
Polyethylene geomembranes for waterproofing of controlled dumps
General criteria for welding, control of welded joints, qualification of welders and
welding procedures

La norma ha lo scopo di fornire le modalità di esecuzione e del controllo della qualità di giunti saldati. La norma si applica quando il committente o l'ente di controllo designato richiede il controllo della qualità dei giunti saldati di membrane di polietilene per discariche controllate.

TESTO ITALIANO

La presente norma sostituisce la UNI 10567:1996.

ICS 25.160.40; 91.100.50

PREMESSA

La presente norma è stata elaborata sotto la competenza della Commissione Tecnica UNI

Saldature

e dell'ente federato all'UNI

UNIPLAST - Ente Italiano di Unificazione nelle Materie Plastiche

La Commissione Centrale Tecnica dell'UNI ha dato la sua approvazione il 7 febbraio 2011.

La presente norma è stata ratificata dal Presidente dell'UNI ed è entrata a far parte del corpo normativo nazionale il 23 febbraio 2011.

Le norme UNI sono elaborate cercando di tenere conto dei punti di vista di tutte le parti interessate e di conciliare ogni aspetto conflittuale, per rappresentare il reale stato dell'arte della materia ed il necessario grado di consenso.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione di questa norma, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento o per un suo adeguamento ad uno stato dell'arte in evoluzione è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione per l'eventuale revisione della norma stessa.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione di nuove edizioni o di aggiornamenti.

È importante pertanto che gli utilizzatori delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione e degli eventuali aggiornamenti.

Si invitano inoltre gli utilizzatori a verificare l'esistenza di norme UNI corrispondenti alle norme EN o ISO ove citate nei riferimenti normativi.

INDICE

1		SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	1
2		RIFERIMENTI NORMATIVI	1
3		TERMINI E DEFINIZIONI	1
4		SIMBOLOGIA	2
4.1		Geomembrane	2
4.2		Giunto a doppia saldatura	2
4.3		Giunto a cordone sovrapposto	2
4.4		Provette per la prova di resistenza a trazione dei giunti saldati	2
5		MATERIALI	2
5.1		Caratteristiche	2
5.2		Documenti di fornitura	3
5.3		Movimentazione e stoccaggio	3
6		TIPOLOGIA DEI GIUNTI SALDATI	3
	figura 1	Tipi di giunti saldati	4
	prospetto 1	Dimensioni dei giunti saldati	4
7		PROCESSI DI SALDATURA	4
8		ATTREZZATURE DI SALDATURA	5
8.1		Generalità	5
8.2		Attrezzature di tipo meccanizzato	5
8.3		Attrezzature di tipo manuale	5
9		MODALITÀ ESECUTIVE DEI GIUNTI SALDATI	6
9.1		Condizioni ambientali	6
9.2		Pulizia e preparazione superficiale delle geomembrane	6
9.3		Procedure di saldatura	6
	prospetto 2	Parametri di saldatura per processo ad elemento termico	7
	prospetto 3	Parametri di saldatura per processo ad estrusione	7
	prospetto 4	Parametri di saldatura per processo a gas caldo	7
9.4		Giunti di incroci a T e giunti a croce	7
9.5		Rapporto di saldatura	7
10		CONTROLLI NELLA REALIZZAZIONE DEI GIUNTI SALDATI	8
10.1		Controlli preliminari alle operazioni di saldatura	8
10.2		Controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati	9
	prospetto 5	Relazione tra tipologia di giunto e metodo di prova	10
	figura 2	Valori della pressione di prova	11
11		RIPARAZIONE DEI GIUNTI SALDATI	12
12		DOCUMENTAZIONE FINALE	13
APPENDICE	A	CLASSIFICAZIONE E QUALIFICAZIONE DEI SALDATORI DI GEOMEMBRANE DI POLIETILENE PER IMPERMEABILIZZAZIONE DI DISCARICHE CONTROLLATE	14
A.1		Scopo e campo di applicazione	14
A.2		Classificazione e designazione dei saldatori	14
	prospetto A.1	Corrispondenza tra le classi di qualificazione	15

A.3		Requisiti per l'ammissione alle prove di qualificazione	15
A.4		Modalità per le prove di qualificazione dei saldatori	15
	prospetto A.2	Tipologie di saggio per la prova pratica.....	16
	figura A.1	Saggio numero 1	17
	figura A.2	Saggio numero 2	17
A.5		Doveri dell'esaminatore	17
A.6		Prove da effettuare sui saggi di qualificazione	18
	prospetto A.3	Prove da eseguire sui saggi e criteri di accettabilità dei risultati	18
A.7		Valutazione dei risultati delle prove	18
A.8		Ripetizione della prova di qualificazione	19
A.9		Certificato di qualificazione	19

APPENDICE	B	QUALIFICAZIONE DELLE PROCEDURE DI SALDATURA DI GEOMEMBRANE DI POLIETILENE PER IMPERMEABILIZZAZIONE DI DISCARICHE CONTROLLATE	21
------------------	----------	---	----

(normativa)			
B.1		Scopo e campo di applicazione	21
B.2		Principio	21
B.3		Saggi di qualificazione	21
B.4		Prove da eseguire sui saggi	21
	prospetto B.1	Prove da eseguire sui saggi di qualificazione della procedura.....	21
B.5		Valutazione dei risultati delle prove	22
B.6		Ripetizione dell'iter di qualificazione	23
B.7		Validità della certificazione	23
	prospetto B.2	Scostamento ammissibile dei parametri di saldatura di procedure qualificate rispetto ai valori utilizzati per l'esecuzione della(e) prova(e).....	23
B.8		Certificato di qualificazione	24
B.9		Impiego del certificato di qualificazione.....	24

APPENDICE	C	RAPPORTO DI SALDATURA DI GEMOMEBRANE DI POLIETILENE PER IMPERMEABILIZZAZIONE DI DISCARICHE CONTROLLATE	25
------------------	----------	---	----

(informativa)

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma fornisce indicazioni sulla modalità di esecuzione e sul controllo dei giunti saldati a sovrapposizione di geomembrane plastomeriche rigide di polietilene, aventi spessore maggiore o uguale a 2,0 mm, di classe D ed E secondo la UNI 11309.

La presente norma definisce inoltre i criteri per la qualificazione dei saldatori e delle procedure di saldatura.

RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente norma rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente norma come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

UNI 11309	Geosintetici con funzione barriera - Geosintetici polimerici a base di polietilene a media e alta densità - Caratteristiche e limiti di accettazione
UNI EN 12814-2	Prove di giunti saldati di prodotti semifiniti di materiale termoplastico - Prova di trazione
UNI EN 12814-4	Prove di giunti saldati di prodotti semifiniti di materiale termoplastico - Prova di pelatura
UNI EN 13067	Personale per la saldatura di materie plastiche - Prova di qualificazione dei saldatori - Assiemi saldati di materiale termoplastico
UNI EN 13100-1	Prove non distruttive di giunti saldati di prodotti semifiniti di materiale termoplastico - Esame visivo
UNI EN ISO 1183-1	Materie plastiche - Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Parte 1: Metodo ad immersione, metodo del picnometro in mezzo liquido e metodo per titolazione
UNI EN ISO 10318	Geosintetici - Termini e definizioni
UNI CEI EN ISO/IEC 17024	Valutazione della conformità - Requisiti generali per organismi che operano nella certificazione delle persone

TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini della presente norma, si applicano i termini e le definizioni della UNI EN ISO 10318 e seguenti:

- 3.1 costruttore:** Responsabile delle attività di posa delle geomembrane.
- 3.2 committente:** Commissionante la discarica controllata.
- 3.3 organismo di certificazione:** Organismo che opera nella certificazione delle persone in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17024.
- 3.4 organismo di controllo:** Terza parte indipendente incaricata dal committente di effettuare e/o supervisionare le attività di prova, controllo, collaudo durante la posa delle geomembrane.

4 SIMBOLOGIA

4.1 Geomembrane

s spessore delle geomembrane.

4.2 Giunto a doppia saldatura

s_{t1} spessore del giunto in corrispondenza della prima saldatura;

s_{t2} spessore del giunto in corrispondenza della seconda saldatura;

l sovrapposizione totale delle due geomembrane;

l_1 sovrapposizione fra il lembo della geomembrana superiore e la prima saldatura;

l_2 sovrapposizione fra il lembo della geomembrana inferiore e la seconda saldatura;

l_{s1} larghezza della prima saldatura;

l_{s2} larghezza della seconda saldatura;

l_{cs} larghezza complessiva della saldatura (corrispondente, per questa tipologia di giunto, alla somma di l_{s1} e di l_{s2});

l_c larghezza della canaletta.

4.3 Giunto a cordone sovrapposto

s_t spessore del giunto;

l sovrapposizione totale delle due geomembrane;

l_s larghezza del cordone di saldatura;

l_{cs} larghezza complessiva della saldatura (corrispondente, per questa tipologia di giunto, a l_s);

α angolo di preparazione del lembo della geomembrana superiore.

4.4 Provette per la prova di resistenza a trazione dei giunti saldati

σ_w resistenza a rottura di provette ricavate da giunti saldati;

σ_r resistenza a rottura di provette ricavate da geomembrane;

$\overline{\sigma_w}$ media aritmetica dei valori della resistenza a rottura di provette ricavate da giunti saldati;

$\overline{\sigma_r}$ media aritmetica dei valori della resistenza a rottura di provette ricavate da geomembrane.

5 MATERIALI

5.1 Caratteristiche

5.1.1 Geomembrane

Ai fini della presente norma si considerano le geomembrane plastomeriche rigide di polietilene, aventi spessore maggiore o uguale a 2,0 mm, di classe D ed E secondo la UNI 11309 ed aventi massa volumica compresa tra 0,940 e 0,960 g/cm³, determinata secondo la UNI EN ISO 1183-1.

5.1.2 Materiale d'apporto

Il materiale d'apporto per la saldatura a estrusione deve essere polietilene (PE) che rispetti le caratteristiche della resina utilizzata per la produzione delle geomembrane di cui al punto 5.1.1.

Documenti di fornitura

La fornitura delle geomembrane e del materiale d'apporto per la saldatura ad estrusione deve essere accompagnata da una dichiarazione di conformità del costruttore ai requisiti del punto 5.1, rilasciata sulla base di controlli e prove documentate.

Movimentazione e stoccaggio

Le operazioni di movimentazione e lo stoccaggio delle geomembrane devono essere effettuate in modo tale da non recare danneggiamento alle geomembrane stesse, che potrebbe influenzare negativamente la qualità delle saldature.

In particolare:

- a) nel trasporto si deve evitare l'impiego di piani d'appoggio che presentino asperità;
- b) nelle operazioni di carico e scarico si devono impiegare modalità di imbragatura che non determinino danneggiamento (impronte, scalfitture) delle geomembrane;
- c) lo stoccaggio e l'accatastamento delle geomembrane devono avvenire su superfici d'appoggio orizzontali e prive di pietre, oggetti appuntiti od altre asperità.

Per accatastamenti all'aperto che si protraggano per lunghi periodi, le geomembrane devono essere protette dall'azione degli agenti esterni, che potrebbero causare danneggiamenti.

TIPOLOGIA DEI GIUNTI SALDATI

Ai fini della presente norma, si considerano le seguenti tipologie di giunti a sovrapposizione:

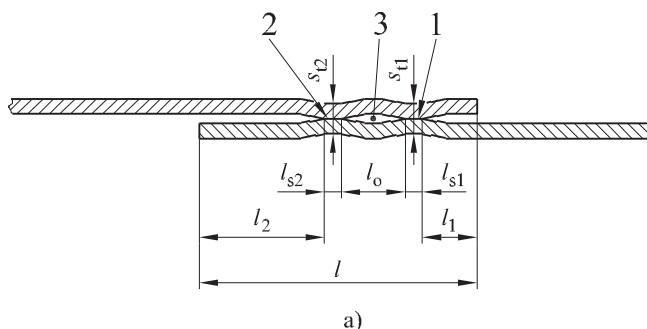
- a) a doppia saldatura (con canaletta di prova), realizzati con processo ad elemento termico ed attrezzatura meccanizzata [punto 7 a)] o con processo a gas caldo ed attrezzatura meccanizzata [punto 7 b)];
- b) a cordone sovrapposto, realizzati con processo ad estrusione ed attrezzatura manuale [punto 7 c)].

La forma di tali giunti è riportata in figura 1; i valori relativi al dimensionamento di tali giunti sono riportati nel prospetto 1.

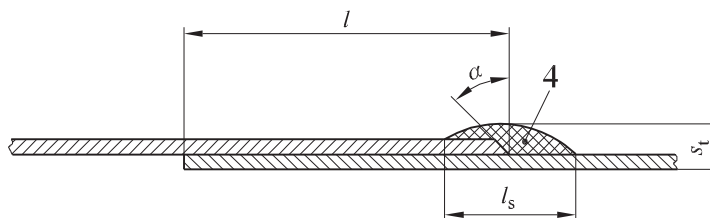
Tipi di giunti saldati

Legenda

- a) Giunto a doppia saldatura (con canaletta di prova)
- b) Giunto a cordone sovrapposto
- 1 Prima saldatura
- 2 Seconda saldatura
- 3 Canaletta di prova
- 4 Cordone di saldatura



a)



b)

Dimensioni dei giunti saldati

	s_t	s_{t1}	s_{t2}	l	l_s	l_{s1}	l_{s2}	l_{cs}	l_1	l_2	l_c	α
Dimensioni in millimetri												Gradi
Giunto a doppia saldatura		$\leq 2 \times s - 0,2$ $\geq 2 \times s - 0,8$	$\leq 2 \times s - 0,2$ $\geq 2 \times s - 0,8$	≥ 100		≥ 13	≥ 13	≥ 26	$\geq 20^{a)}$	≥ 30	≥ 10	
Giunto a cordone sovrapposto	$\geq 1,25 \times 2 \times s$ $\leq 1,75 \times 2 \times s$			≥ 80	≥ 40			≥ 40				$\geq 45^\circ$
a) Valore richiesto per effettuare la prova di pelatura su entrambe le saldature.												

PROCESSI DI SALDATURA

Ai fini della presente norma, si considerano i seguenti processi di saldatura:

- a) saldatura ad elemento termico (punto 9.3.1), con attrezzatura di tipo meccanizzata (punto 8.2), per la realizzazione di giunti a doppia saldatura (con canaletta di prova) [punto 6 a)];
- b) saldatura a gas caldo (punto 9.3.3), con attrezzatura di tipo meccanizzato (punto 8.2), per la realizzazione di giunti a doppia saldatura (con canaletta di prova) [punto 6 a)];
- c) saldatura ad estrusione (punto 9.3.2), con attrezzatura di tipo manuale (punto 8.3), per la realizzazione di giunti a cordone sovrapposto [punto 6 b)].

8 ATTREZZATURE DI SALDATURA

8.1 Generalità

Le attrezzature utilizzate per la saldatura delle geomembrane, considerate nella presente norma, sono di tipo meccanizzato (punto 8.2) o manuale (punto 8.3).

Entrambi i tipi devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- a) ottemperare alle vigenti disposizioni legislative in materia di igiene e sicurezza sul lavoro;
- b) permettere la realizzazione di giunzioni conformi a quanto previsto dalla presente norma attraverso la regolazione di temperatura, velocità e forza di saldatura.

8.2 Attrezzature di tipo meccanizzato

8.2.1 Generalità

Le attrezzature di tipo meccanizzato sono attrezzature automovimentate impiegate per la saldatura continua delle geomembrane. Sono composte dalle parti funzionali di riscaldamento, di guida e di applicazione della forza di saldatura.

8.2.2 Sistemi di riscaldamento

Il sistema di riscaldamento deve permettere il rammollimento superficiale delle geomembrane, alla velocità di avanzamento impostata.

Il riscaldamento delle geomembrane è ottenuto mediante elemento termico o mediante gas caldo:

- a) il sistema ad elemento termico deve permettere il rammollimento superficiale delle geomembrane per contatto diretto con un cuneo riscaldante la cui temperatura, misurabile mediante un sensore predisposto nel cuneo stesso, deve essere regolabile in continuo o per variazioni discrete con una tolleranza massima di ± 10 °C sul valore impostato;
- b) il sistema a gas caldo deve permettere il rammollimento superficiale delle geomembrane per mezzo di gas caldo addotto con portata e temperatura adeguate: la temperatura deve essere misurabile mediante sensore posizionato nel canale di efflusso o in prossimità dell'ugello e deve essere regolabile in continuo o per variazioni discrete con una tolleranza massima di ± 10 °C sul valore impostato.

8.2.3 Sistema di guida

Il sistema di guida deve garantire un avanzamento senza slittamenti ad una velocità regolabile in continuo o per variazioni discrete con una tolleranza massima di ± 5 cm/min.

8.2.4 Sistema di applicazione della forza di saldatura

L'applicazione della forza di saldatura alle geomembrane deve avvenire con rulli azionati da un sistema di tipo meccanico, idraulico o pneumatico dotato di indicazione e controllo della forza stessa.

8.3 Attrezzature di tipo manuale

Le attrezzature di tipo manuale sono attrezzature non automovimentate impiegate per la realizzazione di saldature per riparazioni, raccordi, incroci a T e, comunque, ove non è possibile impiegare le attrezzature di tipo meccanizzato.

Le attrezzature di tipo manuale sono estrusori azionati da motori elettrici e risultano composte dalle seguenti parti fondamentali:

- a) motore elettrico;
- b) impugnatura con pulsante di alimentazione;
- c) sistema di estrusione;
- d) ugello di uscita del polietilene estruso, provvisto di scarpetta antiaderente sagomata;

- e) sistema di adduzione del materiale di apporto;
- f) sistema di preriscaldamento a gas caldo delle geomembrane.

Il sistema di preriscaldamento deve promuovere la saldatura tra la superficie delle geomembrane ed il materiale estruso mediante un flusso di gas caldo (tipicamente, aria) avente temperatura e portate adeguate. La temperatura del flusso di polietilene estruso deve essere misurata al centro della sezione di uscita del flusso stesso.

Le attrezzature di tipo manuale devono consentire la regolazione in continuo o per quantità discrete delle seguenti variabili:

- a) temperatura del gas di preriscaldamento;
- b) portata del gas di preriscaldamento;
- c) temperatura del flusso di polietilene estruso;
- d) portata del flusso di polietilene estruso.

La temperatura del gas di preriscaldamento delle geomembrane e del flusso di polietilene estruso devono essere comprese in un intervallo pari a ± 10 °C rispetto al valore impostato.

9 MODALITÀ ESECUTIVE DEI GIUNTI SALDATI

9.1 Condizioni ambientali

La temperatura (T) delle geomembrane durante le operazioni di saldatura e/o di riparazione deve essere maggiore o uguale a 5 °C; è tuttavia possibile procedere con le operazioni di saldatura nel caso di temperature minori delle geomembrane, previa validazione della procedura di saldatura attraverso la qualifica del procedimento secondo le modalità descritte nell'appendice B, fornendo evidenza documentale, quando previsto, all'organismo di controllo.

Non è ammesso l'utilizzo di sorgenti termiche per aumentare la temperatura delle geomembrane.

Nel caso di agenti atmosferici avversi (pioggia, vento, eccessivo irraggiamento solare, ecc.) la zona di saldatura deve essere riparata in modo opportuno (tende o altri dispositivi).

9.2 Pulizia e preparazione superficiale delle geomembrane

Le porzioni di superficie delle geomembrane interessate dalla saldatura sono le fasce laterali aventi larghezza maggiore di 50 mm della sovrapposizione totale (l) delle due geomembrane (vedere figura 1 e prospetto 1).

Esse devono essere asciutte, prive di tracce di polvere, unto e altra sporcizia: la eventuale pulizia deve essere effettuata mediante panno pulito esente da filacce per una larghezza non minore di 30 cm dalle estremità delle geomembrane stesse.

Inoltre, poiché lo strato superficiale può presentare alterazioni chimico/fisiche (ossidazione superficiale) o modifiche strutturali (geomembrane ad aderenza migliorata), nella saldatura ad estrusione si deve eseguire, sulle fasce laterali, un'operazione di rimozione di tale strato mediante molatura e/o raschiatura. Anche con gli altri processi di saldatura (ad elemento termico ed a gas caldo) tale operazione deve essere eseguita.

9.3 Procedure di saldatura

9.3.1 Procedura di saldatura ad elemento termico

Mediante un'attrezzatura meccanizzata, con un sistema di riscaldamento ad elemento termico, si rammollisce la superficie delle geomembrane per contatto diretto con l'elemento termico e si realizza la saldatura delle superfici per l'applicazione di una forza mediante rulli.

I parametri di saldatura devono essere scelti, in funzione dello spessore e della temperatura delle geomembrane, entro i valori riportati nel prospetto 2.

Parametri di saldatura per processo ad elemento termico

Temperatura dell'elemento termico	Da 320 °C a 420 °C
Forza di saldatura per millimetro di larghezza dei rulli	Da 20 N a 50 N
Velocità di avanzamento dell'attrezzatura	Da 0,8 m/min a 4 m/min

9.3.2**Procedura di saldatura ad estrusione**

Mediante un'attrezzatura manuale, con un sistema di riscaldamento a gas caldo e sistema di estrusione, si rammollisce la superficie delle geomembrane per mezzo del gas caldo e si applica il materiale di apporto per mezzo del sistema di estrusione.

I parametri di saldatura devono essere scelti, in funzione dello spessore, della temperatura delle geomembrane e delle caratteristiche reologiche del materiale d'apporto, entro i valori riportati nel prospetto 3.

Parametri di saldatura per processo ad estrusione

Temperatura del gas caldo	Da 250 °C a 400 °C
Portata del gas caldo	Da 200 l/min a 400 l/min
Temperatura del materiale d'apporto	Da 220 °C a 250 °C
Velocità di avanzamento	Da 0,5 m/min a 1 m/min

9.3.3**Procedura di saldatura a gas caldo**

Mediante un'attrezzatura meccanizzata, con un sistema di riscaldamento a gas caldo, si rammollisce la superficie delle geomembrane per mezzo del gas caldo e si realizza la saldatura delle superfici delle geomembrane per l'applicazione di una forza mediante i rulli.

I parametri di saldatura devono essere scelti, in funzione dello spessore e della temperatura delle geomembrane, entro i valori riportati nel prospetto 4.

Parametri di saldatura per processo a gas caldo

Temperatura del gas caldo	Da 350 °C a 500 °C
Portata del gas caldo	Da 300 l/min a 800 l/min
Forza di saldatura per millimetro di larghezza dei rulli	Da 20 N a 50 N
Velocità di avanzamento	Da 0,5 m/min a 3 m/min

9.4**Giunti di incroci a T e giunti a croce**

Nel caso di giunti di incroci a T, realizzati con processo di saldatura ad elemento termico e a gas caldo con attrezzatura di tipo meccanizzato, è necessario effettuare sulla saldatura eseguita un cordone di sigillo mediante processo ad estrusione ed attrezzatura di tipo manuale.

Non sono permessi giunti a croce.

9.5**Rapporto di saldatura**

Per ogni giunto saldato il costruttore deve redigere un rapporto di saldatura che preveda almeno le seguenti informazioni minime:

- identificazione dell'attività (ditta esecutrice, committente, cantiere, eventuale commessa);
- identificazione del saldatore (nome, cognome, estremi del certificato di qualificazione);
- identificazione del materiale base (classificazione secondo la UNI 11309, spessore, produttore, lotto);
- identificazione dell'eventuale materiale d'apporto (produttore, lotto);
- identificazione dell'attrezzatura di saldatura (produttore, numero di matricola);
- processo di saldatura utilizzato e tipologia di giunto realizzato;
- identificazione dei giunti saldati;

- h) valori dei parametri di saldatura;
- i) data e località di esecuzione dei giunti saldati;
- j) firma, per presa visione, da parte di un responsabile della ditta esecutrice e della committente.

Un esempio di rapporto di saldatura è riportato nell'appendice C.

10

CONTROLLI NELLA REALIZZAZIONE DEI GIUNTI SALDATI

I controlli dei giunti saldati e gli ulteriori controlli ad essi correlati, durante le realizzazione di opere di impermeabilizzazione di scariche controllate, sono distinti in controlli preliminari all'esecuzione dei giunti saldati (detti anche controlli indiretti) e controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati (detti anche controlli diretti).

10.1

Controlli preliminari alle operazioni di saldatura

I controlli preliminari all'esecuzione dei giunti saldati (controlli indiretti) sono suddivisi in:

- a) controllo delle geomembrane e dei materiali d'apporto (punto 10.1.1);
- b) controllo delle attrezzature di saldatura (punto 10.1.2);
- c) controllo dei requisiti di qualificazione dei saldatori (punto 10.1.3);
- d) controllo della qualificazione delle procedure di saldatura (punto 10.1.4).

10.1.1

Controllo delle geomembrane e del materiale d'apporto

I controlli e le prove eseguiti sulle geomembrane e sugli eventuali materiali d'apporto devono essere effettuati sui prodotti forniti o sui prodotti appartenenti al lotto, definito come nella UNI 11309, di cui la fornitura costituisce una parte.

In particolare, la saldabilità delle geomembrane deve essere verificata con riferimento ai processi di saldatura previsti, mediante prove di qualificazione delle procedure di saldatura di cui all'appendice B della presente norma.

Il committente o l'ente di controllo può prevedere la ripetizione a campione di alcuni controlli e/o prove sui materiali giunti in cantiere.

Immediatamente prima della messa in opera delle geomembrane, deve essere in ogni caso previsto il loro esame visivo al fine di constatarne il buono stato di conservazione superficiale, con particolare riferimento alla presenza di intagli, abrasioni o altre imperfezioni superficiali.

10.1.2

Controllo delle attrezzature di saldatura

Tutte le attrezzature di saldatura impiegate devono essere revisionate, con frequenza almeno annuale, dal produttore delle attrezzature stesse o da altra struttura autorizzata dal produttore stesso.

La revisione deve essere documentata mediante apposito certificato di revisione.

In particolare, si deve eseguire e documentare la taratura degli strumenti di misura saldatura installati sulle attrezzature stesse (ad esempio termometri).

La revisione, la cui documentazione deve essere sempre disponibile in cantiere, deve comunque avvenire ogni qual volta vi siano state sostituzioni e/o modifiche di componenti funzionali.

In ogni caso, all'inizio di ogni giornata di lavoro, prima dell'avvio delle operazioni di saldatura, deve essere verificata l'efficienza delle attrezzature mediante l'esecuzione di un campione saldato, adottando i parametri di saldatura di cui alle procedure qualificate, da sottoporre ad esame visivo, in conformità al punto 10.2.1, ad esame dimensionale, in conformità al punto 10.2.3, ed a prova di resistenza a pelatura, in conformità al punto 10.2.4, effettuata con apposite apparecchiature da campo su almeno due provini.

Tali prove e verifiche devono essere documentate dal costruttore.

10.1.3

Controllo dei requisiti di qualificazione dei saldatori

Il personale impiegato dal costruttore per la realizzazione dei giunti saldati deve essere qualificato secondo quanto previsto in appendice A.

In particolare, prima dell'inizio delle attività di saldatura, devono essere verificati la data di validità del certificato di qualificazione ed il suo campo di validità mediante la designazione della classe di qualificazione.

In ogni momento, il committente e/o l'ente di controllo può richiedere l'esecuzione di ulteriori prove per la verifica delle capacità operative del personale impiegato.

10.1.4

Controllo delle procedure di saldatura

Le procedure di saldatura da utilizzare per la giunzione delle geomembrane devono essere qualificate secondo quanto previsto in appendice B.

In particolare il costruttore deve redigere le specifiche di procedura di saldatura, (complete di tutti i dati e i parametri necessari) che intende applicare per la realizzazione dei giunti; in particolare, devono essere specificate le modalità di preparazione superficiale delle geomembrane che il costruttore intende adottare durante la posa.

Durante i lavori, tali specifiche di procedura devono essere sempre disponibili al saldatore, che deve verificare la conformità dei parametri di saldatura impostati.

Prima dell'inizio dell'attività di saldatura, deve essere verificato che il certificato di qualificazione della procedura di saldatura sia effettivamente utilizzata all'interno del proprio campo di validità (tipo e spessore delle geomembrane, attrezzatura di saldatura, tipologia del giunto).

10.2

Controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati

I controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati (controlli diretti) sono suddivisi in:

- a) esame visivo dei giunti saldati (punto 10.2.1);
- b) prova di impermeabilità dei giunti saldati (punto 10.2.2);
- c) esame dimensionale dei giunti saldati (punto 10.2.3);
- d) prova di resistenza a pelatura dei giunti saldati (punto 10.2.4).

Tali controlli devono essere eseguiti, a cura del costruttore o dell'ente di controllo, da personale in possesso di specifica esperienza.

Le modalità esecutive e l'esito di tali esami e prove devono essere documentati dal costruttore su appositi verbali, che devono essere sempre resi disponibili su richiesta del committente e/o dell'ente di controllo.

10.2.1

Esame visivo dei giunti saldati

L'esame visivo deve essere effettuato in conformità alla UNI EN 13100-1 su tutta la lunghezza dei giunti saldati.

Nel caso dei giunti a doppia saldatura è consentito l'uso di punteruoli in corrispondenza del lembo della geomembrana superiore, per meglio individuare e valutare le zone eventualmente non saldate.

Mediante l'esame visivo, deve essere valutato l'aspetto superficiale delle saldature e, in particolare, devono essere considerati almeno i seguenti aspetti:

- l'uniformità della saldatura;
- per i giunti a cordone sovrapposto, la sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura e la simmetria e l'uniformità del deposito di materiale d'apporto rispetto all'asse longitudinale della saldatura;
- la presenza di superfici lisce e prive di incisioni;
- l'assenza di intagli e mancanza di materiale (per esempio fori) nel giunto.

In ogni caso, non devono essere accettate le seguenti anomalie:

- imperfezioni di dimensioni tali da compromettere l'affidabilità del giunto;
- per i giunti a cordone sovrapposto, la sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura per tratti non limitati e aventi dimensione maggiore dello spessore della geomembrana;
- intagli e mancanza di materiale (per esempio fori) di profondità al maggiore del 10% dello spessore del giunto.

10.2.2 Prova di impermeabilità dei giunti saldati

10.2.2.1 Generalità

La prova di impermeabilità dei giunti saldati deve essere effettuata su tutta la loro lunghezza mediante uno dei metodi riportati nel prospetto 5, in funzione della tipologia del giunto.

prospetto 5

Relazione tra tipologia di giunto e metodo di prova

	Prova in pressione	Prova con campana sotto vuoto	Prova con alta tensione
Giunto a doppia saldatura	Sì	Sì	No
Giunto a cordone sovrapposto	No	Sì	Sì

10.2.2.2 Prova in pressione

Si deve introdurre aria compressa nella canaletta di prova e si deve verificarne la tenuta per almeno 5 min.

Il valore della pressione applicata dipende dalla temperatura delle geomembrane, nonché dalla dimensione della canaletta di prova, secondo quanto riportato in figura 2.

Nel caso di dimensioni della canaletta di prova diverse da quelle riportate nella figura 2 è possibile ottenere la pressione da utilizzare mediante interpolazione lineare dei dati contenuti dalla figura stessa.

Per la corretta esecuzione della prova, allo scopo di garantire l'effettivo collaudo dell'intera saldatura, si deve verificare la continuità della canaletta mediante esame visivo del giunto saldato in pressione per la sua intera lunghezza, opportunamente chiusa alle estremità del tratto in prova.

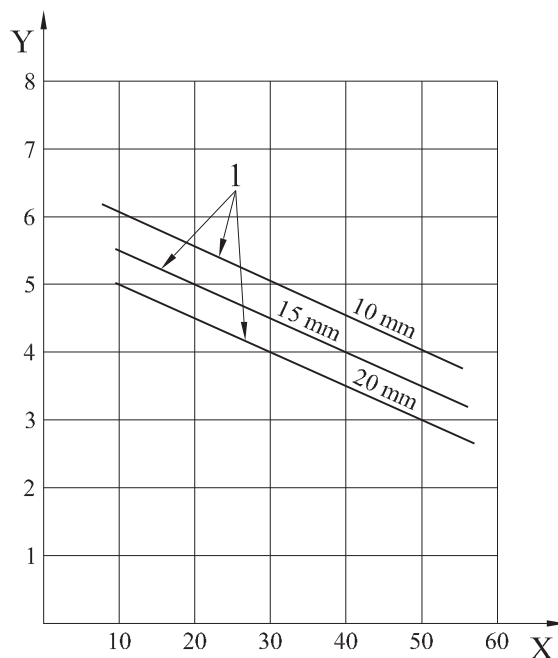
Valori della pressione di prova

Legenda

X Temperatura geomembrane, in °C

Y Pressione di prova Pa, in bar

1 Dimensione della canaletta



La prova deve essere effettuata non prima di un'ora dal termine dell'esecuzione del giunto.

La prova deve essere considerata superata quando, dopo 5 min, l'eventuale caduta di pressione risulta minore del 10% del valore di pressione applicato.

10.2.2.3

Prova con campana sottovuoto

Mediante una campana trasparente sotto vuoto, in corrispondenza della superficie del giunto, si deve imporre una depressione di 0,5 bar, per una durata di almeno 10 s.

Immediatamente prima dell'inizio della prova, sulla superficie del giunto deve essere applicata una soluzione saponosa, chimicamente inattiva nei confronti delle geomembrane.

Nel caso in cui il tratto di giunto da indagare non possa essere controllato mediante una sola applicazione della campana, deve essere prevista una sovrapposizione di almeno 10 cm tra le zone indagate in successione.

La prova è considerata superata quando non si verifichi alcuna variazione di depressione e/o formazione di bolle.

10.2.2.4

Prova con alta tensione

Mediante elettrodi alimentati con una sorgente elettrica ad alta tensione, si deve applicare un'elevata differenza di potenziale tra le superfici superiore ed inferiore dei giunti.

Durante l'imposizione della differenza di potenziale, se esiste all'interno del giunto una discontinuità, la mancanza di impermeabilità è evidenziata da una scarica elettrica tra gli elettrodi.

La velocità di avanzamento dell'elettrodo mobile deve essere non maggiore di 10 m/min.

La prova deve essere considerata superata se non si verifica alcuna scarica elettrica.

Esame dimensionale

L'esame dimensionale deve essere effettuato mediante strumenti meccanici di misurazione, utilizzando apposite provette ottenute da campioni prelevati dai giunti saldati trasversalmente all'asse di saldatura.

Il numero dei campioni deve essere non minore di 1 ogni 300 m di lunghezza di saldatura eseguita.

I campioni devono essere prelevati mediante un'attrezzatura che eviti il danneggiamento delle provette stesse (intagli, incisioni o quanto altro possa compromettere l'esito delle successive prove); da ogni campione deve essere prelevata una provetta di larghezza non minore di 20 mm.

Per tali operazioni non è ammesso l'impiego di sorgenti termiche.

Le provette utilizzate per l'esame dimensionale possono anche essere impiegate per l'esecuzione della prova di resistenza a pelatura di cui al punto 10.2.4.

L'esame dimensionale deve essere considerato superato se sono soddisfatti i valori di cui al prospetto 1, in funzione della tipologia del giunto; inoltre, nel caso di giunti a cordone sovrapposto, la distanza fra la mezzeria del cordone stesso ed il lembo della geomembrana superiore non deve essere maggiore di 5 mm.

Prova di resistenza a pelatura

La prova di resistenza alla pelatura deve essere eseguita utilizzando 5 provette di larghezza non minore di 20 mm, ottenute da campioni prelevati trasversalmente all'asse di saldatura, in un numero non minore di 1 ogni 300 m di lunghezza di saldatura eseguita.

Nel caso di giunti a doppia saldatura (con canaletta di prova) entrambe le saldature devono essere sottoposte alla prova di pelatura.

Per il prelievo dei campioni e delle provette vale quanto riportato in 10.2.3; per l'esecuzione della prova di resistenza alla pelatura possono essere utilizzate le provette già impiegate per l'esame dimensionale.

Tutti i campioni prelevati devono essere sottoposti alla prova condotta utilizzando apposite apparecchiature da campo, corredate da certificato di taratura in corso di validità, che permettano di applicare carico e velocità di deformazione in modo uniforme: la distanza fra gli afferraggi deve essere di almeno 40 mm ed il contatto tra ogni afferraggio e le geomembrane non minore di 10 mm.

La prova deve essere condotta con una velocità di applicazione del carico di 100 mm/min e deve determinare la deformazione ed il comportamento a rottura delle provette in modo qualitativo mentre la resistenza deve essere valutata in modo quantitativo.

La prova deve essere considerata superata solo se la rottura si verifica in una delle seguenti condizioni:

- in materiale base, fuori dalla saldatura, senza distacco della saldatura stessa e con deformazione del materiale di base;
- in materiale base, in prossimità della saldatura o in saldatura stessa, con limitato distacco della saldatura e con deformazione del materiale base o della saldatura: in ogni caso, la larghezza residua di saldatura complessiva deve risultare maggiore o eguale al 70% dei valori minimi di l_{cs} previsti nel prospetto 1;
- in saldatura, purché sia raggiunta una resistenza alla pelatura non minore del 75% della resistenza a snervamento ottenuta dalla prova di trazione prevista dalla UNI 11309.

RIPARAZIONE DEI GIUNTI SALDATI

I giunti saldati risultati difettosi a seguito dei controlli di cui al punto 10 devono essere oggetto di riparazione.

Le riparazioni devono essere effettuate realizzando un giunto a cordone sovrapposto.

Le modalità di riparazione applicabili dipendono dalla dimensione e dalla frequenza delle irregolarità o dei difetti da eliminare:

- 1) per irregolarità e difetti non continui (per esempio fori) devono essere utilizzate strisce o pezzi di geomembrane dello stesso tipo di quelle posate, con spigoli arrotondati, applicate sopra le irregolarità o i difetti stessi. Le strisce o i pezzi di geomembrane sovrapposte devono coprire la zona difettosa, estendendosi oltre tale zona per almeno 10 cm in ogni direzione ed essere saldati alle geomembrane posate per tutto il loro perimetro;
- 2) per irregolarità e difetti estesi in lunghezza in maniera limitata devono essere utilizzati cordoni di saldatura ben raccordati alle geomembrane; tali irregolarità e difetti devono essere precedentemente rimossi con attrezzatura meccanica;
- 3) per irregolarità e difetti continui devono essere sovrapposte alla zona difettosa strisce di geomembrane dello stesso tipo di quelle posate, con spigoli arrotondati, aventi lunghezza pari all'estensione della zona difettosa più 10 cm almeno da ogni sua estremità e larghezza di almeno 60 cm a cavallo del tratto difettoso. La saldatura di tali strisce deve essere effettuata lungo tutto il perimetro.

I giunti riparati devono essere controllati per tutta la loro lunghezza secondo le modalità riportate al punto 10, limitatamente a prove ed esami di tipo non distruttivo.

DOCUMENTAZIONE FINALE

È compito del costruttore redigere tutti i documenti di seguito elencati, che devono essere sempre resi disponibili al committente e/o all'ente di controllo per tutta la durata dei lavori di posa:

- a) dichiarazione di conformità delle geomembrane e dei materiali d'apporto (punti 5.1.1 e 5.1.2.);
- b) certificati del controllo delle geomembrane (punto 10.1.1);
- c) certificati di revisione delle attrezzature di saldatura e di taratura degli strumenti di misurazione installati sulle attrezzature di saldatura (punto 10.1.2);
- d) certificati di qualificazione dei saldatori (punto 10.1.3);
- e) certificati di qualificazione delle procedure di saldatura;
- f) specifiche di procedura di saldatura (punto 10.1.4);
- g) certificati dei controlli dei giunti saldati (punto 10.2);
- h) diagramma di posa contenente almeno le seguenti indicazioni:
 - i) la posizione di tutte le saldature eseguite,
 - ii) le date di esecuzione,
 - iii) i saldatori e le procedure di saldatura impiegate,
 - iv) i tipi di controllo eseguiti e le zone di prelievo dei campioni per i controlli,
 - v) la posizione delle riparazioni con le relative modalità di saldatura adottate.

È compito del committente conservare tali documenti per almeno 10 anni di vita della discarica.

A.1 Scopo e campo di applicazione

La presente appendice stabilisce la classificazione dei saldatori di geomembrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate e precisa le modalità di effettuazione e di valutazione delle prove di qualificazione relative.

A.2 Classificazione e designazione dei saldatori

La classificazione dei saldatori è basata sulla tecnologia di saldatura utilizzata e, di conseguenza, sulla tipologia di giunto saldato.

La designazione delle classi di qualificazione (punto A.2.2) è data da una codifica di tipo alfanumerico.

A.2.1 Classificazione

Sono previste tre classi di qualificazione.

A.2.1.1 Saldatori di classe 1

I saldatori che abbiano superato le prove di qualificazione relative a questa classe sono da considerare in grado di saldare soddisfacentemente giunti a cordone sovrapposto con processo di saldatura ad estrusione con attrezzatura manuale.

A.2.1.2 Saldatori di classe 2

I saldatori che abbiano superato le prove di qualificazione relative a questa classe sono da considerare in grado di saldare soddisfacentemente giunti a doppia saldatura con processo di saldatura a gas caldo con attrezzatura meccanizzata.

A.2.1.3 Saldatori di classe 3

I saldatori che abbiano superato le prove di qualificazione relative a questa classe sono da considerare in grado di saldare soddisfacentemente giunti a doppia saldatura con processo di saldatura ad elemento termico con attrezzatura meccanizzata.

A.2.2 Designazione

Per la designazione della classe di qualificazione di cui al punto A.2.1 devono essere impiegate le seguenti designazioni:

- il numero che identifica la classe di qualificazione (1, 2 o 3);
- un trattino di separazione;
- l'indicazione PE/MDC, rappresentativa del campo di applicazione della presente norma e, di conseguenza, della qualificazione conseguita.

Ad esempio, un saldatore qualificato per l'utilizzo del processo meccanizzato a cuneo caldo, riscaldato elettricamente, con giunti a doppia saldatura, deve essere designato con:

3-PE/MDC

A.2.3 Corrispondenza tra classi di qualificazione

Le classi di qualificazione suddette risultano equivalenti ad altrettante classi di qualificazione in accordo alla UNI EN 13067, secondo la corrispondenza riportata nel prospetto A.1.

Corrispondenza tra le classi di qualificazione

Norma UNI 10567	Norma UNI EN 13067	
	Gruppo	Sottogruppo
1-PE/MDC	7PE	7.5
2-PE/MDC	7PE	7.3
3-PE/MDC	7PE	7.4

A.3**Requisiti per l'ammissione alle prove di qualificazione**

Sono ammessi a sostenere le prove di qualificazione, per una o più classi, i saldatori che soddisfano almeno una delle seguenti condizioni:

- 1) hanno svolto un periodo di apprendistato completo (tipicamente mediante affiancamento) nel campo della impermeabilizzazione di discariche controllate mediante geomembrane saldate di polietilene;
- 2) hanno almeno due anni di esperienza come saldatore di geomembrane di polietilene documentata mediante certificazione del datore di lavoro all'atto della richiesta di ammissione;
- 3) hanno frequentato un corso di addestramento teorico-pratico.

Le prove di qualificazione devono essere svolte entro sei mesi dal termine del corso d'addestramento.

A.4**Modalità per le prove di qualificazione dei saldatori****A.4.1****Generalità**

Per ogni classe di qualificazione, il saldatore deve prima superare una prova teorica, descritta al punto A.3.1, e successivamente una prova pratica, descritta al punto A.3.2.

Le prove di qualificazione devono essere condotte e contrassegnate dall'esaminatore che deve contrassegnare i relativi verbali e saggi di saldatura.

A.4.2**Prova teorica****A.4.2.1****Numero delle domande e durata della prova**

La prova teorica consiste in un questionario costituito da 20 domande a risposta multipla nel caso di qualificazione a una sola classe, di 25 o 30 nel caso di qualificazione a due o tre classi, rispettivamente; a ciascuna domanda sono associate 4 risposte di cui una sola è corretta.

Durante la prova teorica, la cui durata non deve essere maggiore di 3 min per ogni domanda prevista, il candidato non può utilizzare ausili didattici (libri o altre documentazioni tecniche).

A.4.2.2**Argomenti della prova teorica**

Le domande devono vertere sui seguenti argomenti:

- a) caratteristiche dei materiali base e d'apporto;
- b) processi di saldatura, loro principio e campo di applicazione;
- c) tipologie di giunto realizzabili, loro caratteristiche;
- d) saldabilità delle geomembrane;
- e) influenza dei fattori ambientali sulle operazioni di saldatura;
- f) preparazione delle geomembrane da saldare;
- g) verifiche preliminari dell'operatività e dell'efficienza delle saldatrici e attrezzi ausiliari;

- h) parametri caratteristici di ogni processo di saldatura, loro regolazione;
- i) difettologia caratteristica di ogni processo di saldatura;
- j) prevenzione e correzione degli errori durante la saldatura;
- k) aspetti caratteristici della saldatura in cantiere;
- l) interpretazione e applicazione della specifica di procedura di saldatura;
- m) compilazione del rapporto di saldatura finale;
- n) conseguenze dell'applicazione sbagliata dei parametri di saldature/o delle procedure;
- o) prove non distruttive e distruttive applicabili a ogni tipologia di giunzione;
- p) requisiti di igiene e sicurezza sul lavoro nell'ambito dell'attività di saldatore di geomembrane;
- q) norme di riferimento.

A.4.2.3

Suddivisione delle domande

Nel caso di prova relativa ad una sola classe di qualificazione, le 20 domande devono essere scelte in modo che risultino trattati tutti gli argomenti di cui al punto A.4.2.2.

Nel caso invece di prova relativa a più classi di qualificazione, per ciascuna classe deve essere scelta una domanda per ciascuno degli argomenti di cui ai punti da A.4.2.2 f) ad A.4.2.2 j).

A.4.3

Prova pratica

Per accedere alla prova pratica, il candidato deve aver superato la prova teorica prevista al punto A.4.2.

Il saldatore deve eseguire il saggio che, per la classe di qualificazione richiesta, è indicato nel prospetto A.2, pertinente sulla base della specifica di procedura di saldatura redatta dal costruttore, in accordo alla presente norma, curando personalmente anche la preparazione geometrica e superficiale delle geomembrane.

Le dimensioni dei saggi devono essere quelle indicate nelle figure A.1 ed A.2, di seguito riportate; lo spessore s delle geomembrane deve essere 2,5 mm.

Nel caso di saggi di tipo 1 e 2 è importante garantire un'adeguata sovrapposizione tra le due geomembrane, in modo da consentire l'esecuzione della prova di pelatura (di cui al punto A.6.5) da entrambi i lati del giunto.

La saldatura deve essere eseguita in posizione piana.

prospetto A.2

Tipologie di saggio per la prova pratica

Classe	Saggio N	Processo di saldatura	Tipologia di giunto	Figura
1-PE/MDC	2	Manuale ad estrusione	A cordone sovrapposto	A.2
2-PE/MDC	1	Meccanizzato ad aria calda	A doppia saldatura	A.1
3-PE/MDC	1	Meccanizzato a cuneo caldo	A doppia saldatura	A.1

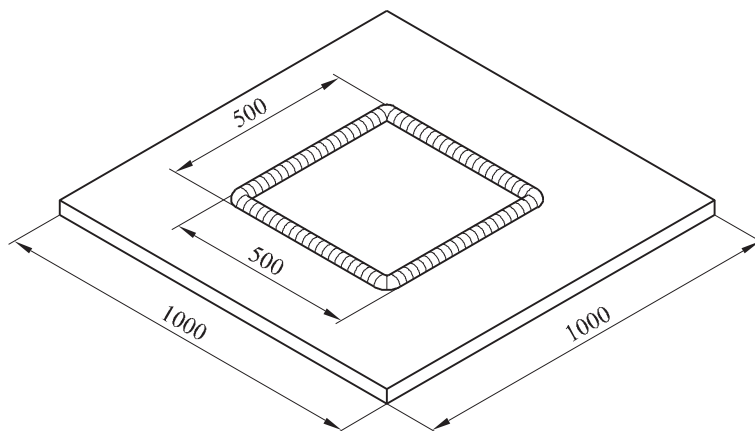
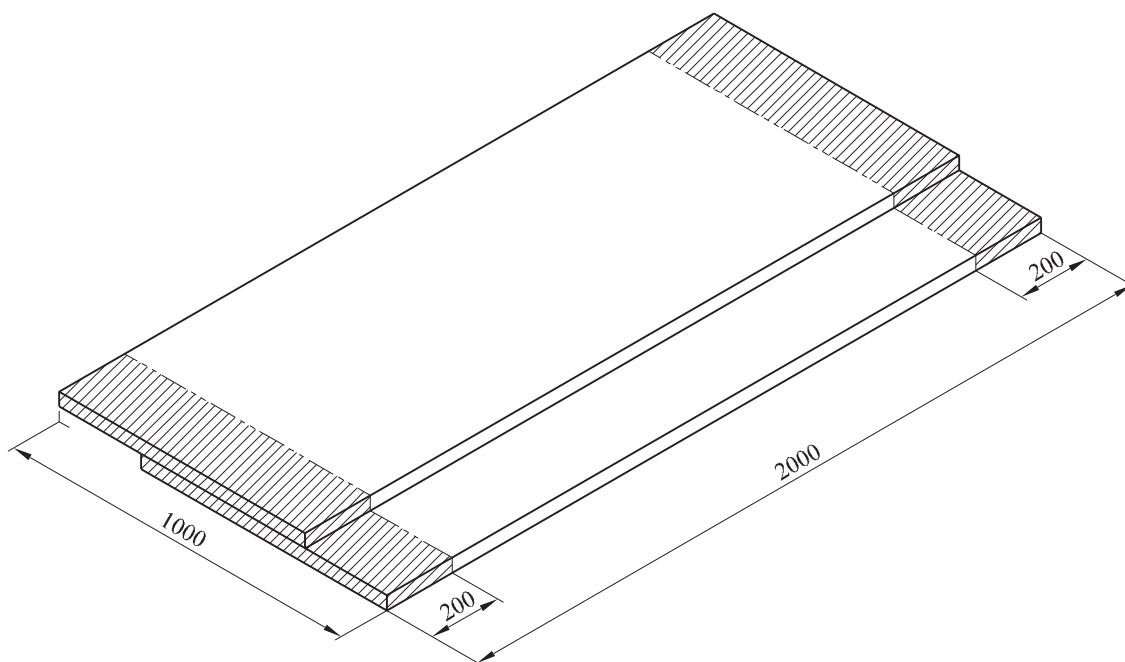
Devono essere messe a disposizione del candidato tutte le attrezzature necessarie per eseguire il(i) saggio(i) di qualificazione.

Il tempo impiegato dal candidato per eseguire la prova non deve risultare maggiore di quello necessario in condizioni di produzione.

I materiali e le attrezzature impiegate per l'esecuzione dei saggi devono essere conformi alle prescrizioni legislative e/o alle norme tecniche.

Non è ammessa, in nessun caso, l'esecuzione di riparazioni sui saggi di prova.

Al termine della prova pratica, il candidato deve registrare, in un apposito verbale rapporto di saldatura, i valori dei parametri adottati, controfirmato dall'esaminatore. Un esempio di tale rapporto è riportato nell'appendice C.

**A.5****Doveri dell'esaminatore**

Durante la prova pratica, l'esaminatore deve verificare che i saggi di saldatura siano conformi, nella tipologia e quantità, a quanto richiesto dalla presente appendice, in funzione della classe di qualificazione prescelta dal candidato.

Al termine della prova pratica, l'esaminatore deve eseguire l'esame visivo (punto A.6.2) delle saldature dei saggi effettuati dai saldatori e, in caso di esito positivo, autorizza il loro invio alle prove successive, punti da A.6.3 ad A.6.5.

La ripetizione del saggio è consentita qualora l'esaminatore si accerti che i motivi del fallimento della prova siano dovuti a fattori indipendenti dal saldatore, quale un'interruzione accidentale della fornitura di energia elettrica, altrimenti la prova pratica è da intendersi non superata.

L'esaminatore non deve esaminare candidati addestrati da lui stesso.

A.6 Prove da effettuare sui saggi di qualificazione

A.6.1 Generalità

Sui saggi di qualificazione devono essere effettuate le prove descritte ai punti successivi e riportate nel prospetto A.3.

L'esaminatore deve riportare su un apposito resoconto i risultati delle prove suddette.

prospetto A.3

Prove da eseguire sui saggi e criteri di accettabilità dei risultati

Prove	Metodo di prova	Criterio di accettabilità	
Esame visivo	UNI EN 13100-1	UNI 10567	
Prova di impermeabilità	UNI 10567	Punto 10.2.2.2 per saggi tipo 1	UNI 10567
		Punto 10.2.2.3 o 10.2.2.4 per saggi tipo 2	
Esame dimensionale	UNI 10567	UNI 10567	
Prova di resistenza a pelatura	UNI EN 12814-4	UNI EN 13067	

A.6.2 Esame visivo

L'esaminatore deve effettuare l'esame visivo su ogni saggio di prova, per l'intera lunghezza della saldatura effettuata, secondo le modalità riportate nella UNI EN 13100-1.

A.6.3 Prova di impermeabilità

La prova di impermeabilità deve essere condotta sull'intera lunghezza dei giunti saldati con il metodo in pressione (punto 10.2.2.2), nel caso di saggi di tipo 1, e con il metodo con campana sotto vuoto (punto 10.2.2.3) oppure con il metodo ad alta tensione (punto 10.2.2.4), nel caso di saggi di tipo 2.

Nel caso di saggi di tipo 1, la prova deve inoltre essere condotta a una temperatura delle geomembrane compresa tra 20 °C e 25 °C e alla pressione di 5 bar.

A.6.4 Esame dimensionale

L'esame dimensionale deve essere condotto dall'esaminatore su provette ricavate da ognuno dei saggi di prova, in direzione trasversale all'asse longitudinale della saldatura.

Il numero di provette è pari a cinque, per qualunque tipologia di saggio (1 o 2); nel caso di saggio tipo 1, le provette non devono essere ricavate per una fascia di 200 mm dalle estremità dei saggi, da considerare come scarto (vedere figura A.1).

L'esame dimensionale deve essere condotto dall'esaminatore secondo le modalità riportate nel punto 10.2.3.

A.6.5 Prova di resistenza a pelatura

La prova di resistenza a pelatura, mediante il metodo di pelatura a T, deve essere condotta su ciascuna delle cinque provette di cui al punto precedente secondo le modalità riportate nella UNI EN 12814-4.

Nel caso di provette ricavate da saggi di tipo 1, la prova deve essere condotta su entrambi i lati della provetta.

A.7 Valutazione dei risultati delle prove

A.7.1 Generalità

La prova di qualificazione, nel suo complesso, è da considerare superata quando risultano superate, in successione, la prova teorica (punto A.7.2) e quella pratica (punto A.7.3), singolarmente considerate.

- A.7.2 Prova teorica**
La prova teorica è superata quando almeno l'80% delle domande riceve risposta esatta.
- A.7.3 Prova pratica**
La prova pratica è da considerare superata quando le prove da effettuare sul(i) saggio(i) di qualificazione siano superate. I criteri di valutazione delle singole prove o esami sono riportati nei successivi punti da A.7.3.1 a A.7.3.4.
- A.7.3.1 Esame visivo**
I risultati dell'esame devono essere valutati mediante il criterio di accettabilità riportato al punto 10.2.1 della presente norma.
- A.7.3.2 Prova di impermeabilità**
I risultati della prova di impermeabilità devono essere valutati mediante il criterio di accettabilità riportato al punto 10.2.2.2, nel caso di saggio di tipo 1, e al punto 10.2.2.3 o 10.2.2.4, nel caso di saggi di tipo 2.
- A.7.3.3 Esame dimensionale**
I risultati dell'esame dimensionale devono essere valutati con riferimento ai valori riportati nel prospetto 1.
- A.7.3.4 Prova resistenza a pelatura**
I risultati della prova di resistenza a pelatura devono essere valutati mediante il criterio di accettabilità riportato nella UNI EN 13067.

A.8 Ripetizione della prova di qualificazione
Il candidato che non superi la prova teorica e/o la(e) prova(e) pratica(che) può essere ammesso a sostenere nuovamente la prova di qualificazione dopo un periodo di adeguato addestramento e comunque non prima che sia trascorso almeno un mese dall'accertamento dell'esito negativo delle prove stesse.

A.9 Certificato di qualificazione
Il superamento delle prova di qualificazione è attestato dall'organismo di certificazione mediante il rilascio di un certificato.
Il certificato deve riportare almeno le seguenti informazioni:

- numero identificativo del certificato;
- nome, cognome, località, nazionalità e data di nascita del saldatore;
- una sua fotografia recente;
- datore di lavoro del saldatore qualificato;
- il riferimento alla presente norma;
- designazione della classe di qualifica conseguita;
- data di emissione del certificato;
- decorrenza e durata della validità della qualificazione conseguita;
- firma dell'esaminatore;
- estremi dell'organismo di certificazione.

A.9.1 Periodo di validità
La validità della qualificazione (decorrenza) inizia dalla data in cui tutte le prove previste per la classe di qualificazione richiesta sono state superate. Questa data può essere diversa dalla data di emissione del certificato.

La qualificazione rimane valida per un periodo di due anni purché siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- a) il saldatore deve essere ingaggiato con continuità nell'ambito della classe di qualificazione conseguita. Non è ammesso un periodo di interruzione maggiore di sei mesi;
- b) non devono esistere specifiche ragioni per le quali la conoscenza e l'abilità del saldatore siano messe in discussione;
- c) annualmente il datore di lavoro deve stabilire che la qualità del lavoro del saldatore è in accordo con le condizioni tecniche sotto le quali il certificato di qualificazione è stato ottenuto.

Se le condizioni suddette non risultano rispettate, il certificato di qualificazione deve essere annullato da parte dell'organismo di certificazione.

A.9.2 Prolungamento della validità

Il prolungamento è consentito solamente se, prima della scadenza, è formalizzata la richiesta all'organismo di certificazione.

Il prolungamento è permesso solamente quando è data evidenza documentale all'organismo di certificazione delle tre condizioni a), b) e c) di cui al punto A.9.1. In questo caso la qualificazione iniziale è estesa per altri due anni.

A.9.3 Rinnovo

Allo scadere del periodo di prolungamento la qualificazione decade e il saldatore deve ripetere quanto previsto per la qualificazione iniziale al punto A.3.

B.1 Scopo e campo di applicazione

La presente appendice definisce le modalità di qualificazione delle procedure di saldatura di geomembrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate.

B.2 Principio

Il costruttore deve dimostrare la validità delle procedure di saldatura mediante l'esecuzione di saggi saldati. Tali saggi devono essere realizzati utilizzando le geomembrane, il materiale d'apporto (se previsto), le modalità di preparazione superficiale delle geomembrane, le attrezzature ed i parametri operativi previsti dalla procedura.

Prima dell'inizio delle attività di saldatura, il costruttore deve redigere la(e) procedura(e) di saldatura contenente(i) tutti i dati e i parametri necessari che intende applicare per la realizzazione dei giunti di cantiere.

Tale procedura è detta procedura di saldatura preliminare.

B.3 Saggi di qualificazione

B.3.1 Tipologia di saggio

Per ogni procedura di saldatura preliminare di cui al punto B.2 il costruttore deve eseguire un saggio di saldatura con le caratteristiche geometriche e dimensionali indicate nelle figure A.1 ed A.2, in funzione del processo di saldatura utilizzato e della tipologia di giunto realizzato.

Il saggio deve essere eseguito, alla presenza di un esaminatore, da un saldatore qualificato secondo le modalità previste in appendice A.

B.3.2 Ripetizione dei saggi di qualificazione

Nel caso in cui, durante l'esecuzione dei saggi, insorgano difficoltà non direttamente imputabili al saldatore (per esempio, interruzione dell'erogazione dell'energia elettrica), secondo il giudizio dell'esaminatore, è possibile ripetere l'esecuzione dei saggi stessi.

B.4 Prove da eseguire sui saggi

I saggi di qualificazione devono essere sottoposti alle prove riportate nel prospetto B.1.

prospetto B.1

Prove da eseguire sui saggi di qualificazione della procedura

Prove	Metodo di prova	Criterio di accettabilità
Esame visivo	UNI EN 13100-1	UNI 10567
Prova di impermeabilità	UNI 10567	UNI 10567
	Punto 9.2.2.2 per saggi tipo 1	
	Punto 9.2.2.4 per saggi tipo 2	
Esame dimensionale	UNI 10567	UNI 10567
Prova di resistenza a pelatura	UNI EN 12814-4	UNI 10567
Prova di resistenza a trazione	UNI EN 12814-2	UNI 10567

L'esame visivo e la prova di tenuta (impermeabilità) devono essere effettuati prima del prelievo delle provette dal saggio saldato per l'esecuzione delle verifiche dimensionali, delle prove di pelatura e a trazione.

B.4.1 Esame visivo

L'esame visivo deve essere condotto su ogni saggio di prova, per l'intera lunghezza della saldatura, secondo le modalità riportate nella UNI EN 13100-1.

B.4.2 Prova di impermeabilità

La prova di impermeabilità deve essere condotta sull'intera lunghezza dei giunti saldati con il metodo in pressione (punto 10.2.2.2), nel caso di saggi di tipo 1, e con il metodo ad alta tensione (punto 10.2.2.4), nel caso di saggi di tipo 2.

Nel caso di saggi di tipo 1, la prova deve inoltre essere condotta a una temperatura delle geomembrane compresa tra 20 °C e 25 °C e alla pressione di 5 bar.

B.4.3 Esame dimensionale

L'esame dimensionale deve essere condotto dall'esaminatore secondo le modalità riportate nel punto 10.2.3.

In particolare esso deve essere condotto sulle provette ricavate da ognuno dei saggi di prova, in direzione trasversale all'asse longitudinale della saldatura.

Il numero di provette è pari a cinque, per qualunque tipologia di saggio; nel caso di saggio tipo 1, le provette non devono essere ricavate per una fascia di 200 mm dalle estremità dei saggi, da considerare come scarto.

Il prelievo delle provette deve avvenire in modo da evitare il danneggiamento delle provette stesse con intagli, incisioni o altre discontinuità che possano pregiudicare l'attendibilità delle prove successive; per tale operazione non è ammesso l'impiego di sorgenti termiche.

B.4.4 Prova di resistenza a pelatura

La prova di resistenza a pelatura, mediante il metodo di pelatura a T, deve essere condotta su ciascuna delle cinque provette di cui al punto precedente secondo le modalità riportate nella UNI EN 12814-4.

Nel caso di provette ricavate da saggi di tipo 1, la prova deve essere condotta su entrambi i lati della provetta.

B.4.5 Prova di resistenza a trazione

La prova di resistenza a trazione deve essere condotta su cinque provette appositamente prelevate dal saggio di prova, aventi le caratteristiche previste nella UNI EN 12814-2, provetta tipo 2.

Durante la prova devono essere registrati i valori individuali del carico di rottura delle provette σ_w e calcolato il valore medio $\overline{\sigma_w}$ dei risultati dei tre valori intermedi, ottenuti scartando il valore massimo e quello minimo.

Dal saggio di qualificazione devono essere prelevate inoltre due provette del materiale base (uno dalla geomembrana superiore e uno dalla geomembrana inferiore) secondo le modalità previste per questa prova dalla UNI 11309; durante la prova, devono essere registrati i valori individuali del carico di rottura σ_r delle provette e calcolato il loro valore medio $\overline{\sigma_r}$.

Il risultato complessivo della prova, relativamente ad ogni saggio, deve essere espresso mediante il fattore di saldatura f_s , espresso come rapporto tra $\overline{\sigma_w}$ e $\overline{\sigma_r}$.

B.5 Valutazione dei risultati delle prove

B.5.1 Esame visivo

I risultati dell'esame visivo devono essere valutati secondo i criteri riportati al punto 10.2.2.

B.5.2**Prova di impermeabilità**

I risultati della prove di impermeabilità devono essere valutati secondo i criteri riportati:

- al punto 10.2.2.2, relativamente alla prova in pressione, per i saggi di tipo 1;
- al punto 10.2.2.4, relativamente alla prova ad alta tensione, per i saggi di tipo 2.

B.5.3**Esame dimensionale**

I risultati dell'esame dimensionale devono essere valutati secondo i criteri riportati al punto 10.2.3.

B.5.4**Prova di resistenza a pelatura**

I risultati della prova di resistenza a pelatura devono essere valutati secondo i criteri riportati al punto 10.2.4.

B.5.5**Prova di resistenza a trazione**

La prova di resistenza a trazione deve essere considerata superata se il fattore di saldatura f_s risulta maggiore o uguale a 0,90 e se le provette ricavate dal giunto saldato si sono rotte in modo duttile.

B.5.6**Valutazione complessiva**

La procedura di saldatura risulta qualificata se tutte le prove previste nel prospetto B.1 hanno avuto esito positivo.

Nel solo caso della prova di pelatura, qualora una delle provette non soddisfi i requisiti previsti è possibile estendere la prova stessa ad altre due provette ricavate dallo stesso saggio in zone prossime a quella dalla quale era stata prelevata la provetta scartata. La prova è ritenuta superata solo se entrambe le provette soddisfano i requisiti previsti.

Il superamento delle prove di qualificazione viene attestato mediante il rilascio di un certificato da parte dell'organismo di certificazione, i cui contenuti sono descritti al punto B.6.

B.6**Ripetizione dell'iter di qualificazione**

Il costruttore la cui procedura non abbia superato le prove di qualificazione di cui alla presente appendice può ripetere l'iter di qualificazione a fronte di una nuova procedura di saldatura preliminare.

B.7**Validità della certificazione**

La procedura di saldatura si considera valida per i casi in cui i parametri descritti nel prospetto B.1, in condizioni di produzione, non presentino scostamenti rispetto ai valori utilizzati per la realizzazione dei saggi di qualificazione, maggiori di quelli riportati nel prospetto stesso.

prospetto B.2

Scostamento ammissibile dei parametri di saldatura di procedure qualificate rispetto ai valori utilizzati per l'esecuzione della(e) prova(e)

Temperatura dell'elemento termico	±10 °C
Temperatura del gas caldo	±10 °C
Portata del gas caldo	±30 l/min
Forza di saldatura	±4 N per mm di larghezza rulli
Velocità di avanzamento	±0,5 m/min (attrezzatura meccanizzata) ±0,2 m/min (attrezzatura manuale)
Temperatura del materiale d'apporto	±10 °C
Temperatura delle geomembrane	±10 °C

La qualificazione della procedura di saldatura perde invece la sua validità e deve pertanto essere ripetuta con l'esecuzione di nuovi saggi quando si abbia la variazione di uno o più dei seguenti parametri:

- spessore delle geomembrane;
- tipologia del giunto;
- processo di saldatura.

Non è prevista una limitazione temporale alla validità del certificato di qualificazione.

B.8

Certificato di qualificazione

Nel certificato rilasciato dall'organismo di certificazione devono essere riportate almeno le seguenti indicazioni:

- gli estremi della ditta o dell'ente di proprietà del certificato;
- il riferimento alla presente appendice B;
- i valori dei parametri utilizzati per l'esecuzione della(e) prova(e);
- il nominativo e gli estremi della certificazione del saldatore che ha realizzato il saggio;
- il campo di validità della certificazione (con riferimento agli scostamenti di cui al prospetto B.2);
- gli estremi della procedura di saldatura del costruttore utilizzata per la realizzazione della prova di qualificazione;
- i risultati delle prove e degli esami di tipo distruttivo e non distruttivo eseguiti sui saggi di prova (oppure il riferimento ai relativi rapporti di prova, da allegare comunque al certificato stesso);
- la data e la località di emissione del certificato di qualificazione;
- gli estremi dell'organismo di certificazione che emette il certificato di qualificazione.

B.9

Impiego del certificato di qualificazione

All'interno del campo di validità previsto, di cui al punto B.6 della presente appendice, il certificato di qualificazione della procedura può essere impiegato unicamente da parte di reparti produttivi o altre unità riconducibili alla stessa direzione tecnica.

Qualora tale condizione non sia verificata, si deve provvedere ad una nuova qualificazione della procedura, secondo le modalità previste dalla presente appendice.

Ditta esecutrice		Identificazione saldatore		Committente		Cantiere		Commessa	
Materiale base (geomembrane) Classificazione UNI 11309 <input type="checkbox"/> Classe D <input type="checkbox"/> Classe E		Spessore (mm)		Produttore		Produttore		Lotto	
Materiale di apporto		Saldatrice		Produttore		Produttore		Numero matricola	
Processo di saldatura <input type="checkbox"/> Ad elemento termico (cuneo caldo), meccanicizzato <input type="checkbox"/> A gas caldo, meccanicizzato <input type="checkbox"/> Ad estrusione, manuale		Tipo di giunto <input type="checkbox"/> A doppia saldatura, con canaletta di prova <input type="checkbox"/> A cordone sovrapposto							
Identificazione del giunto saldato Processo ad elemento termico meccanicizzato		Processo a gas caldo, meccanicizzato		Processo ad estrusore manuale					
		Temperatura elemento termico Forza di saldatura per unità lunghezza rulli Velocità di saldatura		Temperatura del gas caldo Portata del gas caldo Forza di saldatura per unità lunghezza rulli Velocità di saldatura		Temperatura del gas caldo Portata del gas caldo Temperatura del gas caldo Velocità di saldatura		Temperatura del gas caldo Portata del gas caldo Temperatura del gas caldo Velocità di saldatura	
Data e località		Il Responsabile della Ditta esecutrice		Il Responsabile della Committente					