

Allegati:

- Rapporto delle prove integrative preliminari
- Rapporto di prova EA
- Rapporti delle ulteriori PND

Figura 8 – Fac-simile certificato di verifica di integrità

LOGO ORGANISMO  
COMPETENTE  
ABILITATO – GRANDI  
SERBATOI

## **APPENDICI**

## **Appendice A (Normativa)**

### Requisiti tecnici degli Organismi Competenti Abilitati – Grandi Serbatoi

L'appendice definisce, ai sensi del comma 3 dell'art. 64-bis della legge 11 settembre 2020 n. 120, i requisiti dei soggetti abilitati, o più correttamente degli Organismi Competenti Abilitati – Grandi Serbatoi (OCA-GS), ad effettuare le verifiche.

L'Organismo abilitato all'esecuzione delle verifiche di integrità dei serbatoi per GPL con capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup> deve possedere, oltre all'abilitazione in corso di validità rilasciata dall'Autorità competente ai sensi del dd 17.01.2005, i seguenti requisiti tecnici aggiuntivi:

- a) disporre di un sistema EA compatibile con i requisiti tecnici delle norme UNI EN 13477-1, UNI EN 13477-2, nonché HW e SW previsti dalla versione più aggiornata della procedura EA-GS dell'Inail e dotato di un numero di canali maggiorato almeno di 2 unità rispetto a quelli necessari per allestire la configurazione strumentale dell'applicazione specifica coerente con quella assunta nel progetto di fattibilità della prova EA approvato da Inail e in accordo alle norme UNI EN 13554, UNI EN 14584 e UNI EN 12819.
- b) disporre di un sistema di pressurizzazione adeguato all'applicazione specifica coerente con quella assunta nel progetto di fattibilità della prova EA approvato da Inail. Il sistema deve garantire il raggiungimento della pressione di prova secondo le prescrizioni riportate nella procedura EA-GS dell'Inail. L'impianto di pressurizzazione, corredato di tutte le necessarie attrezzature e dispositivi, deve essere conforme ai requisiti previsti dalle norme vigenti in materia di sicurezza.
- c) avvalersi di personale competente per la redazione di uno schema scritto in accordo alla norma UNI EN 12819 che definisca le modalità operative di prova EA ai fini della verifica di integrità di serbatoi per GPL con capacità maggiore di 13 m<sup>3</sup>. Tale personale deve essere in possesso di laurea magistrale in ingegneria (classi LM 4, da LM 20 a LM 35 di cui al dm 16 marzo 2007), ovvero laurea in ingegneria specialistica (classi 4S, da 25/S a 38/S di cui al dm 28 novembre 2000), ovvero corrispondente diploma di laurea ai sensi del dm 5 maggio 2004 e certificazione valida di livello AT3 in accordo alla norma UNI EN ISO 9712 da almeno un anno.
- d) avvalersi di personale responsabile dell'esecuzione della prova EA (RPEA) in possesso di diploma in discipline tecniche e certificazione valida di livello AT2 in accordo alla norma UNI EN ISO 9712 da almeno un anno.
- e) avvalersi di personale addetto alla gestione in sicurezza dell'impianto di pressurizzazione (cisternista) in possesso di diploma in discipline tecniche, di un attestato di proficua frequenza conseguito a valle di un percorso formativo svolto in conformità al comma 1 dell'art. 17 Titolo VI dell'Allegato alle disposizioni di cui al D.M. 14 maggio 2004, così come modificato dal Decreto del Ministero dell'Interno del 4 marzo 2014, rilasciato da un organismo all'uopo autorizzato e dell'attestato di frequenza di un corso specifico sull'utilizzo in sicurezza di gas compressi e criogenici, ai sensi dell'art.37 comma 1 del decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 Tale personale deve aver maturato una esperienza di almeno un anno nel settore della manutenzione e/o riempimento dei serbatoi per GPL e deve essere reso edotto sul piano di emergenza dell'impianto soggetto a verifica.
- f) avvalersi di personale in possesso di certificazione utile alla qualifica di responsabile del servizio di prevenzione e protezione (RSPP) nel settore

dell'industria chimica/petrochimica, per la redazione di una procedura di gestione delle emergenze con la definizione delle misure di sicurezza da adottare in caso di evento potenzialmente pericoloso (ad es. perdite di prodotto durante la fase di pressurizzazione, sovrappressione, o altro evento dannoso per la salute e la sicurezza delle persone e/o delle cose). Le misure di emergenza previste nella procedura devono raccordarsi con il piano di emergenza dell'impianto soggetto a verifica.

- g) avvalersi di personale certificato di livello AT3 e AT2 in accordo alla norma UNI EN ISO 9712 che abbia conseguito una ulteriore qualificazione e certificazione rilasciata dall'Inail a conclusione di uno specifico percorso formativo ed addestrativo orientato alla corretta applicazione della procedura EA-GS.
- h) aver superato una prova di esperibilità finalizzata alla verifica funzionale della struttura tecnico operativa impegnata in campo, per ciascuna delle categorie di seguito specificate.

L'approccio all'esecuzione alle prove EA deve essere progressivo e commisurato alle esperienze maturate in relazione alla capacità e alla tipologia del serbatoio in base alla categorizzazione e ai criteri di seguito indicati:

- categoria A: serbatoi cilindrici con capacità superiore a 13 m<sup>3</sup> e fino a 30 m<sup>3</sup>
- categoria B: serbatoi cilindrici con capacità superiore a 30 m<sup>3</sup> e fino a 100 m<sup>3</sup>
- categoria C: serbatoi cilindrici con capacità superiore a 100 m<sup>3</sup> e fino a 300 m<sup>3</sup>
- categoria D: serbatoi cilindrici con capacità superiore a 300 m<sup>3</sup> e fino a 1000 m<sup>3</sup>
- categoria E1: serbatoi cilindrici con capacità superiore a 1000 m<sup>3</sup> e fino a 5000 m<sup>3</sup>
- categoria E2: serbatoi sferici con capacità fino a 2000 m<sup>3</sup>
- categoria E3: serbatoi sferici con capacità superiore a 2000 m<sup>3</sup>

<b>Categoria</b>	<b>Numero minimo prove EA</b>
A	-
B	15 nella categoria A
C	10 nella categoria B
D	5 nella categoria C
E1	5 nella categoria D
E2	3 nella categoria E1
E3	3 nella categoria E2

Tabella A1

## Appendice B1 (Normativa)

### Serbatoi cilindrici interrati, ricoperti o parzialmente ricoperti

#### B1.1 Determinazione della massima spaziatura utilizzata per i sensori EA

Le posizioni dei sensori EA sulla membratura devono essere riferite ad un sistema cartesiano, vedi fig. B1a, nel quale:

- l'asse X coincide con la generatrice longitudinale nel punto di massima quota del serbatoio (nel seguito indicata come "ore 12"), assumendo valori nell'intervallo  $0 < X < L$ ;
- l'asse Y coincide con la saldatura circonferenziale di uno dei due fondi; il suo verso positivo è assunto coincidente col senso orario attorno all'asse di simmetria che dal fondo entra nel serbatoio (ovvero con verso coincidente con quello dell'asse X), ed assume valori nell'intervallo  $-nD/2 < Y < nD/2$ .

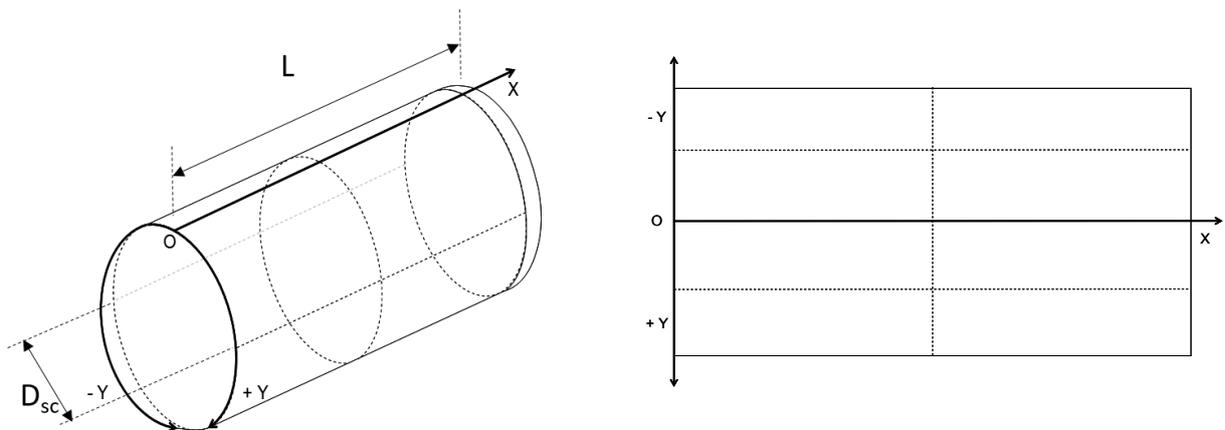


Figura B1a

E' discrezionale assumere la saldatura circonferenziale sulla quale posizionare l'origine, purché venga specificato il criterio assunto sia nel progetto di fattibilità della prova EA, sia nel definitivo rapporto di prova EA in modo che non esista ambiguità interpretativa in successivi possibili riscontri condotti con lo stesso o altri metodi di controllo non distruttivo circa la localizzazione delle aree d'interesse.

I sensori EA di estremità di una stessa generatrice (fila) devono essere installati a non oltre 20 cm dalla saldatura circonferenziale. La spaziatura fra i sensori EA della stessa fila deve essere costante. Se non fosse possibile mantenere la regolarità di posizionamento dei sensori EA, sono ammesse tolleranze del  $\pm 10\%$  rispetto alla corretta posizione stimata a meno di casi di reale impedimento dovuti alla presenza di accessori, dispositivi o bocchelli, ecc.

Le posizioni reali dei sensori EA vanno riferite al sistema di riferimento adottato e registrate con estremo scrupolo ai fini della corretta compilazione ed applicazione del localizzatore di eventi EA (*event builder*).

Nelle figure B1b÷B1e sono riportate le configurazioni di posizionamento dei sensori EA da adottare sui serbatoi cilindrici interrati o ricoperti al variare del loro diametro. Si evidenzia che le configurazioni 1 e 2 per serbatoi con diametro non maggiore di 2,5 m, rappresentate corrispondentemente nelle figure B1b e B1c, sono tra loro alternative e raccomandate in ragione delle diverse esigenze interpretative nella localizzazione delle sorgenti EA.

Configurazione 1 - Serbatoi con diametro non maggiore di 2,5 m

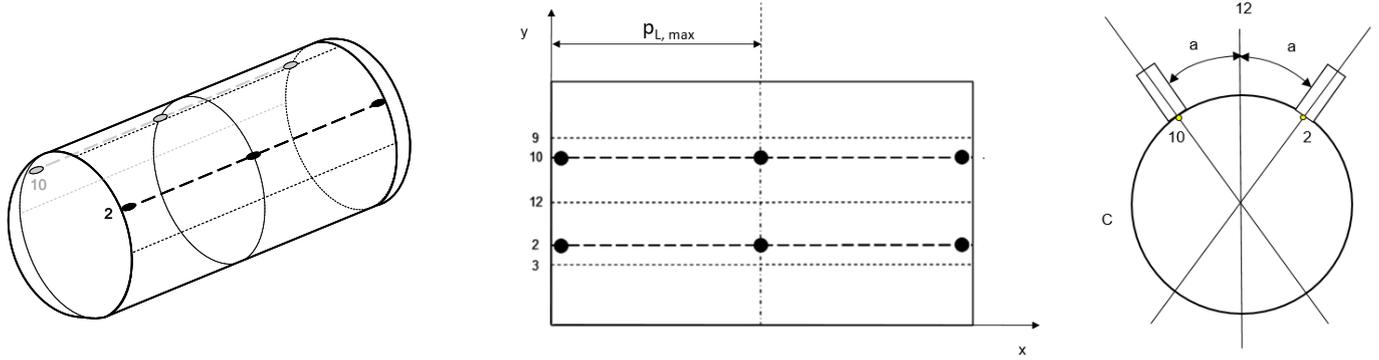


Figura B1b

Configurazione 2 - Serbatoi con diametro non maggiore di 2,5 m

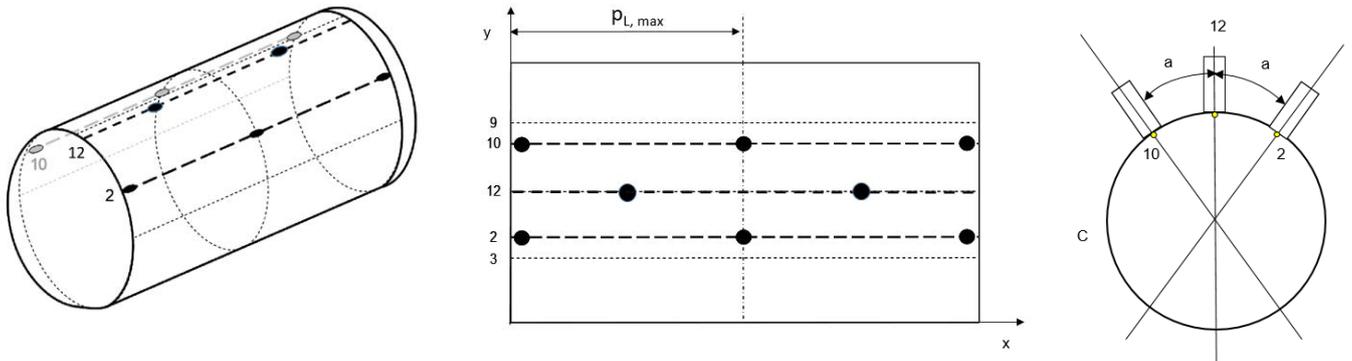


Figura B1c

Configurazione 3 - Serbatoi con diametro non maggiore di 4,5 m.

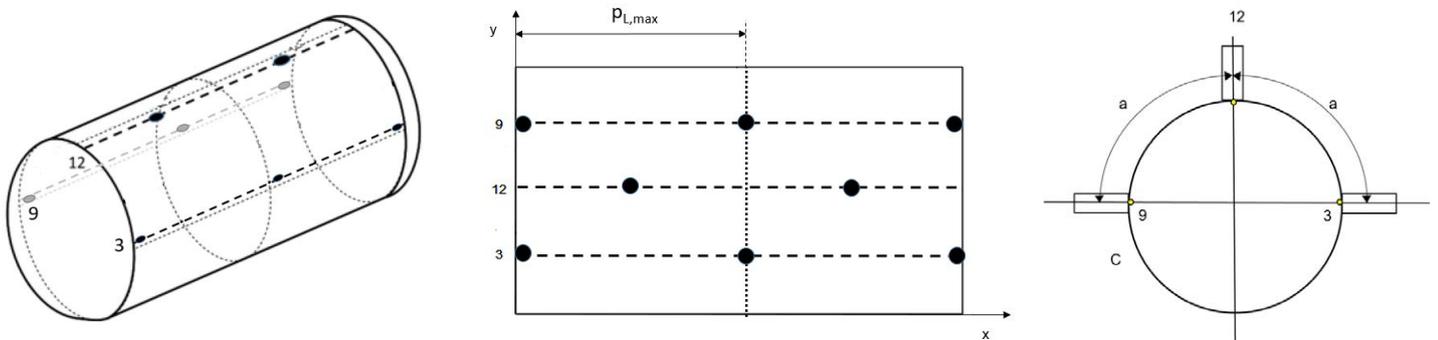


Figura B1d

Il passo massimo  $p_{L,max}$  fra due sensori EA consecutivi disposti lungo una stessa generatrice è determinato in funzione di  $d_{max}$  (*maximum allowed sensor spacing*) così come definito al punto 11.6 della procedura. Per tutte le configurazioni sopra riportate deve essere preliminarmente verificata la condizione:

$$d_{max} > \pi D/2$$

Per le configurazioni 1 e 2 il passo massimo tra i sensori è dato da:

$$p_{L,max} = \text{Min} \left\{ \frac{\pi D}{2}; 2 * \sqrt{(d_{max})^2 - \left(\frac{\pi D}{2}\right)^2} \right\}$$

Per la configurazione 3 il passo massimo tra i sensori è dato da:

$$p_{L,max} = \text{Min} \left\{ \frac{\pi D}{2}; 2 * \sqrt{(d_{max})^2 - \left(\frac{\pi D}{2}\right)^2}; \sqrt{(d_{max})^2 - \left(\frac{\pi D}{4}\right)^2} \right\}$$

In ogni caso, indipendentemente dalla configurazione adottata, il valore di  $p_{L,max}$  non può essere superiore a 3,5 m.

Il numero minimo  $n_{min}$  di sensori EA installati su una stessa generatrice è dato da<sup>10</sup>:

$$n_{min} = 2 + \text{int} \left[ \frac{(L - 0,40)}{(P_{L,max})} \right]$$

ed essi risultano equispaziati con passo:

$$P_L = \frac{(L - 0,40)}{(n_{min} - 1)}$$

Nel caso in cui la condizione  $d_{max} > \pi D/2$  non fosse rispettata, ad esempio a causa di un profilo di attenuazione fortemente condizionante o un diametro superiore a 4,5 metri, le formule sopra riportate non sono applicabili, pertanto è necessario posizionare i sensori EA ricorrendo a sistemi che ne consentano, anche mediante l'escavazione del terreno, l'installazione nelle posizioni individuate in accordo alle indicazioni fornite alla sezione 10.2 della procedura e nella norma UNI EN 12819:2019. In figura B1e sono schematizzate alcune tipologie di configurazioni adottabili. E' inoltre raccomandato installare almeno un sensore EA anche sulla superficie dei fondi in posizione il più possibile vicina al suo centro geometrico ricorrendo all'escavazione del terreno.

<sup>10</sup> Con riferimento alle figure B1c e B1d (configurazione 2 e 3), i sensori installati sulla generatrice ad ore 12 devono essere traslati di  $P_{L,max}/2$  rispetto ai sensori installati sulle altre due generatrici.

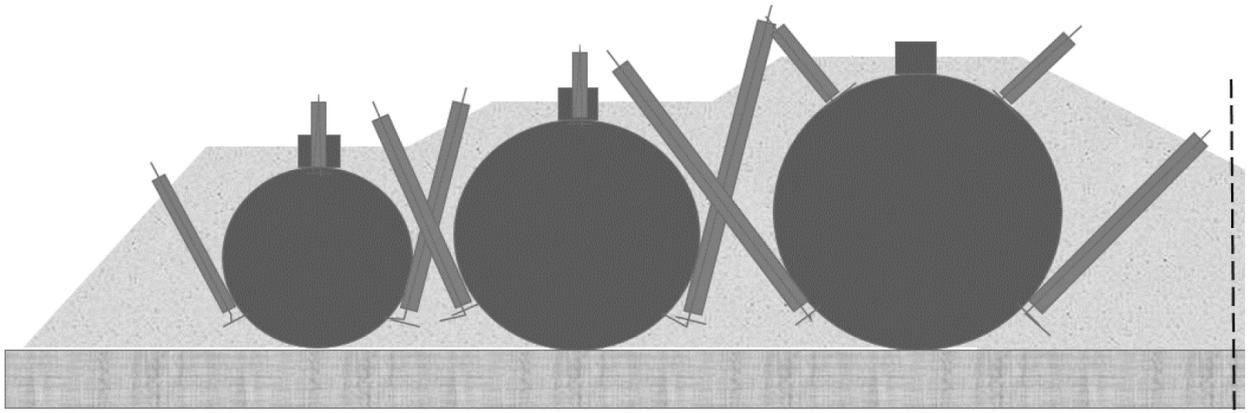


Figura B1e – Esempio di possibili configurazioni adottabili per serbatoi con profilo di attenuazione fortemente condizionante o con diametro maggiore di 4,5 metri.

## Appendice B2 (Normativa)

### Serbatoi cilindrici fuori terra

Le posizioni dei sensori EA sulla membratura devono essere riferite ad un sistema cartesiano, vedi fig. 4, nel quale:

- l'asse X coincide con la generatrice longitudinale nel punto di massima quota del serbatoio (nel seguito indicata come "ore 12"), assumendo valori nell'intervallo  $0 < X < L$ ;
- l'asse Y coincide con la saldatura circonferenziale di uno dei due fondi; il suo verso positivo è assunto coincidente col senso orario attorno all'asse di simmetria che dal fondo entra nel serbatoio (ovvero con verso coincidente con quello dell'asse X), ed assume valori nell'intervallo  $-\pi D/2 < Y < \pi D/2$ .

E' discrezionale assumere la saldatura circonferenziale sulla quale posizionare l'origine, purché venga specificato il criterio assunto sia nel progetto di fattibilità della prova EA, sia nel definitivo rapporto di prova EA in modo che non esista ambiguità interpretativa in successivi possibili riscontri condotti con lo stesso o altri metodi di controllo non distruttivo circa la localizzazione delle aree d'interesse.

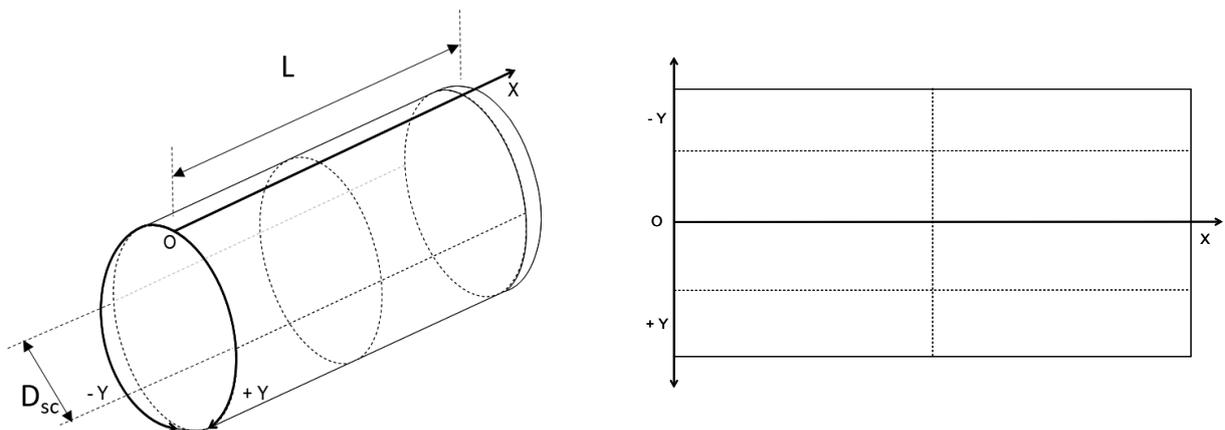


Figura B2a

Nelle figure B2b-B2f sono riportate alcune indicazioni per il corretto posizionamento dei sensori EA da adottare sui serbatoi cilindrici fuori terra. In particolare, sul mantello del serbatoio, è raccomandato disporre i sensori di installati su una stessa direttrice distanziati di  $\pi \cdot D/3$  e disposti alternativamente come nelle figure B2c e B2d. Per quanto riguarda i fondi si rimanda alle figure B2e-B2f.

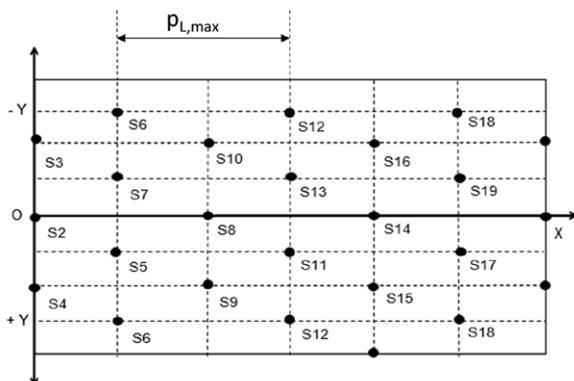


Figura B2b - mantello

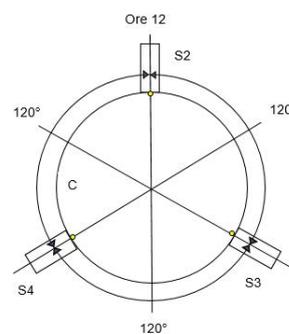


Figura B2c

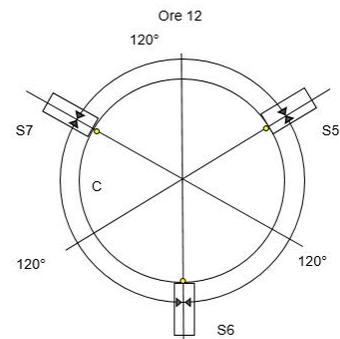


Figura B2d

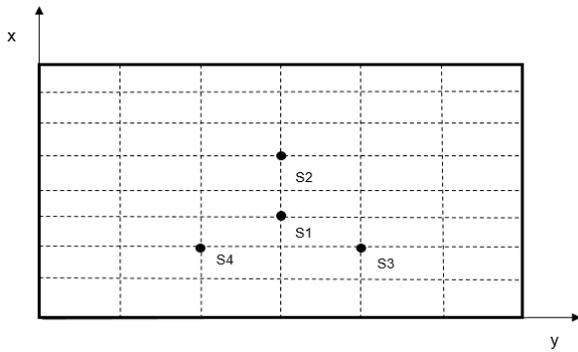


Figura B2e - fondo n.1

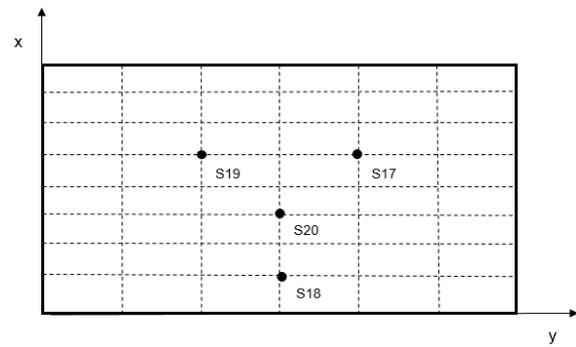


Figura B2f - fondo n.2

Per i sensori EA posizionati sul mantello  $p_{L,max}$  è dato da:

$$p_{L,max} = \text{Min} \left\{ \frac{\pi D}{2}; \sqrt{(d_{max})^2 - \left(\pi \frac{D}{6}\right)^2} \right\}$$

In ogni caso il valore di  $p_{L,max}$  non può essere superiore a 3,5 m.

Per i fondi deve essere preliminarmente verificata la condizione:

$$d_{max} > \pi \frac{D}{3}$$

Nel caso in cui questa condizione non fosse verificata, con riferimento alle figure B2e e B2f, è necessario installare altri tre sensori per ciascun fondo, in posizioni intermedie fra quelle occupate dai sensori S2, S3, S4, e, analogamente per l'altro fondo, S17, S18, S19.

## Appendice B3 (Normativa)

### Serbatoi sferici

Per i serbatoi sferici il sistema EA può essere configurato con localizzazione planare o eventualmente anche con localizzazione a zona.

#### B3.1 Distanza tra i sensori EA e corretta disposizione

Per la definizione del profilo di attenuazione e quindi della massima distanza tra due sensori EA più vicini devono essere analizzati i segnali di almeno 4 simulazioni Hsu-Nielsen (si consiglia tuttavia di eseguirne 6) distribuite su tutta la struttura da analizzare.

Previa conferma dei risultati del profilo di attenuazione, si consiglia di adottare una massima distanza tra due sensori, ricompresi in una maglia, non superiore ai 6 metri per la localizzazione planare e non superiore ai 9 m per la localizzazione a zona in conformità ai requisiti del punto C.5 dell'appendice C della norma UNI EN 12819:2019 e 7.1 della norma UNI EN 14584:2013.

Altri eventuali sensori EA possono essere aggiunti per coprire maggiormente l'analisi di aree specifiche (precedenti riparazioni, elementi di sostegno, presenza di tubazioni fissate alla parete dell'oggetto di collaudo, presenza di altri accessori esterni, ecc.).

Nella disposizione dei sensori EA si avrà cura rispettare le prescrizioni fornite nella sez. 10.2 della procedura coprendo adeguatamente tutta la superficie della struttura da analizzare, i sensori richiesti dovranno essere posizionati sulla struttura preferibilmente secondo uno schema geometrico che faciliti l'uso di algoritmi di localizzazione, (es. formando triangoli o trapezi, ecc.).

In genere i serbatoi sferici sono dotati di coibentazione isolante e/o ignifuga, una volta individuati i punti in cui installare i sensori dovrà procedersi alla rimozione locale di piccole parti di rivestimento che dovrà essere successivamente ripristinato al termine della prova EA.

Nelle figure B3a e B3b, è illustrata una tipica configurazione dei sensori EA su un serbatoio sferico.

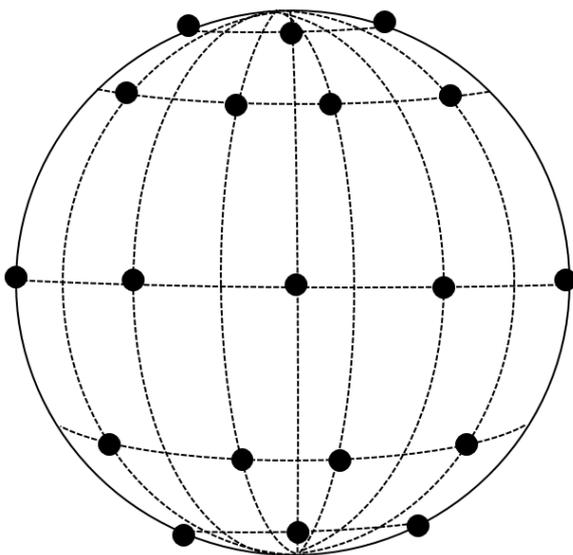


Figura B3a - Vista frontale

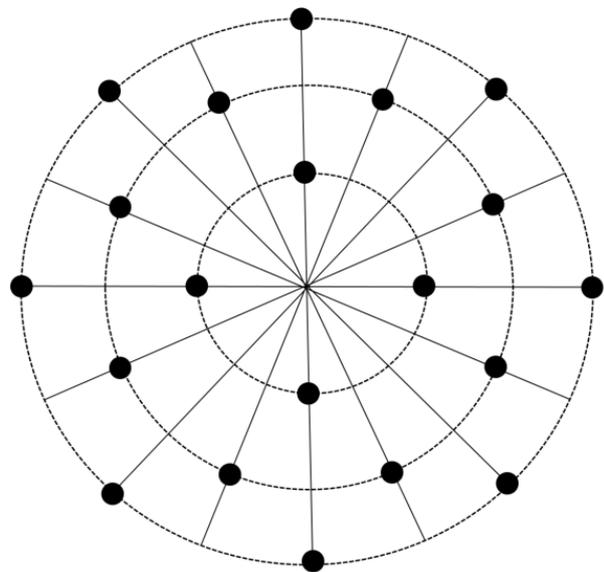


Figura B3b - Vista emisfero superiore/inferiore

## **Appendice C (Normativa)**

### Trasmissione dati al Centro Banca Dati EA dell'Inail

L'Inail, al fine di gestire con organicità i dati relativi all'applicazione della procedura, ha istituito il Centro Banca Dati EA con i seguenti riferimenti:

INAIL Centro Banca Dati EA  
Via Fontana Candida 1  
00078 Monte Porzio Catone (Roma)

e-mail per i Proprietari *gpl\_ea@inail.it*  
e-mail per gli Organismi competenti abilitati *eaprove.dcc@inail.it*

La documentazione di interesse (procedura EA-GS, circolari, form, ecc.) è resa disponibile sul sito *web* dell'Istituto nelle sezioni dedicate alla documentazione tecnica.

#### C.1 Dati inerenti i serbatoi da sottoporre a prova EA (a cura del Proprietario)

Il Proprietario del serbatoio che intende avvalersi della presente procedura invia al Centro Banca Dati EA dell'Inail la seguente documentazione:

- a) libretto o dichiarazione di messa in servizio del serbatoio (compreso fogli illustrativi, schemi o disegni costruttivi);
- b) progetto di fattibilità della prova EA redatto a cura dell'OCA-GS incaricato dallo stesso Proprietario;
- c) dichiarazione attestante l'esecuzione con esito positivo dei controlli di legge effettuati periodicamente inerenti la verifica di integrità.

Nel caso di più serbatoi aventi le medesime caratteristiche costruttive il progetto di fattibilità della prova EA può essere unico.

Fino al rilascio di modalità di invio attraverso servizi *on line*, l'elenco dei serbatoi deve essere trasmesso utilizzando l'apposito foglio di lavoro Form\_EA.xls predisposto dal Centro Banca Dati EA richiedendolo all'indirizzo e-mail già menzionato: *gpl\_ea@inail.it*.

I dati richiesti dal foglio di lavoro sono quelli minimi obbligatori. L'Inail si riserva la possibilità, qualora necessario, di chiedere l'integrazione dei dati al Proprietario o al Fabbricante.

Le modalità di compilazione dell'elenco sono di seguito riportate nella Tab. C1.

#### C.2 Determinazioni del Centro Banca Dati EA dell'Inail.

Entro 30 giorni dal completo ricevimento della documentazione di cui al punto C.1 il Centro Banca Dati EA dell'INAIL, a valle dell'esame della documentazione sopra menzionata, si esprime mediante parere formulato da apposita Commissione Tecnica concedendo il nulla osta alla esecuzione della prova EA ovvero richiedendo documentazione integrativa ovvero indicando prescrizioni particolari per l'applicazione della procedura EA-GS.

#### C.3 Comunicazione dell'incarico dello svolgimento delle prove EA all'OCA-GS (a cura del Proprietario).

Ricevuto il nulla osta alla esecuzione della prova EA, il Proprietario può affidare l'incarico formale dello svolgimento delle prove EA all'OCA-GS prescelto. L'OCA-GS deve essere lo stesso che ha redatto il progetto di fattibilità della prova EA.

Una volta affidato l'incarico delle prove EA, il Proprietario deve darne tempestiva comunicazione, fino al rilascio di modalità di invio attraverso servizi *on line*, tramite e-mail all'indirizzo *gpl\_ea@inail.it* specificando l'OCA-GS incaricato di svolgere la prova EA ed i dati relativi alla ubicazione di installazione del serbatoio (indirizzo, numero civico, CAP, Comune e Provincia).

Qualora tale comunicazione non pervenga al Centro Banca Dati EA dell'INAIL entro 90 giorni lavorativi dalla data di trasmissione di cui al punto C.1, il nulla osta alla esecuzione della prova EA di cui alla sezione C.2 si intende revocato.

Il Proprietario è tenuto a comunicare al Centro Banca Dati EA dell'Inail, con le stesse modalità su indicate, qualsiasi cambiamento che, entro i termini di conclusione dell'attività, dovesse sopraggiungere nelle modalità operative concordate con l'OCA-GS incaricato.

Su richiesta del Proprietario, l'Inail può rilasciare apposita dichiarazione da esibire all'Autorità competente per territorio (ASL o ARPA) quale garanzia dell'impegno assunto per lo svolgimento della verifica decennale.

campo	Requisito	T (Testo) N (Numero)	Numero massimo di caratteri del campo (solo per campi T)	Caratteristiche / Opzioni / Codici	Esempio
	<b>Dati di fabbricazione</b>				
1	Fabbricante	T	30	Come da Libretto ISPESL/Dichiarazione di messa in servizio	<b>Tuogas S.p.A.</b>
2	Anno di fabbricazione	N	4	Come da Libretto ISPESL/ Dichiarazione di messa in servizio	<b>2005</b>
3	<b>Numero di fabbrica</b>	T/N		Come da Libretto ISPESL/ Dichiarazione di messa in servizio	<b>GS12345</b>
4	<b>Matricola</b>				
5	Anno di immatricolazione	N		Come da Libretto ISPESL/ Dichiarazione di messa in servizio	<b>2005</b>
6	Settore e numero di immatricolazione	N		Come da Libretto ISPESL/ Dichiarazione di messa in servizio	<b>700241</b>
7	Sigla provincia di immatricolazione	T	2	Come da Libretto ISPESL/ Dichiarazione di messa in servizio	<b>RM</b>
	<b>Caratteristiche tecniche</b>				
8	Diametro del serbatoio	N	4	mm	<b>3500</b>
9	Spessore nominale mantello	N	4	mm	<b>15.50</b>
10	Spessore nominale fondi	N	4	mm	<b>16.00</b>
11	Capacità	N		litri	<b>500000</b>
12	Pressione di progetto	N		bar	<b>17,65</b>
13	Geometria serbatoio	T		"CIL" = Serbatoio cilindrico "SFE" = Serbatoio sferico	<b>CIL</b>
14	<b>Tipologia impianto</b>	T	4	"INT" = Serbatoio interrato "TRIC" = Serbatoio totalmente ricoperto "PRIC" = Serbatoio parzialmente ricoperto "CC" = Serbatoio in cassa di contenimento "FT" = Serbatoio Fuori terra	<b>TRIC</b>
15	<b>Tipologia rivestimento</b>			"REAS" = Serbatoio rivestito con resine sintetiche "BIT" = Serbatoio rivestito con resine bituminose "ALT" = Nessuna delle precedenti	<b>BIT</b>
16	<b>Tipologia sistema di protezione catodica</b>	T	3	"AS" = anodi sacrificali "CI" = correnti impresse "NA" = nessuno	<b>NA</b>
17	<b>GPL o affini stoccato</b>	T		"GPL" = Gas di petrolio liquefatto "ALT" = Altro (indicare nome per esteso)	<b>GPL</b>
18	<b>Proprietario</b>	T	30	Ragione sociale	<b>Miogas S.p.A.</b>
19	<b>Installazione</b>	T/N		Indirizzo di installazione (comune, via o località)	<b>Roma, località</b>

					<b>Muratella</b>
20	<b>Provincia</b>	T	2	Sigla	<b>RM</b>

Tabella C1

### Dati inerenti alla prova EA (a cura dell'OCA-GS)

I dati relativi alla prova EA devono essere trasmessi dall'OCA-GS al Centro Banca Dati EA dell'Inail rispettando le seguenti modalità:

#### Modalità di carattere generale

I file inerenti la singola prova EA, fino al rilascio di modalità di invio attraverso servizi on line, devono essere trasmessi su supporto ottico (CD o DVD) non riscrivibile.

La trasmissione per spedizione di un CD o DVD non riscrivibile implica:

- la verifica della leggibilità del CD o DVD all'origine;
- la firma e la data apposti dall'OCA-GS, o di un suo delegato giuridicamente riconosciuto, con pennarello indelebile sul CD o DVD (e non sull'involucro);
- l'imballaggio del CD in un contenitore rigido;
- la tracciabilità dell'avvenuto recapito.

E' da escludere qualsiasi tipo di compressione dei file.

#### Contenuto DVD

Il DVD può contenere file relativi anche a più prove EA.

Il DVD dovrà contenere nella cartella principale:

- una o più sottocartelle in relazione al numero delle prove EA inserite. Più in particolare ogni sottocartella dovrà contenere gli otto file dei dati inerenti una stessa prova EA definiti in Tab. C2;
- un file denominato "Riepilogo\_BD", che raggruppa in un unico file di estensione ".txt", tutti i dati contenuti nei singoli file BD di ogni prova del relativo CD/DVD;

ed essere corredato da un rapporto di prova, conforme a quanto specificato alla sezione 21.

	<b>File</b>	<b>Formato</b>	<b>Estensione file</b>
<b>1</b>	<i>Registrazione dei dati inerenti la Prova EA</i>	Standard (Testo codifica ASCII)	.txt
<b>2</b>	<i>Rapporto di prova per la banca Dati EA (file BD)</i>	Standard (Testo codifica ASCII)	.txt
<b>3</b>	<i>Configurazione di acquisizione</i>	Proprietario	.*
<b>4</b>	<i>Configurazione del sistema EA</i>	Proprietario	.*
<b>5</b>	<i>Visualizzazione</i>	Proprietario	.*
<b>6</b>	<i>Transienti</i>	Proprietario	.*
<b>7</b>	<i>File immagine</i>	Immagine	.jpg
<b>8</b>	<i>File dati sistema GPS<sup>1</sup></i>	Proprietario	.*

Tabella C2

L'asterisco indica il formato proprietario assegnato dal sistema EA.

File immagine (.jpg): foto digitalizzata della targhetta riportante i dati di fabbricazione ove siano leggibili i dati di fabbricazione del serbatoio.

Denominazione dei file della prova EA e della cartella che li contiene.

I file menzionati in tabella C2 devono avere un nome comune, a parte il suffisso e l'estensione, costituito da complessivi 15 caratteri alfa-numeric (suffisso ed estensione esclusa) come specificato nella seguente Tab. C3.

<b>Caratteri</b>	<b>Definizione</b>	<b>Riferimento</b>	<b>Tipo</b>	<b>Esempio</b>
<b>da 1 a 4</b>	<i>anno di immatricolazione</i>	come risulta da libretto ISPESL o dalla dichiarazione di messa in servizio o da targa applicata sul serbatoio	4 cifre	<b>2005</b>
<b>da 5 a 10</b>	<i>settore e numero di immatricolazione</i>	come risulta da libretto ISPESL o dalla dichiarazione di messa in servizio o da targa applicata sul serbatoio	6 cifre	<b>700241</b>
<b>da 11 a 12</b>	<i>provincia di fabbricazione</i>	come risulta da libretto ISPESL o dalla dichiarazione di messa in servizio o da targa applicata sul serbatoio	2 lettere maiuscole	<b>RM</b>
<b>da 13 a 15</b>	<i>suffisso</i>	vedi Tab. C4	"_" 2 lettere	<b>_EA</b>

Tabella C3

Il nome della sottocartella che contiene i file di prova deve coincidere con quello comune dei file così come definito in Tab. C3.

*Esempio: i nomi da assegnare ai file menzionati in tabella C2 relativi alla prova EA effettuata sul serbatoio con matricola n. 2005/7/00241/ RM sono perciò:*

	<b>File</b>	<b>Nome file</b>
<b>1</b>	<i>Registrazione dei dati inerenti la Prova EA</i>	2005700241RM_EA.*
<b>2</b>	<i>Rapporto di prova per la banca Dati EA (file BD)</i>	2005700241RM_BD.*
<b>3</b>	<i>Configurazione di acquisizione</i>	2005700241RM_EA.*
<b>4</b>	<i>Configurazione del sistema EA</i>	2005700241RM_EA.*
<b>5</b>	<i>Visualizzazione</i>	2005700241RM_EA.*
<b>6</b>	<i>Transienti</i>	2005700241RM_EA.*
<b>7</b>	<i>File immagine</i>	2005700241RM_EA.jpg
<b>8</b>	<i>File dati sistema GPS</i>	2005700241RM_EA.*

Tabella C4

L'asterisco indica il formato proprietario assegnato dal sistema EA.

Tali file dovranno essere contenuti in una sottocartella con nome 2005700241RM, a sua volta contenuta nella cartella principale del CD/DVD.

File Riepilogo BD

La struttura del file "Riepilogo BD" deve essere quella di seguito indicata:

File del Rapporto di prova per la Banca Dati EA	Tipo di file	Testo codifica ASCII caratterizzato dall'estensione ".txt"
	Nome del file	Riepilogo_BD
	Struttura del file	Il file deve essere costituito da un numero di record distinti pari al numero delle prove contenute nel CD/DVD.
		Ogni record contiene le informazioni di sintesi relative ad una singola prova contenuta nel CD/DVD.
	Struttura del record	Ogni record deve essere delimitato alla fine dalla sequenza di caratteri ASCII "carriage return" e "line feed".
		Il record è costituito da un numero di <b>27</b> campi contenenti i dati significativi della prova specificati nella tabella C6.
		La lunghezza del record non è assegnata.
	Struttura del campo	I campi sono tra loro delimitati dal separatore " ; " (punto e virgola). <b>E' assolutamente da evitare l'uso del carattere " ; " (punto e virgola) all'interno dell'informazione contenuta nel campo.</b>
		All'interno del campo deve essere contenuta l'informazione relativa al requisito di riferimento codificata secondo le indicazioni contenute in tabella C6. <b>Nessun campo può essere lasciato vuoto.</b>
		L'informazione deve essere editata in lettere o numeri (caratteri alfanumerici). <b>Per i dati numerici (del tipo N):</b> è obbligatorio utilizzare il carattere " , " (virgola) quale separatore per cifre decimali nell'informazione numerica. Non è consentito l'utilizzo del separatore delle migliaia. <b>Per i dati testo (del tipo T)</b> sono ammessi anche caratteri di altro tipo come: punteggiatura <b>ad eccezione del " ; " (punto e virgola)</b> , operatori, simboli vari.
		La sequenza delle informazioni, e quindi dei campi, deve rigorosamente rispettare l'ordine indicato nella tabella C6.

Tabella C5

Classe Requisito	Campo	Requisito	T (Testo) N (Numero)	Numero massimo di caratteri del campo	Caratteristiche / Opzioni / Codici / Valori ammessi	Esempio
<b>Matricola Serbatoio</b>	1	Anno di immatricolazione	N	4	Come da Libretto ISPESL/Dichiarazione di messa in servizio	<b>2005</b>
	2	Settore e numero di immatricolazione ISPESL/INAIL	N	6	Come da Libretto ISPESL/Dichiarazione di messa in servizio	<b>700241</b>
	3	Sigla provincia di immatricolazione	T	2	Come da Libretto ISPESL/Dichiarazione di messa in servizio	<b>RM</b>
<b>Numero di fabbrica</b>	4	Numero di fabbrica attribuito dal Fabbricante	T/N		Come da Libretto ISPESL/Dichiarazione di messa in servizio	<b>GS12345</b>
<b>Pressione di progetto</b>	5	Pressione di progetto	N		Come da Libretto ISPESL/Dichiarazione di messa in servizio	<b>17,65</b>
<b>Capacità</b>	6	Capacità del serbatoio	N		Come da Libretto ISPESL/Dichiarazione di messa in servizio	<b>500000</b>
<b>Identificativo Proprietario</b>	7	Proprietario	T			<b>Miogas</b>
<b>Installazione</b>						
Indirizzo	8		T	30	Via o località	<b>Località Muratella</b>
Numero civico	9		T/N	5	Indicare "snc" se il numero civico non esiste	<b>snc</b>
CAP	10		N	5		<b>00100</b>
Comune	11		T	30		<b>Roma</b>
Provincia	12		T	2	Sigla	<b>RM</b>
<b>OCA-GS</b>	13	OCA-GS	T			<b>EA CONTROL</b>
<b>Tipologia impianto</b>	14	Tipologia impianto	T	4	"INT" = Serbatoio interrato "TRIC" = Serbatoio totalmente ricoperto "PRIC" = Serbatoio parzialmente ricoperto "CC" = Serbatoio in cassa di contenimento "FT" = Serbatoio fuori terra	<b>TRIC</b>
<b>Geometria serbatoio</b>	15		T	3	"CIL" = serbatoio cilindrico "SFE" = serbatoio sferico	<b>CIL</b>
<b>Rivestimento</b>	16	Tipologia rivestimento	T	4	"REAS" = Serbatoio rivestito con resine sintetiche "BIT" = Serbatoio rivestito con resine bituminose "ALT" = Nessuna delle precedenti	<b>BIT</b>
<b>Tipologia sistema di</b>	17	Sistema di protezione catodica	T	3	"AS" = Anodi sacrificali "CI" = Correnti impresse	<b>NA</b>

<b>protezione catodica</b>					"NA" = Nessuno	
<b>Esito delle prove integrative preliminari</b>	18	Esito delle prove integrative preliminari	T	1	"P" = Positivo "N" = Negativo	<b>P</b>
<b>Sistema EA</b>	19	Modello	T/N		Sigla identificativa della strumentazione	<b>Vallen_AMSY 6_VS 75</b>
<b>Pressurizzazione</b>	20	Pressione di Inizio prova [bar]	N		Numero decimale positivo (diverso da zero)	<b>7,5</b>
	21	Pressione di Fine prova [bar]	N		Numero decimale positivo (diverso da zero)	<b>16,02</b>
<b>Interruzione precauzionale della prova</b>	22	Interruzione precauzionale della prova	T		"F" = Non si è verificata nessuna condizione di interruzione precauzionale "T" = Si è verificata una condizione di interruzione precauzionale	<b>F</b>
<b>Indicatore sintetico</b>	23	Indicatore sintetico [Y <sub>CR</sub> ] <sub>s</sub>	N		Valore dell'indicatore sintetico	<b>2</b>
<b>Esito della prova EA</b>	24	Esito della Prova EA	N	1	"0" = Non accettabile "1" = Positivo "2-1" = Positivo "2-3" = Negativo "3" = Negativo	<b>1</b>
<b>Esito verifica d'integrità</b>	25	Esito verifica d'integrità	T	1	"P" = Positivo "N" = Negativo	<b>P</b>
<b>Matricola Responsabile della prova EA</b>	26	Matricola Responsabile della prova EA	T/N	16	Assegnata al Responsabile della prova EA in possesso della specifica certificazione INAIL	<b>GPL0106200 5EA003</b>
<b>Data di svolgimento della prova</b>	27	Data di esecuzione della prova	T/N	10	<b>GG/MM/AAAA</b>	<b>07/07/2020</b>

Tabella C6

## **Appendice D (Normativa)** Sorveglianza degli OCA-GS

L'obiettivo della sorveglianza è di garantire che l'OCA-GS adempia correttamente agli obblighi derivanti dall'applicazione della procedura EA-GS.

Per perseguire tale scopo l'Inail ha facoltà di:

- eseguire *audit* con periodicità biennale per verificare il mantenimento dei requisiti tecnico-scientifici necessari al corretto svolgimento di tutte le attività di prova EA in capo all'OCA-GS;
- visionare le procedure operative concernenti l'attività di prova EA;
- verificare l'idoneità dei mezzi e delle attrezzature dedicati e del personale addetto alle attività di prova EA;
- presenziare alla esecuzione *in situ* alle attività di prova EA;
- eseguire, in contemporanea e con propri mezzi ed attrezzature, la prova EA sullo stesso serbatoio sottoposto a esame da parte dell'OCA-GS;

Ai fini dello svolgimento dell'attività di sorveglianza l'OCA-GS ha l'obbligo di:

- mettere a disposizione dell'Inail tutta la documentazione inerente l'attività di prova EA;
- consentire l'accesso presso le proprie sedi e strutture operative;
- mettere a disposizione, su richiesta dell'Inail, i mezzi e le attrezzature impiegate nell'attività di prova;
- comunicare il calendario e le sedi delle prove programmate.

Al fine di assicurare oggettività ed efficacia all'attività di sorveglianza, i laboratori mobili impiegati per l'attività di prova EA devono essere dotati di un sistema in grado monitorare in remoto (ad esempio mediante l'impiego di sistemi GPS/GPRS/GSM) i relativi spostamenti. Il sistema deve garantire la conservazione dei dati e la loro consultazione via *web*.

L'Inail può disporre la sospensione o la revoca del certificato di abilitazione all'applicazione della procedura EA-GS rilasciato alla persona titolare ai sensi della sezione 5, qualora accerti gravi inadempienze, negligenze o violazioni nello svolgimento delle attività connesse.

L'Inail può intimare all'OCA-GS di disporre la revoca del certificato di verifica integrità del serbatoio a seguito di accertata violazione o non corretta applicazione della procedura EA-GS.

L'Inail, qualora accerti gravi inadempienze, negligenze o violazioni da parte dell'OCA-GS nello svolgimento delle attività connesse all'applicazione della presente procedura EA-GS, può richiedere ai Ministeri Competenti la sospensione o la revoca dell'abilitazione.