

SETTEMBRE 1999

Power plants  
Combined-cycle systems  
Procurement specifications

**DESCRIPTORI**

Impianto, ciclo combinato, committenza, specificazione

**CLASSIFICAZIONE ICS**

27.100; 27.040

**SOMMARIO**

La norma fornisce le prescrizioni tecniche da utilizzare nella preparazione delle specificazioni per la committenza degli impianti a ciclo combinato e dei loro ausiliari quando utilizzano turbine a gas, nel contesto di centrali termoelettriche.

**RELAZIONI NAZIONALI****RELAZIONI INTERNAZIONALI****ORGANO COMPETENTE**

CTI - Comitato Termotecnico Italiano

**RATIFICA**

Presidente dell'UNI, delibera del 23 agosto 1999

**RICONFERMA**

## INDICE

<b>0</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>DEFINIZIONI</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>CONDIZIONI CARATTERIZZANTI DI UN IMPIANTO A CICLO COMBINATO</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>CONDIZIONI DI RIFERIMENTO PER IL CICLO COMBINATO</b>	<b>4</b>
5.1	Condizioni ambientali.....	4
5.2	Condizioni all'ingresso del compressore.....	4
5.3	Condizioni del generatore di vapore.....	4
prospetto 1	Valori di riferimento per alcune grandezze caratteristiche del HRSG .....	4
5.4	Condizioni di scarico del ciclo a vapore.....	4
5.5	Condizioni dell'acqua di reintegro.....	5
5.6	Condizioni del vapore di processo .....	5
<b>6</b>	<b>PRESTAZIONI</b>	<b>5</b>
6.1	Generalità.....	5
6.2	Prestazioni alle condizioni di riferimento ISO.....	5
<b>7</b>	<b>COMPONENTI</b>	<b>6</b>
7.1	Generalità.....	6
7.2	Estensione della fornitura.....	6
<b>8</b>	<b>CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI A CICLO COMBINATO</b>	<b>6</b>
8.1	Caratteristiche da indicare a cura del committente.....	6
8.2	Caratteristiche da indicare a cura del fornitore.....	7
<b>9</b>	<b>APPARECCHIATURE DI CONTROLLO E PROTEZIONE</b>	<b>7</b>
<b>10</b>	<b>IMPATTO AMBIENTALE</b>	<b>7</b>
10.1	Generalità.....	7
10.2	Effetti termici sulle acque ed emissioni visibili .....	7
<b>11</b>	<b>INFORMAZIONI TECNICHE CHE IL COMMITTENTE DEVE FORNIRE NELLA RICHIESTA DI OFFERTA</b>	<b>8</b>
11.1	Macchina azionata.....	8
11.2	Applicazioni.....	8
11.3	Estensione della fornitura.....	8
11.4	Vincoli ambientali.....	8
11.5	Dettagli di impianto .....	8
11.6	Prescrizioni di esercizio.....	8
11.7	Acqua di reintegro.....	9
11.8	Alimentazione elettrica delle apparecchiature ausiliarie.....	9
<b>12</b>	<b>INFORMAZIONI TECNICHE CHE DEVONO ESSERE INDICATE DAL FORNITORE NELL'OFFERTA</b>	<b>9</b>
12.1	Generalità.....	9
12.2	Disegni.....	10
12.3	Protezione dell'ambiente .....	10
12.4	Apparecchiature ausiliarie.....	10

prospetto	2	Informazioni tecniche minime che il committente deve fornire nella richiesta d'offerta.....	10
prospetto	3	Informazioni tecniche minime che devono essere indicate dal fornitore nell'appalto .....	12
figura	1a	Cicli termici: Ciclo combinato senza post combustione - Circolazione forzata .....	14
figura	1b	Cicli termici: Ciclo combinato senza post combustione - Circolazione naturale .....	15
figura	2a	Cicli termici: Ciclo turbina a gas con iniezione di vapore - Circolazione forzata .....	16
figura	2b	Cicli termici: Ciclo turbina a gas con iniezione di vapore - Circolazione naturale .....	17
figura	3a	Cogenerazione a ciclo combinato: Caldaia a recupero a due livelli di pressione - Circolazione forzata .....	18
figura	3b	Cogenerazione a ciclo combinato: Caldaia a recupero a due livelli di pressione - Circolazione naturale .....	19
figura	4	Componenti del ciclo combinato: Opzioni della caldaia a recupero .....	20
figura	5	Componenti del ciclo combinato: Opzioni della serranda di bypass .....	21
figura	6	Componenti del ciclo combinato: Riduzione catalitica selettiva (SCR).....	22
figura	7a	Ciclo combinato a più livelli di pressione: Caldaia a recupero a due livelli di pressione - Circolazione forzata .....	23
figura	7b	Ciclo combinato a più livelli di pressione: Caldaia a recupero a due livelli di pressione - Circolazione naturale.....	24
figura	8a	Ciclo combinato a più livelli di pressione: Caldaia a recupero a due livelli di pressione e surriscaldamento - Circolazione forzata .....	25
figura	8b	Ciclo combinato a più livelli di pressione: Caldaia a recupero a due livelli di pressione e surriscaldamento - Circolazione naturale .....	26
figura	9a	Ciclo combinato in configurazione a singola linea d'asse: Caldaia a recupero a due livelli di pressione - Circolazione forzata .....	27
figura	9b	Ciclo combinato in configurazione a singole linee d'asse: Caldaia a recupero a due livelli di pressione - Circolazione naturale .....	28

## INTRODUZIONE

In un impianto a ciclo combinato il ciclo a vapore recupera la potenza termica disponibile nei gas di scarico della turbina a gas. Un'utilizzazione efficiente ed economica di tale potenza termica è il risultato di un complesso processo di ottimizzazione tecnico-economica basata sui parametri economici definiti dall'acquirente e dalle modalità di funzionamento previste, nonché dalle caratteristiche del sito. La scelta del ciclo richiede a sua volta la scelta dello schema di processo (numero di livelli di pressione, risurriscaldamenti, ecc.), del sistema di condensazione del vapore, dei parametri di progetto e delle caratteristiche dei singoli componenti.

Schematicamente sono possibili le seguenti modalità di committenza:

- a) **Acquisizione dell'impianto a ciclo combinato in un'unica fornitura.**  
Il committente deve specificare i criteri di valutazione ed eventuali requisiti specifici affinché il fornitore possa effettuare le più appropriate scelte del ciclo.  
Il fornitore ha la responsabilità della progettazione del sistema, della fornitura dei componenti principali (con eventuale esclusione delle opere civili e dei sistemi ausiliari, e comunque dei componenti non connessi alla tecnologia specifica del ciclo combinato) e delle prestazioni globali dell'impianto.  
Nella presente norma, di carattere prevalentemente tecnico, sono esclusi altri aspetti contrattuali che possono intercorrere fra committente e fornitore, quali per esempio tempo di fornitura, finanziamenti, ecc.
- b) **Suddivisione dell'impianto in due o più blocchi funzionali.**  
In tal caso, tipico per esempio, degli impianti la cui realizzazione è programmata in due fasi (prima fase turbina a gas in ciclo semplice, seconda fase completamento con ciclo a vapore) la fornitura può essere così suddivisa:  
fase 1) turbina a gas con relativo sistema di bypass fumi;  
fase 2) ciclo a vapore.  
Le opere civili ed i sistemi ausiliari (come nel caso precedente) possono essere acquisiti separatamente.  
Se i fornitori dei vari blocchi funzionali sono diversi, ciascuno di essi è responsabile nell'ambito della propria fornitura, pertanto non vi è da parte di essi responsabilità sulle prestazioni globali dell'impianto.  
Il committente deve definire chiaramente le interfacce fra le diverse forniture e specificare i criteri di valutazione necessari per l'ottimizzazione.
- c) **Acquisizione dell'impianto per singoli componenti.**  
Con questa modalità di committenza, che non è trattata nella presente norma, il committente deve effettuare il progetto di base dell'impianto e deve specificare, per ogni componente o sistema, l'estensione della fornitura, le prestazioni ed i requisiti, le condizioni di interfaccia. La responsabilità di ciascun fornitore è relativa al proprio ambito di fornitura, mentre il committente ha la responsabilità delle prestazioni complessive dell'impianto.

## SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma fornisce le prescrizioni tecniche da utilizzare nella preparazione delle specifiche per la committenza degli impianti a ciclo combinato e dei loro ausiliari quando sono utilizzate turbine a gas, nel contesto di centrali termoelettriche.

Essa si applica solo a impianti di potenza a ciclo combinato senza combustione supplementare e comprende i casi di nuovi impianti, di applicazione di un nuovo impianto a vapore a preesistenti turbine a gas o di ripotenziamento di impianti a vapore preesistenti con una o più nuove turbine a gas.

La norma non contempla le condizioni dei gas di scarico della turbina a gas.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI 8051	Turbine a gas - Prove di accettazione
UNI 8206	Turbine a gas - Specificazioni per l'acquisto

CTI  
# 55 bis

**Preriscaldatori d'acqua a superficie per i circuiti rigenerativi dei blocchi termoelettrici a vapore**  
Classificazione e dati per l'ordinazione, accettazione e collaudo

**UNI**  
**6402**

Feedwater surface heaters in steam power plants – Classification and rules for ordering, acceptance and testing

## 1. Scopo e campo di applicazione

La presente norma stabilisce le prescrizioni tecniche concernenti l'ordinazione, l'accettazione e le prove di collaudo dei preriscaldatori d'acqua a superficie, impiegati nei circuiti di rigenerazione termica degli impianti a vapore d'acqua, nei quali, mediante condensazione del vapore d'acqua estratto dal turbomotore, si preriscalda l'acqua di alimentazione da immettere, al terminale del circuito di rigenerazione termica, nel generatore di vapore.

## 2. Definizioni

### 2.1. Preriscaldatori d'acqua rigenerativi di bassa pressione

Vengono denominati preriscaldatori d'acqua rigenerativi di bassa pressione gli scambiatori di calore a superficie vapore-acqua del circuito di rigenerazione termica di un impianto a vapore, che vengono installati nel circuito operativo dell'impianto, fra la mandata della o delle pompe di estrazione del condensato principale e l'impianto delle pompe di alimentazione del generatore di vapore, con l'inclusione, se adoperato, del degassatore (in linea di massima, quelli fino ad una pressione, lato acqua, di 6 MPa).

### 2.2. Preriscaldatori d'acqua rigenerativi di alta pressione

Vengono denominati preriscaldatori d'acqua rigenerativi di alta pressione gli scambiatori di calore a superficie vapore-acqua del circuito di rigenerazione termica di un impianto a vapore, che vengono installati nel circuito operativo dell'impianto, fra la mandata delle pompe di alimentazione e il generatore di vapore (ingresso nell'economizzatore).

## 3. Generalità e classificazione dei preriscaldatori

### 3.1. Differenze nella costituzione e nel comportamento operativo dei preriscaldatori d'acqua nei circuiti rigenerativi degli impianti a vapore

Fra i due gruppi di preriscaldatori d'acqua di un circuito di rigenerazione termica di un impianto a vapore (vedere 2.1 e 2.2) esistono differenze sia per quanto riguarda l'ideazione e costituzione dei preriscaldatori, essenzialmente per quanto concerne la testata, sia per quanto riguarda il funzionamento operativo e la trasmissione del calore del vapore all'acqua.

Al gruppo di preriscaldatori d'acqua di bassa pressione il vapore d'acqua, proveniente dalle varie estrazioni dal turbomotore, giunge di regola allo stato umido; talvolta, in qualcuno di essi, lievemente surriscaldato.

Nel gruppo di preriscaldatori d'acqua di alta pressione ve ne sono sempre diversi ai quali il vapore d'acqua perviene allo stato surriscaldato. Il desurriscaldamento si effettua in una apposita zona dell'apparecchio, da sistemare antecedentemente alla zona nella quale si compie la condensazione (zona di desurriscaldamento).

### 3.2. Estrazione e convogliamento del vapore condensato nei preriscaldatori d'acqua dei circuiti di rigenerazione termica

L'estrazione ed il convogliamento del vapore condensato nei preriscaldatori d'acqua dei circuiti di rigenerazione termica degli impianti a vapore devono essere effettuati in maniera da recuperare dal condensato quanto più calore possibile, prima che esso venga riconvogliato al condensatore di vapore principale. Quando il condensato non viene immesso direttamente nella tubazione dell'acqua di alimentazione, le soluzioni più impiegate per il riconvogliamento dei condensati e degli spurghi dei diversi preriscaldatori d'acqua di un circuito di rigenerazione termica verso il condensatore di vapore principale sono le seguenti:

- adozione di altrettante camere o capacità "flash boxes" dislocate in parallelo con quelle dei diversi preriscaldatori d'acqua del circuito di rigenerazione termica, in ciascuna delle quali vengono convogliati gli spurghi dei preriscaldatori d'acqua, operanti a più elevate pressioni, che seguono nel circuito (drenaggio indiretto);
- convogliamento diretto e immissione del condensato di ciascuno dei preriscaldatori d'acqua del circuito di rigenerazione termica nel preriscaldatore d'acqua a più bassa pressione immediatamente precedente nel circuito (drenaggio diretto).

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI	Degassatori d'acqua a miscela per blocchi termoelettrici a vapore Classificazione e norme per l'ordinazione, l'accettazione ed il collaudo	UNI 6828
-----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------

Feedwater mixture degasers in steam power plants — Classification and rules for ordering, acceptance and testing

## 1. Generalità

### 1.1. Scopo

La presente norma illustra i principi generali relativi al funzionamento e alla classificazione dei degassatori d'acqua a miscela, impiegati nei circuiti degli impianti o blocchi termoelettrici a vapore d'acqua, nonché la formulazione di prescrizioni tecniche concernenti l'ordinazione, le prove di collaudo e l'accettazione di tali apparecchi.

### 1.2. Campo di applicazione

La necessità della degassazione nasce dal fatto che l'anidride carbonica e l'ossigeno, se disciolti nell'acqua di alimentazione di un generatore di vapore, possono provocare fenomeni di corrosione sulle pareti metalliche dei tubi e del corpo cilindrico del generatore con cui l'acqua viene a contatto. Poiché questo fenomeno è esaltato dalla pressione, la degassazione deve essere tanto più spinta quanto più alta è la pressione di esercizio del generatore di vapore.

In generale la degassazione dell'acqua non è necessaria per generatori di vapore a tubi da fumo e a grande volume d'acqua, impiegabili fino a pressioni di 18 bar. Per generatori di vapore a tubi d'acqua funzionanti a pressioni da 20 a 50 bar viene prevista una degassazione non particolarmente spinta (fino ad un contenuto di ossigeno nell'acqua di 0,03 a 0,01 ppm). Per generatori di vapore operanti a pressioni maggiori di 50 bar l'acqua di alimentazione deve essere sottoposta ad una degassazione termofisica molto spinta (0,005 ppm di ossigeno) e condizionata inoltre con adeguati additivi chimici.

### 1.3. Principio di funzionamento

Il funzionamento di un degassatore si basa sulla diminuzione della solubilità dei gas nell'acqua all'aumentare della temperatura o al diminuire della pressione.

Ne consegue che, riscaldando l'acqua per miscelazione diretta con vapore fino alla temperatura di ebollizione, relativa alla pressione di esercizio dell'apparecchio e con un adeguato tempo di permanenza a queste condizioni, si ottiene la separazione di tutti i gas contenuti nell'acqua, che possono venire quindi sfiati all'atmosfera.

Analogamente si può ottenere lo stesso effetto, introducendo nell'apparecchio acqua preventivamente riscaldata e facendola espandere ad una pressione, alla quale corrisponda una temperatura di saturazione più bassa di quella dell'acqua (vedere 2.2.3).

In questo caso i gas si liberano a causa della diminuzione della solubilità dovuta alla diminuzione di pressione e il vapore prodotto dall'espansione agisce da mezzo traente.

La solubilità nell'acqua varia da un gas all'altro. Per esempio in acqua distillata in condizioni di equilibrio in aria a 0 °C a pressione atmosferica (0,98 bar), la solubilità dell'ossigeno è di 14,2 ppm, mentre quella dell'anidride carbonica è di 1,12 ppm.

Pertanto usualmente l'analisi chimica sul campione di acqua degassata è rivolta solo alla determinazione dell'ossigeno residuo, dando per scontata la rimozione pressoché totale dell'anidride carbonica.

L'efficienza della degassazione viene esaltata aumentando il più possibile la superficie di contatto fra acqua e vapore, nonché il tempo di permanenza dell'acqua nell'apparecchio.

Le piccolissime quantità di ossigeno, che possono essere ancora contenute nell'acqua, fungono da nuclei di formazione delle bolle e quindi si liberano.

L'acqua degassata viene raccolta nel fondo dell'apparecchio, oppure in un serbatoio di accumulo separato.

Per l'avviamento da freddo di un degassatore riscaldatore, nell'interno del serbatoio di accumulo o nella parte dell'apparecchio che ne esplica la funzione, viene di regola installato un sistema di tubi forati, per l'adduzione del vapore di riscaldamento.

Le forature sono disposte in modo da non influenzare negativamente l'aspirazione delle pompe di alimento del generatore di vapore e da consentire una graduale evacuazione dell'acqua contenuta nel serbatoio stesso.

A questo scopo l'acqua viene frazionata in gocce o lamine quanto più piccole possibile, in modo da vincere la tensione superficiale dell'acqua, che tenderebbe ad impedire la liberazione dei gas disciolti. Nel contempo la durata del contatto fra acqua e vapore viene aumentata tramite diaframmi, piatti, impilaggi e altri dispositivi.

Alcuni degassatori del tipo a riscaldamento vengono corredati di una zona di riscaldamento a miscela e di una zona di degassazione a gorgogliamento, nella quale il vapore viene iniettato al disotto del livello dell'acqua. In quest'ultima zona l'acqua viene portata ad una temperatura leggermente maggiore di quella esistente dentro l'apparecchio; l'acqua surriscaldata, nel risalire verso l'alto, diminuisce di pressione e, per effetto di flash, libera delle bolle di vapore.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI

Centrali termoelettriche  
Progettazione, fornitura e controllo delle tubazioni

UNI  
8388

Thermoelectric power plants - Pipeline planning, supply and testing

## SOMMARIO

1.	Generalità .....	pag. 1	4.2.1.	Curvature a caldo .....	" 8
2.	Definizioni .....	" 2	4.2.2.	Curvature a freddo .....	" 8
3.	Progettazione .....	" 2	4.3.	Saldature .....	" 9
3.1.	Determinazione delle condizioni di progetto .....	" 2	4.4.	Controlli dopo la prefabbricazione .....	" 9
3.1.1.	Dati che devono essere comunicati al fornitore .....	" 2	4.5.	Pulizia e preparazione per la spedizione ....	" 9
3.1.2.	Pressione di progetto .....	" 2	5.	Montaggio .....	" 9
3.1.3.	Temperatura di progetto .....	" 2	5.1.	Prescrizioni generali .....	" 9
3.1.4.	Sovrassollecitazioni accidentali .....	" 3	5.2.	Saldature .....	" 9
3.1.5.	Scelta della pressione e della temperatura di progetto .....	" 3	5.3.	Controlli .....	" 9
3.2.	Scelta dei materiali .....	" 5	5.3.1.	Generalità .....	" 9
3.3.	Determinazione del diametro e dello spessore .....	" 5	5.3.2.	Controllo della tenuta .....	" 10
3.3.1.	Determinazione del diametro .....	" 5	5.3.3.	Controllo del tracciato .....	" 10
3.3.2.	Determinazione dello spessore .....	" 5	5.4.	Pulizia delle tubazioni .....	" 10
3.4.	Valvole .....	" 6	6.	Messa in servizio .....	" 11
3.5.	Disegni .....	" 6	6.1.	Riempimento della tubazione .....	" 11
3.5.1.	Disegni di disposizione (stratigrafie) .....	" 6	6.2.	Controlli a caldo .....	" 12
3.5.2.	Assonometrie di linea .....	" 6	7.	Controlli e ispezioni periodiche .....	" 12
3.5.3.	Elenco materiali .....	" 6	7.1.	Tubazioni per acqua a bassa e ad alta pressione .....	" 12
3.6.	Verifica del percorso .....	" 6	7.2.	Tubazioni per vapore a bassa pressione ....	" 12
3.6.1.	Avvertenze generali .....	" 6	7.3.	Tubazioni per vapore ad alta pressione ....	" 12
3.6.2.	Verifica della flessibilità .....	" 7	8.	Conservazione delle tubazioni .....	" 12
3.6.3.	Determinazione dei sostegni .....	" 7	8.1.	Conservazione delle tubazioni percorse da acqua .....	" 12
3.7.	Spurghi e sfiati .....	" 8	8.2.	Conservazione delle tubazioni percorse da vapore .....	" 13
3.7.1.	Spurghi .....	" 8	9.	Documentazione tecnica per il committente .....	" 13
3.7.2.	Sfiati .....	" 8	Appendice	Programma prove non distruttive per tubazioni .....	" 14
4.	Prefabbricazione .....	" 8			
4.1.	Generalità .....	" 8			
4.2.	Curvature .....	" 8			

## 1. Generalità

- 1.1. La presente norma ha per oggetto le tubazioni installate in centrali termiche o termoelettriche, convoglianti acqua o vapore, comprese entro il perimetro della centrale, aventi sezione circolare e realizzate con materiali metallici.
- 1.2. La presente norma intende dare indicazioni atte a facilitare i rapporti fra committente e fornitore mediante la formulazione di prescrizioni tecniche e indicazioni di carattere generale relative alla progettazione, costruzione, montaggio e controllo delle tubazioni sopra precisate.
- 1.3. La presente norma non è applicabile per:
  - tubazioni convoglianti fluidi diversi da quelli sopra indicati;
  - tubazioni realizzate con materiali non metallici;
  - tubazioni aventi sezione diversa da quella circolare;
  - tubazioni costituenti parte integrante di generatori di vapore, di turbine ed in genere di apparecchi soggetti a norme specifiche;
  - tubazioni esterne al perimetro della centrale;
  - tubazioni convoglianti fluidi di qualsiasi genere installate in centrali termonucleari.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

- 1.4.** Essa non comprende formule di calcolo, indicazione delle caratteristiche dei materiali, procedure dettagliate per le operazioni di costruzione e montaggio.  
A questo proposito si consiglia di fare riferimento alla edizione più recente delle diverse norme emanate sull'argomento da Enti ufficiali italiani o stranieri.  
L'applicazione di quanto indicato nella presente norma non solleva il fornitore dalle responsabilità a lui derivanti per effetto della realizzazione delle tubazioni, in particolare per quanto riguarda la sicurezza di persone e cose.

## **2. Definizioni**

### **2.1. tubazione**

Si intende per tubazione l'insieme degli organi ed elementi che concorrono al convogliamento di un fluido, quali: tubi, flange, bulloni, guarnizioni, raccordi, valvole, organi di sicurezza ed in genere ogni parte in pressione attraversata dal fluido. Fanno parte della tubazione i sostegni, di qualsiasi tipo, occorrenti per il corretto funzionamento della tubazione stessa.

### **2.2. condizioni di progetto**

Si intendono per condizioni di progetto i valori di pressione, temperatura e portata per i quali la tubazione ed i suoi singoli componenti devono essere dimensionati.

## **3. Progettazione**

### **3.1. Determinazione delle condizioni di progetto**

#### **3.1.1. Dati che devono essere comunicati al fornitore**

Il committente è tenuto a comunicare al fornitore tutti i dati necessari per determinare le condizioni di progetto di ciascuna tubazione. Devono pertanto essere in particolare comunicate le condizioni di esercizio (pressione, temperatura, portata) più severe, le condizioni di progetto e di bollo degli apparecchi e dei macchinari cui le tubazioni si collegano, le pressioni di taratura delle valvole di sicurezza eventualmente montate sugli stessi, le condizioni ambientali della zona in cui le tubazioni devono essere installate.

Il committente è anche tenuto a comunicare se e quale norma deve essere osservata nella progettazione e realizzazione delle tubazioni e quali controlli devono essere previsti dopo la prefabbricazione. È altresì tenuto a comunicare il nominativo dell'Ente e degli Enti cui sarà affidata la esecuzione delle operazioni di controllo ed i relativi giudizi di accettazione.

Il committente è tenuto a mettere a disposizione del fornitore i disegni definitivi delle opere civili nonché quelli dei macchinari ed apparecchi cui le tubazioni si collegano, tutti debitamente quotati.

Oltre alla documentazione ed alle informazioni sopra riportate devono essere comunicate al fornitore tutte le altre notizie occorrenti per una corretta progettazione quali per esempio:

- vincoli ai quali il tracciato delle tubazioni deve sottostare per la presenza di condotte, passerelle cavi e simili, per esigenze di passaggio del personale o di trasporto dei materiali, per facilità di manovra o esigenze particolari di valvole o apparecchiature montate sulle tubazioni;
- spostamenti dovuti alla dilatazione termica dei punti di attacco di apparecchi e macchinari alle tubazioni e valore delle sollecitazioni massime dovute alla dilatazione termica delle tubazioni ammissibili in tali punti;
- tipo di funzionamento della tubazione (per esempio continuo o discontinuo);
- prevedibili cedimenti delle fondazioni dei macchinari ed apparecchi collegati.

Si sottolinea come sia necessario che le informazioni messe a disposizione del fornitore siano le più ampie, dettagliate ed aggiornate per evitare rifacimenti della progettazione o lavori di modifica a costruzione ultimata.

#### **3.1.2. Pressione di progetto**

La pressione di progetto non deve essere minore della massima pressione prevista in esercizio, anche in eventuali condizioni di funzionamento particolari, salvo quanto detto in 3.1.4 circa le sovrassollecitazioni accidentali.

#### **3.1.3. Temperatura di progetto**

La temperatura di progetto non deve essere minore della temperatura massima raggiungibile dal fluido durante l'esercizio. Anche per quanto riguarda la temperatura vale quanto detto in 3.1.4 circa le sovrassollecitazioni accidentali.



CTI

# Pompe acqua di circolazione per impianti termoelettrici

## Requisiti e regole per l'ordinazione ed il collaudo

UNI  
9318

Circulation pumps for thermal electric power plants — Requirements and rules for ordering and testing

## SOMMARIO

1. Generalità.....	pag. 1	4. Informazioni per l'ordinazione.....	pag. 16
1.1. Scopo e campo di applicazione.....	" 1	4.1. Generalità.....	" 16
1.2. Classificazione.....	" 1	4.2. Informazioni che il committente deve comunicare in sede di richiesta d'offerta.....	" 16
1.3. Nomenclatura.....	" 2	4.3. Informazioni che il fornitore deve comunicare in sede di offerta.....	" 17
1.4. Grandezze (Denominazioni, definizioni, simboli e unità di misura).....	" 9	4.4. Informazioni dopo l'ordine.....	" 19
2. Riferimenti.....	" 11	5. Prove per l'accettazione ed il collaudo.....	" 20
3. Requisiti.....	" 11	5.1. Piano di controllo qualità.....	" 20
3.1. Requisiti funzionali.....	" 11	5.2. Prove funzionali.....	" 21
3.2. Requisiti costruttivi.....	" 12	Appendice — Prospetto dei controlli tipici per un piano di controllo qualità.....	" 22

## 1. Generalità

## 1.1. Scopo e campo di applicazione

- 1.1.1. La presente norma riguarda le pompe di circolazione dell'acqua condensatrice utilizzate negli impianti termoelettrici.
- 1.1.2. Essa comprende sia le raccomandazioni aventi lo scopo di regolare i rapporti tra committente e fornitore per quanto concerne l'ordinazione, sia le prescrizioni per le prove per l'accettazione e per il collaudo.
- 1.1.3. Il motore di azionamento non è normalmente fornito con la pompa salvo diversi accordi fra committente e fornitore.

## 1.2. Classificazione

- 1.2.1. Le pompe oggetto della presente norma possono essere classificate essenzialmente nelle seguenti categorie:
- pompa verticale (o ad asse inclinato) tubolare con girante a flusso assoradiale o a flusso assiale (vedere fig. 1 e 2);
  - pompa verticale con voluta e con girante a flusso assoradiale (vedere fig. 3 e 4);
  - pompa orizzontale a semplice aspirazione a flusso assoradiale o a flusso assiale (vedere fig. 5 e 6);
  - pompa orizzontale a doppia aspirazione a flusso radiale (vedere fig. 7).
- 1.2.2. La classificazione di base può essere integrata con gli ulteriori elementi che possono identificare il tipo costruttivo scelto, come segue:
- tipo di condotto aspirante: a campana od a gomito;
  - per le pompe con girante a flusso assoradiale od a flusso assiale: eventuali organi a geometria variabile interni alla pompa per la regolazione della portata (predistributore, girante a pale regolabili);
  - esecuzione dei condotti idraulici di aspirazione e mandata: metallici od in calcestruzzo.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI

Sistemi di estrazione degli incondensabili  
per condensatori a superficie  
Norme per l'ordinazione e il collaudo

UNI  
9799

Uncondensable extraction systems for surface condenser order and test regulations

## 1. Generalità

### 1.1. Scopo

La presente norma riguarda le apparecchiature costituenti i sistemi di estrazione degli incondensabili dai condensatori a superficie destinati agli impianti termoelettrici alimentati da combustibili fossili (carbone, idrocarburi, gas naturale).

Essa comprende sia le raccomandazioni aventi lo scopo di regolare i rapporti tra committente e fornitore per quanto concerne l'ordinazione, sia le prescrizioni per l'accettazione e per il collaudo.

### 1.2. Campo di applicazione

La presente norma non è applicabile ai sistemi di estrazione degli incondensabili da condotte e/o casse d'acqua del circuito acqua di raffreddamento o da altre parti d'impianto in depressione.

Non sono oggetto della presente norma altre apparecchiature, quali pompe alternative e pompe rotative ad anello d'olio che per le applicazioni in esame risultano di uso limitato.

### 1.3. Classificazione

#### 1.3.1. Tipi di sistemi

I sistemi di estrazione degli incondensabili oggetto della presente norma sono classificati come segue:

- sistemi statici (eiettori):
  - a getto di vapore (eiettori a vapore);
  - a getto d'acqua (eiettori idraulici);
- sistemi rotanti (pompe da vuoto):
  - pompe rotative volumetriche ad anello d'acqua;
  - pompe rotative a getto d'acqua.

Tali pompe possono essere corredate di eiettore booster sull'aspirazione.

Ciascuno dei sistemi sopraelencati include a sua volta più tipi di apparecchi aventi caratteristiche diverse in relazione alle particolari condizioni operative dell'impianto di condensazione cui il sistema stesso è abbinato.

I servizi operativi considerati sono i seguenti:

- avviamento rapido del condensatore (svuotamento dell'aria dal condensatore, lato vapore);
- mantenimento del vuoto nel condensatore in esercizio (evacuazione degli incondensabili liberati durante il funzionamento o dovuti a rientrate nel condensatore).

#### 1.3.2. Tipi di apparecchi

I tipi di apparecchi consigliati per ogni servizio operativo sono i seguenti.

##### 1.3.2.1. Avviamento rapido

- Eiettore a vapore monostadio a scarico libero all'atmosfera (generalmente previsti dispositivi di attenuazione del rumore);
- una o più pompe ad anello d'acqua, in parallelo;
- una o più pompe a getto d'acqua, in parallelo.

##### 1.3.2.2. Mantenimento del vuoto in servizio continuo

- Eiettore a vapore monostadio con condensatore ausiliario (per pressioni all'aspirazione maggiori, indicativamente, di 20 kPa);
- eiettore a vapore multistadio con condensatori ausiliari intermedi e finale (per pressioni all'aspirazione minori, indicativamente, di 20 kPa);
- eiettore idraulico ad uno o più elementi in parallelo (per impianti di limitata potenza);
- una o più pompe ad anello d'acqua o a getto d'acqua, in parallelo.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI	Centrali termoelettriche Smaltimento all'ambiente del calore di condensazione Terminologia, classificazione e grandezze caratteristiche	UNI 9923
-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------

Thermal power plant cooling systems — Terminology, classification, specific parameters

## SOMMARIO

1. Scopo e campo di applicazione	pag. 1	4.1. Sistemi a scambio indiretto ad acqua	pag. 4
2. Classificazione	" 1	4.2. Sistemi a scambio indiretto ad aria	" 4
3. Sistemi a scambio diretto	" 2	4.3. Grandezze caratteristiche	" 6
3.1. Sistemi a scambio diretto ad acqua	" 2	4.4. Bacini evaporanti	" 7
3.2. Sistemi a scambio diretto ad aria	" 2	4.5. Grandezze caratteristiche	" 7
3.3. Grandezze caratteristiche	" 3	4.6. Bacini evaporanti a superficie mag- giorata	" 8
4. Sistemi a scambio indiretto	" 4	4.7. Grandezze caratteristiche	" 8

### 1. Scopo e campo di applicazione

La presente norma ha lo scopo di fornire una terminologia, classificazione e grandezze caratteristiche di sistemi di smaltimento all'ambiente del calore di condensazione del vapore nelle centrali termoelettriche. Essa è utilizzata per studi, richieste di offerta, capitolati di acquisto, con l'avvertenza che i sistemi descritti non necessariamente devono appartenere ad un'unica fornitura.

### 2. Classificazione

L'energia termica posseduta dal vapore che deve essere condensato nelle centrali termoelettriche (fluido primario) viene ceduta all'ambiente circostante attraverso un fluido finale secondo modalità diverse.

L'ambiente circostante è costituito dall'atmosfera o da un corpo d'acqua superficiale.

I sistemi di raffreddamento possono essere suddivisi in primo luogo secondo la presenza o meno di un fluido intermedio tra il fluido primario ed il fluido finale e, successivamente, secondo la natura del fluido finale (vedere prospetto).

I sistemi quindi possono essere distinti in primo luogo secondo la seguente classificazione:

- a) a scambio diretto : nei quali il calore passa direttamente dal fluido primario al fluido finale;
- b) a scambio indiretto : nei quali tra il fluido primario ed il fluido finale è presente un fluido intermedio separato da essi.

Ciascun tipo di sistema viene poi ulteriormente suddiviso a seconda che il fluido finale sia costituito dall'acqua o dall'aria.

Nella classificazione non vengono considerati i sistemi che hanno fluido finale diverso da questi.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI

# Generatori di vapore Direttive per il lavaggio chimico lato acqua-vapore

UNI  
7582

Steam generators — Rules for chemical washing water-steam side

## 1. Scopo

La presente norma ha lo scopo di definire le modalità da seguire per il lavaggio chimico dei generatori di vapore lato acqua-vapore, le condizioni tecniche da soddisfare con detta operazione, di precisare le indicazioni che devono essere fornite rispettivamente dal committente e dal fornitore e le relative garanzie.

## 2. Elementi di giudizio per il ricorso al lavaggio chimico

### 2.1. Generalità

Il lavaggio chimico viene eseguito per rimuovere dalle superficie interne del generatore di vapore gli ossidi-depositi accumulatisi durante l'iter costruttivo o durante l'esercizio e i periodi di fermata.

Generalmente è limitato alle sezioni lato acqua (pareti schermo, economizzatore e collettori).

Può essere esteso alle sezioni interessate dal vapore (surriscaldatori) quando le caratteristiche costruttive del generatore di vapore non consentono di sezionare la parte acqua dalla parte vapore (caldaie ad attraversamento forzato) oppure quando lo stato delle superficie interne dei surriscaldatori richiede il lavaggio.

Sotto il termine generico di ossidi-depositi si intende comprendere i residui di oli e grassi, gli ossidi metallici dovuti alla lavorazione dei tubi ed al montaggio del generatore di vapore, gli ossidi generati dal metallo del tubo stesso durante l'esercizio e le fermate ed i depositi provenienti dai sali disciolti o da particolati in sospensione presenti nell'acqua di alimento. Gli ossidi-depositi presenti sulle superficie interne provocano due tipi di inconvenienti:

a) favoriscono l'insorgere di fenomeni corrosivi.

In particolare, per i nuovi generatori, la presenza di ossidi-depositi ostacola, alla prima messa in esercizio dell'impianto, una regolare passivazione della superficie interna dei tubi impedendo la formazione di una omogenea pellicola protettiva superficiale di magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) oppure, più in generale, di ossidi protettivi i quali, in condizione di corretto esercizio, costituiscono la migliore e unica barriera contro attacchi corrosivi;

b) costituiscono una resistenza aggiuntiva alla trasmissione del calore tale da provocare al crescere del deposito un aumento progressivo della temperatura di parete del tubo che ne diminuisce via via la resistenza meccanica fino a provocarne la rottura.

Inoltre il sollevamento degli ossidi-depositi per azione termica e/o meccanica può provocare una mancanza di refrigerazione della parete del tubo con surriscaldamenti locali repentini ed il loro accumularsi in zone preferenziali può compromettere la regolare circolazione del fluido, con conseguenti surriscaldamenti estesi e pericolo di degradazione strutturale e rottura dei tubi.

In taluni casi, ed in particolare per i nuovi impianti e in assenza di adeguati sistemi di trattamento del condensato e/o alimento, è consigliabile estendere la pulizia a tutto il ciclo termico per evitare che le impurezze ivi presenti affluiscano nel generatore di vapore nel successivo esercizio.

### 2.1.1. Lavaggio preservizio

Viene eseguito per eliminare gli eventuali residui di lavorazione dei tubi, gli ossidi formati per inadeguata conservazione dei materiali, gli eventuali residui di sabbia di lavorazione, gli agenti applicati per la protezione delle superficie interne, i residui di saldatura, il pulviscolo atmosferico ed i grassi impiegati per la eventuale mandrinatura.

È consigliabile che le sostanze di cui sopra vengano ridotte al minimo adottando opportune precauzioni in sede di costruzione, di lavorazione, di immagazzinamento e di conservazione dei materiali prima del montaggio e dell'avviamento dell'impianto.

Per generatori di vapore con pressione di progetto maggiore di 7 MPa (70 bar) è sempre necessario il lavaggio chimico in ciclo completo e cioè: trattamento alcalino, trattamento acido, passivazione temporanea e passivazione finale in temperatura. Per generatori con pressione di progetto minore di 7 MPa è indispensabile eseguire almeno la bollitura o il lavaggio alcalino. È comunque, anche in questo caso, tecnicamente consigliabile eseguire il lavaggio chimico completo poiché le caratteristiche di progetto per qualsiasi campo di pressione sono praticamente simili a quelle previste per i grandi generatori. Per quanto riguarda i surriscaldatori, il lavaggio acido effettuato secondo quanto prescritto dalla presente norma può drasticamente ridurre o sostituire le soffiature attualmente in uso con i seguenti vantaggi: riduzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico e riduzione sostanziale dei tempi di avviamento.

I lavaggi della caldaia e dei surriscaldatori devono essere effettuati avendo cura di evitare che le impurezze asportate da una sezione a monte vadano ad inquinare quella a valle.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI  
UNAVTurbine a gas  
Classificazione, definizioni e segni graficiUNI  
6008

Gas turbines — Classification, definitions and graphical symbols

## SOMMARIO

1. Scopo e campo di applicazione .....	pag. 1	6.7. Refrigeratore intermedio .....	pag. 3
2. Classificazione in base al circuito .....	" 1	6.8. Prerfrigeratore .....	" 3
2.1. Circuito aperto .....	" 1	6.9. Recuperatore del calore del gas di scarico .....	" 3
2.2. Circuito chiuso .....	" 1	6.10. Condotto del gas .....	" 3
2.3. Circuito semichiuso .....	" 1		
2.4. Circuito combinato .....	" 2	7. Definizioni relative alle apparecchiature ausiliarie .....	" 4
3. Classificazione in base al ciclo termodinamico .....	" 2	7.1. Servizio del combustibile liquido .....	" 4
3.1. Ciclo semplice .....	" 2	7.2. Impianto di alimentazione del gas combustibile .....	" 4
3.2. Ciclo rigenerativo .....	" 2	7.3. Apparecchiatura di governo e di regolazione .....	" 4
3.3. Ciclo con refrigerazione intermedia .....	" 2	7.4. Apparecchiatura di lancio .....	" 4
3.4. Ciclo con riscaldamento intermedio .....	" 2	7.5. Apparecchiatura di controllo e di protezione .....	" 4
3.5. Ciclo con spillamenti .....	" 2	7.6. Sistema olio di lubrificazione .....	" 4
4. Classificazione in base al numero di alberi .....	" 2	7.7. Sistema di refrigerazione dell'olio di lubrificazione .....	" 4
4.1. Turbina a gas monoalbero .....	" 2	7.8. Apparecchiatura di ricarica per turbine a gas a circuito chiuso .....	" 4
4.2. Turbina a gas pluri-albero .....	" 2	7.9. Silenziatore .....	" 4
5. Definizioni relative alle funzioni .....	" 2	7.10. Filtro dell'aria .....	" 4
5.1. Presa di potenza meccanica utile .....	" 2	7.11. Apparecchiatura di pulizia delle palettature .....	" 4
5.2. Estrazione di gas per utilizzazione esterna .....	" 2	7.12. Apparecchiatura di sovraccarico .....	" 4
5.3. Raffreddamento intermedio .....	" 2	7.13. Viratore .....	" 4
5.4. Prerfrigerazione .....	" 2		
5.5. Riscaldamento intermedio .....	" 2	8. Definizioni relative ai parametri di funzionamento, potenze, rendimenti e consumi ..	" 5
5.6. Utilizzazione del calore di scarico .....	" 2	8.1. Parametri di funzionamento .....	" 5
6. Definizioni relative ai componenti .....	" 3	8.2. Rendimenti .....	" 5
6.1. Turbomacchina .....	" 3	8.3. Consumi specifici .....	" 6
6.2. Turbocompressore di gas .....	" 3		
6.3. Turbina di potenza .....	" 3	9. Segni grafici e schemi .....	" 6
6.4. Turbina reversibile .....	" 3	9.1. Segni grafici .....	" 6
6.5. Camera di combustione .....	" 3	9.2. Schemi tipici di gruppi con turbina a gas .....	" 7
6.6. Riscaldatore indiretto .....	" 3		

## 1. Scopo e campo di applicazione

La presente norma fornisce la classificazione, i simboli delle grandezze fisiche e i segni grafici dei componenti e gli schemi delle installazioni con turbine a gas. La presente norma si applica a tutte le turbine a gas escluse quelle destinate ad impieghi speciali quali, per esempio, quelle destinate agli aeromobili e alla sovralimentazione dei motori alternativi a combustione interna.

Per i termini e le definizioni non contemplate nella presente norma, vedere UNI 8051 "Turbine a gas — Prove di accettazione" e UNI 8206 "Turbine a gas — Specificazioni per l'acquisto".

## 2. Classificazione in base al circuito

N° d'ordine	Termine	Definizione
2.1.	circuito aperto	Turbina a gas in cui l'aria viene aspirata dall'atmosfera ed i gas combusti vengono restituiti all'atmosfera.
2.2.	circuito chiuso	Turbina a gas in cui il gas opera in un circuito chiuso.
2.3.	circuito semichiuso	Combinazione di circuiti aperti e chiusi.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI  
UNAVTurbine a gas  
Prove di accettazioneUNI  
8051

## Gas turbines — Acceptance tests

*La presente norma concorda parzialmente con la norma ISO 2314<sup>1)</sup>.*

## S O M M A R I O

1. Scopo e campo di applicazione	pag. 1	5. Condizioni di funzionamento durante le prove . . . . .	pag. 6
2. Riferimenti . . . . .	" 2	6. Strumenti e metodi di misura . . . . .	" 7
3. Definizioni generali, significato dei termini e dei simboli . . . . .	" 2	7. Metodi di prova . . . . .	" 13
4. Preparazione delle prove . . . . .	" 5	8. Elaborazione dei risultati . . . . .	" 16
		9. Resoconto di prova . . . . .	" 24

## 1. Scopo e campo di applicazione

- 1.1. La presente norma specifica le regole e i procedimenti normalizzati da seguire per l'esecuzione delle prove di accettazione e la stesura del resoconto di prova allo scopo di determinare e/o verificare la potenza, il rendimento termico e le altre caratteristiche di prestazione degli impianti di potenza con turbina a gas. Essa stabilisce le condizioni normali di riferimento da adottare qualora non ne vengano stabilite altre al momento dell'ordinazione <sup>2)</sup>. Essa inoltre fornisce i metodi per riportare alle condizioni normali, ovvero ad altre condizioni specificate, i risultati ottenuti nelle condizioni di prova. Questa norma non ha lo scopo di fornire una base per l'esecuzione di prove genericamente intese ai fini di ricerca o sviluppo.
- 1.2. Le prove di accettazione si intendono soddisfatte se le prove obbligatorie indicate al punto 1.4 vengono eseguite secondo i procedimenti stabiliti.  
Prove facoltative possono tuttavia essere effettuate, ma esse non devono essere considerate necessarie a meno di specifico accordo tra le parti intervenute al momento dell'ordinazione.
- 1.3. La presente norma si applica ad impianti di potenza con turbine a gas a ciclo aperto, muniti di normali sistemi di combustione e si riferiscono anche ad impianti di potenza con turbina a gas a ciclo chiuso e semichiuso. Nel caso di turbina a gas che utilizzi generatori di gas a pistoni liberi o particolari sorgenti di calore (quali per esempio: impianti chimici, reattori nucleari, camere di combustione di caldaie sovralimentate), la presente norma può servire di base, ma deve essere modificata in modo adeguato.
- 1.4. **Prove obbligatorie**  
Lo scopo principale delle prove di accettazione è di determinare:
- a) la potenza nelle condizioni di funzionamento specificate (potenza gas se viene fornito solo il generatore di gas<sup>3)</sup>);
  - b) il rendimento termico, il consumo specifico di calore o di combustibile nelle condizioni di funzionamento specificate;
  - c) l'adeguatezza dei dispositivi di protezione essenziali definiti al punto 7.1.3..

(segue)

- 1) Le parti della presente norma, che non compaiono nella ISO 2314 o che sono modificate rispetto alla stessa, sono sottolineate.
- 2) I punti sui quali si deve raggiungere un accordo tra le parti, all'ordinazione o prima delle prove, sono indicati con un tratto verticale a sinistra del testo.
- 3) Previo accordo tra le parti interessate, anziché la determinazione della potenza potranno essere determinate le prestazioni utili della macchina operatrice.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. E' importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI  
UNAV

# Turbine a gas Specificazioni per l'acquisto

UNI  
8206

## Gas turbines – Procurement

La presente norma concorda con la norma ISO 3977 (vedere nota al punto 4.43).

## SOMMARIO

1. Scopo .....	pag. 1	12. Informazioni tecniche che devono essere fornite dal fornitore all'offerta .....	pag. 19
2. Campo di applicazione .....	" 1		
3. Riferimenti .....	" 2		
4. Definizioni .....	" 2	Appendici	
5. Condizioni normali di riferimento .....	" 7	A Informazioni supplementari sul combustibili .....	" 22
6. Combustibili di prova .....	" 8	B Misura della fumosità dei gas di scarico .....	" 29
7. Potenze dichiarate .....	" 8	C Determinazione del contenuto totale di ossidi di azoto nei gas di scarico delle turbine a gas .....	" 33
8. Dispositivi di comando e di protezione .....	" 9	D Manutenzione .....	" 36
9. Combustibili .....	" 13	E Sicurezza .....	" 38
10. Ambiente .....	" 15		
11. Informazioni tecniche che devono essere fornite dal committente alla richiesta d'offerta .....	" 17		

## 1. Scopo

- 1.1. La presente norma fornisce le informazioni tecniche necessarie per l'acquisto di una turbina a gas e dei suoi ausiliari. A causa della grande diversità dei modi di funzionamento delle turbine a gas, la presente norma stabilisce delle categorie distinte dei modi di funzionamento, alle quali può essere associata una potenza "nominale". Queste potenze devono essere stabilite sulla base delle condizioni normali di riferimento.
- 1.2. La presente norma fornisce un indirizzo per emettere proposte soddisfacenti a differenti condizioni ambiente e di sicurezza e fornisce pure, ove possibile, criteri atti a verificare se queste condizioni sono soddisfatte. Essa non tratta particolari regolamenti legali ai quali l'installazione deve conformarsi.
- 1.3. La presente norma definisce un sistema di riferimento unificato per tutto ciò che concerne questioni come il combustibile o altri problemi, per esempio le informazioni minime che devono essere fornite dal committente e dal fornitore. Non ha, tuttavia, la pretesa di includere tutte le informazioni necessarie per un contratto e ogni installazione di turbina a gas deve essere considerata come un caso particolare. Occorre prestare attenzione alla necessità di consultazioni tecniche tra il committente e il fornitore per assicurare la compatibilità delle apparecchiature fornite, particolarmente ove la responsabilità della fornitura è divisa.

*Nota – Per "fornitore" si intende nella presente norma sia il costruttore reale della turbina a gas sia il fornitore responsabile.*

## 2. Campo di applicazione

La presente norma è applicabile alle installazioni con turbina a gas a ciclo aperto utilizzando normali sistemi di combustione, come pure a installazioni con turbina a gas a ciclo chiuso e semichiuso. Nel caso di turbine a gas utilizzando generatori di gas a pistoni liberi o sorgenti di calore particolari (per esempio: processo chimico, reattori nucleari, camera di combustione di una caldaia sovralimentata), la presente norma può essere usata come base di partenza, ma dovrà essere opportunamente modificata.

Essa non si applica alle turbine a gas destinate agli aeromobili, alle macchine per movimento terra, ai trattori di tipo industriale o agricolo, alle automobili e agli autocarri.

Origine: CTI 10/133 – UNAV 8038

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

ACUSTICA  
CTI

42 92

Guida per la valutazione dell'impatto  
acustico ambientale per impianti con  
turbine a gasUNI  
9572

Guide to evaluate environmental noise impact for gas turbine installations

## 1. Generalità

## 1.1. Scopo

- 1.1.1. La presente norma prescrive una procedura da impiegare per l'individuazione dei livelli di pressione sonora ponderata A di impianti con turbina a gas situati in prossimità di zone abitate, al fine di valutare l'impatto acustico ambientale sulla base della reazione della collettività.

Le indicazioni date possono servire al fornitore e all'utilizzatore per la preparazione di specifiche di fornitura riguardanti i livelli sonori. Essa quindi permette di prevedere la reazione di una comunità quando siano stati prescritti i valori del livello sonoro dell'installazione.

I criteri di valutazione della reazione di una comunità ai diversi tipi di rumore danno una risposta media di gruppo e, in certi casi, i singoli giudizi possono variare come risulta dalla fig. 1, per cui il presente metodo presenta un certo grado di incertezza.

- 1.1.2. Si devono valutare due limiti di emissione acustica e cioè un limite per le turbine che non generano toni puri<sup>1)</sup> e un limite per le turbine che generano toni puri.

L'utilizzatore può indicare ambedue i valori nelle specifiche di fornitura, di modo che il costruttore interessato sia in grado di stabilire il livello sonoro appropriato alla fornitura stessa.

Il costruttore deve precisare se le emissioni acustiche del suo impianto comprendono o meno un tono puro.

- 1.1.3. La specifica di fornitura deve riguardare le emissioni acustiche della totalità dell'impianto e non quelle delle singole turbine di un sistema operativo multiplo.

## 1.2. Campo di applicazione

- 1.2.1. La presente norma si applica a impianti fissi a terra azionati da una o più turbine a gas, come previsto in 1.2 della UNI 8959.

- 1.2.2. L'utilizzo della presente norma richiede la conoscenza preliminare del ciclo operativo dell'impianto con turbina a gas e delle caratteristiche dell'ubicazione proposta e delle zone circostanti.

Si devono considerare in modo specifico le località che presentano aspetti topografici e/o demografici particolari.

- 1.2.3. La presente procedura può essere applicata alle installazioni per le quali sia prevedibile un certo impatto ambientale del rumore da esse prodotto; in presenza di caratteristiche demografiche e/o topografiche insolite, può essere necessario interpellare un esperto del settore.

## 2. Riferimenti

UNI 8959 Misura del rumore aereo emesso da impianti a turbina a gas — Prescrizioni e metodo di rilevamento

UNI 9433 Valutazione del rumore negli ambienti abitativi

## 3. Definizioni

Ai fini della presente norma si applicano le definizioni riportate nella UNI 8959, nella UNI 9433 e le seguenti:

- 3.1. **livello di pressione sonora massimo:** Valore massimo dei livelli di pressione sonora pesati, A, misurati in ogni posizione a 120 m dal luogo di installazione dell'impianto.

(segue)

1) La presenza del tono puro viene verificata quando il livello continuo equivalente nella banda eccede i livelli continui equivalenti nelle bande adiacenti di almeno 5 dB per analisi in 1/3 di ottava.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.



3.2. **livello di pressione sonora equivalente giorno e notte,  $L_{dn}$ :** Livello di pressione sonora equivalente pesato, A, durante un periodo di 24 h, con l'aggiunta di 10 dB(A) per il periodo tra le 22.00 e le 06.00, dato da:

$$L_{dn} = 10 \log \left[ 0,667 \times 10^{(L_d/10)} + 0,333 \times 10^{(L_n + 10)/10} \right]$$

dove:  $L_d = L_{eq}$  per le ore diurne dalle 06.00 alle 22.00 e  $L_n = L_{eq}$  per le ore notturne dalle 22.00 alle 06.00.

4. **Metodo per l'individuazione del livello di pressione sonora ponderato, A, sulla base delle reazioni delle comunità circostanti l'impianto**

Nel prospetto I si riporta una procedura raccomandata per l'individuazione di un livello di pressione sonora ponderato A accettabile per le comunità circostanti prodotto da un impianto completo con turbina a gas. Il livello di pressione sonora può essere calcolato secondo le fasi di seguito indicate scrivendo i risultati negli appositi spazi del prospetto I.

**Prospetto I — Procedura raccomandata per l'individuazione del livello di pressione sonora ponderato, A, alla distanza di riferimento di 120 m**

N° d'ordine	Fase	Valore
1	Scegliere il valore appropriato del livello di pressione sonora equivalente diurno/notturno esterno per la zona residenziale più vicina.	_____ dB (prendere da fig. 1)
2	Introdurre le correzioni: a) stagione b) rumore di fondo c) ciclo operativo Somma correzioni	_____ dB (prendere da prospetto II) _____ dB (prendere da prospetto II) _____ dB (prendere da prospetto III e fig. 3) + _____ dB
3	(Valore N° d'ordine 1) + (somma correzioni N° d'ordine 2) = livello sonoro raccomandato per la zona residenziale più vicina	+ _____ dB(A) _____ dB(A) (prendere da fig. 2)
4	Introdurre correzione distanza in dB(A)	_____ dB(A)
5	(Valore N° d'ordine 3) + (Valore N° d'ordine 4) = livello di specifica a 120 m per impianti senza toni puri	_____ dB(A)
6	(Valore N° d'ordine 5) - 5 dB = livello di specifica a 120 m per gli impianti con uno o più toni puri	_____ dB(A)
7	Indicare il valore del N° d'ordine 5 o 6, quale valore di pressione sonora pesata A di specifica	_____ dB(A)

4.1. Scegliere sulla fig. 1 (ordinata) la categoria di risposta/accettazione soggettiva del rumore per la comunità e determinare il corrispondente livello di pressione sonora equivalente ponderato, A, diurno/notturno esterno.

**Reazioni della comunità**

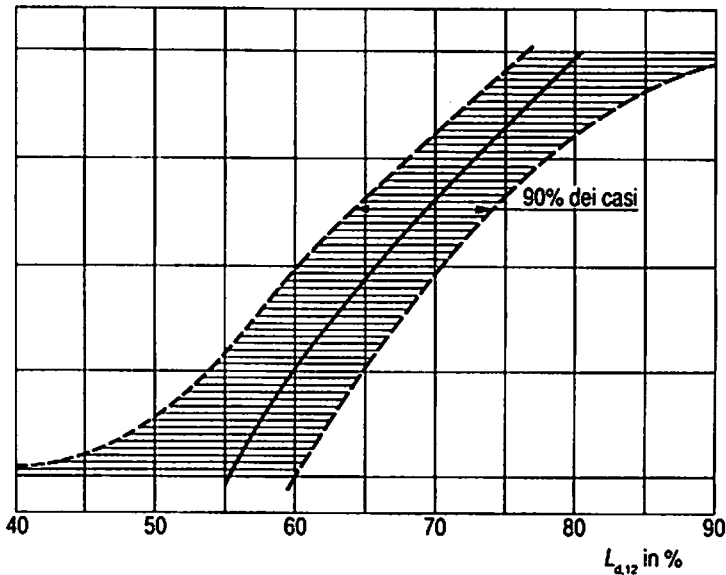
**Azione energica**

Varie minacce di ricorrere a vie legali o insistenti richieste alle autorità di far cessare il rumore.

Scontento generale o singola minaccia di ricorrere a vie legali

**Lamentele**

Nessuna reazione anche se il rumore è generalmente avvertito.



Nota — I valori tra le due curve comprendono il 90% dei casi.

Fig. 1 — Reazione di una comunità ai diversi tipi di rumore in funzione del livello di pressione sonora equivalente  $L_{d,12}$  esterno diurno/notturno del rumore prodotto in dB

**CTI  
ACUSTICA  
UNAV**

**Misura del rumore aereo emesso da impianti  
a turbina a gas  
Prescrizioni e metodo di rilevamento**

**UNI  
8959**

Measurement of airborne noise emitted by gas turbine installations — Specifications and survey method

La presente norma concorda con il progetto ISO/DIS 6190 (vedere chiarimenti).

## 1. Generalità

### 1.1. Scopo

La presente norma definisce un metodo per la misura dei livelli di pressione sonora emessi all'esterno da un impianto completo a turbina a gas. Vengono altresì date indicazioni per determinare i livelli di pressione sonora nell'ambiente circostante a tale impianto.

*Nota* — La presente norma non ha lo scopo di fornire raccomandazioni per il metodo di calcolo del livello di potenza sonora di un impianto completo, bensì di dare indicazioni per l'accettabilità al collaudo.

### 1.2. Campo di applicazione

#### 1.2.1. La presente norma si applica a impianti fissi installati a terra azionati da una o più turbine a gas.

Il metodo può essere applicato, ma non limitato, a turbine a gas azionanti generatori elettrici, compressori o pompe, in circuiti a ciclo semplice o combinato o in impianti con recupero di calore.

Il metodo non è applicabile quando la potenza meccanica fornita dalla/e turbina/e a gas è solo una piccola parte della potenza sviluppata dall'intero impianto.

#### 1.2.2. Le turbine a gas per propulsione di veicoli sono escluse dalla presente norma.

#### 1.2.3. La presente norma può essere applicata come guida per determinare i livelli di pressione sonora prodotti dalla turbina a gas e dai componenti dell'impianto completo come definito in 1.2.1.

## 2. Riferimenti

UNI ISO 266 — Acustica — Frequenze normali di misura

Pubblicazione IEC 225 (CEI 29-4) Filtri in banda di ottava, di metà ottava e di terzo di ottava previsti per l'analisi del suono e delle vibrazioni.

Pubblicazione IEC 651 (CEI 29/1) Misuratori di livello sonoro (fonometri)

## 3. Definizioni

Per gli scopi della presente norma, si applicano le definizioni seguenti.

### 3.1. livello di pressione sonora, $L_p$ : Dieci volte il logaritmo decimale del rapporto tra la media quadratica della pressione sonora e il quadrato della pressione sonora di riferimento, espresso in decibel:

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2}$$

Con il valore rilevato deve essere indicata la modalità con la quale è stata fatta la misura, il filtro impiegato, il centro banda o l'ampiezza della banda di frequenza utilizzata. Per esempio, il livello di pressione sonora ponderato in frequenza secondo la curva A, il livello di pressione sonora filtrato in banda di ottava.

La pressione sonora di riferimento è 20  $\mu$ Pa.

### 3.2. caratteristiche di ponderazione di frequenza e filtri in banda di ottava: Caratteristica di ponderazione di frequenza A conforme alla pubblicazione IEC 651.

I filtri in banda di ottava devono essere conformi alla pubblicazione IEC 225.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI	Combustibili gassosi per turbine a gas Prescrizioni	UNI 9495
<p>Gaseous fuels for gas turbines — Specifications</p> <p><b>1. Generalità</b></p> <p><b>1.1. Scopo e campo di applicazione</b></p> <p>La presente norma riguarda i criteri di impiego dei combustibili gassosi per turbine a gas, usate nelle centrali termoelettriche, in campo industriale e navale.</p> <p>Essa fornisce i requisiti dei combustibili al momento e nel luogo del passaggio della loro custodia all'utilizzatore della turbina e non considera i problemi relativi alla regolazione del gas, per i quali si rimanda ad accordi tra committente e fornitore. La presente norma è da utilizzare come guida per le parti interessate quali i costruttori di turbine, i fornitori e gli utilizzatori.</p> <p>Nota — <i>La presente norma non esclude normative legali o fiscali più restrittive.</i></p> <p><b>1.2. Classificazione</b></p> <p>I combustibili gassosi oggetto della presente norma sono classificati in base al loro potere calorifico inferiore (vedere UNI 7439 e UNI 7839).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Potere calorifico inferiore in condizioni normali uguale o maggiore di 18 000 kJ/m<sup>3</sup> (4 300 kcal/m<sup>3</sup>). La combustione del gas avviene usando impianti d'iniezione e di regolazione unificati.</li> <li>— Potere calorifico inferiore in condizioni normali compreso tra 13 000 e 18 000 kJ/m<sup>3</sup> (tra 3 100 e 4 300 kcal/m<sup>3</sup>). La combustione del gas avviene utilizzando apparecchiature speciali sia per la movimentazione sia per l'iniezione e la regolazione. Il costruttore della turbina deve essere consultato.</li> <li>— Potere calorifico inferiore in condizioni normali maggiore di 3 000 e minore di 13 000 kJ/m<sup>3</sup> (maggiore di 700 e minore di 3 100 kcal/m<sup>3</sup>). Il gas richiede impianti di combustione speciali. Il costruttore della turbina deve essere consultato.</li> </ul> <p>Per miscele di propano e di butano sono richieste apparecchiature speciali per la movimentazione.</p> <p>È sempre necessario specificare al costruttore della turbina il potere calorifico del gas da impiegare e fornire l'analisi chimica completa per consentire al costruttore la scelta dei migliori sistemi di combustione, di iniezione e di regolazione. Per condizioni normali del combustibile gassoso si intendono 273,16 K (0 °C) e 101,3 kPa (760 mmHg).</p> <p><b>2. Riferimenti</b></p> <p>UNI 7439 Determinazione del potere calorifico di combustibili gassosi con il calorimetro a flusso d'acqua</p> <p>UNI 7839 Dati termodinamici per il calcolo del potere calorifico dei combustibili gassosi</p> <p><b>3. Variazione del potere calorifico</b></p> <p>In genere il sistema di iniezione e di regolazione consentono di usare gas aventi variazioni giornaliere del potere calorifico entro il 10%. Le variazioni del potere calorifico inferiore del gas dipendono dalle variazioni della composizione del gas; queste provocano anche variazioni dei parametri fisici.</p> <p>Un metodo approssimato per il controllo del comportamento di un sistema di regolazione e di iniezione del gas, che tiene conto di entrambi gli effetti, è basato sull'uso del parametro:</p> $\frac{\text{potere calorifico inferiore}}{\text{radice quadrata della massa volumica}}$ <p>È infine necessario specificare al costruttore la massa volumica o meglio l'analisi chimica completa del gas per tutto il campo delle variazioni previste.</p> <p style="text-align: right;">(segue)</p> <p>Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.</p>		

CTI

Turbine a vapore industriali  
Metodi di provaUNI  
9020

## Industrial steam turbine — Test methods

La presente norma concorda con la norma BS 5968-80.

## 1. Generalità

## 1.1. Scopo e campo di applicazione

1.1.1. La presente norma fornisce le basi per l'esecuzione delle prove di collaudo, il calcolo e la presentazione dei risultati di turbine a contropressione, a condensazione, a derivazione e a più pressioni di ammissione, per usi industriali. Le prove di collaudo hanno lo scopo di verificare le garanzie riguardanti una o più delle seguenti prestazioni:

- potenza;
- consumo di vapore (o di calore);
- regolazione di velocità;
- intervento delle protezioni.

La presente norma si applica ai seguenti tipi di turbine.

- a) Turbine a contropressione (senza spillamenti o derivazioni) in cui tutto il vapore immesso viene scaricato ad una pressione determinata.
- b) Turbine a contropressione e derivazione, analoghe a quelle tipo a), ma con la differenza che parte del vapore viene estratta ad una o più pressioni regolate ed inviate a processi industriali.
- c) Turbine a condensazione pura, in cui tutto il vapore viene inviato ad un condensatore.
- d) Turbine a condensazione con spillamenti, analoghe a quelle tipo c), ma nelle quali parte del vapore viene estratta da stadi intermedi per preriscaldare il condensato (ciclo rigenerativo).
- e) Turbine a condensazione e derivazione, dalle quali parte del vapore viene estratta ad una o più pressioni regolate ed inviate a processi industriali.
- f) Turbine a condensazione, a pressione mista, cioè con più ammissioni di vapore a pressioni diverse.
- g) Turbine a condensazione, a pressione mista, e a derivazione, analoghe a quelle tipo f) ma nelle quali parte del vapore viene estratto da una o più derivazioni a pressione regolata.

1.1.2. Come le turbine tipo c) e d), anche quelle tipo e), f) e g) possono essere previste per funzionare con un ciclo rigenerativo.

1.1.3. La presente norma, con le dovute aggiunte, può essere applicata anche in caso di turbine simili al tipo c) e d), ma in cui il vapore venga risurriscaldato dopo una parziale espansione (turbine a risurriscaldamento) e la dimensione dell'impianto non giustifichi l'applicazione delle norme di collaudo per turbine di grande potenza che sono oggetto della norma CEI 5-3-VI-1967.

## 1.2. Grandezze, simboli e unità di misura

Nel prospetto I sono riportate le grandezze che vengono solitamente prese in considerazione nelle prove e nei calcoli, nonché i simboli usati per identificarle.

Prospetto I — Grandezze (denominazioni, simboli e unità di misura)

Denominazione	Simbolo	Unità SI (e altre tollerate)
Potenza	$P$	kW, MW
Portata in massa	$M$	kg/s, t/h
Pressione assoluta	$p$	MPa, bar
Pressione effettiva	$p$	MPa, bar
Temperatura	$t$	°C
Entalpia del vapore	$H$	kJ/kg
Entalpia dell'acqua	$h$	kJ/kg
Velocità di rotazione	$n$	giri/s, giri/min
Consumo specifico di calore	$q_s$	kJ/kWs, kJ/kWh
Consumo specifico di vapore	$m_s$	kg/kWs, kg/kWh
Rendimento termico	$\eta$	%
Calore specifico dell'acqua	$c$	kJ/kg °C
Densità (massa/volume)	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>
Volume specifico (volume/massa)	$v$	m <sup>3</sup> /kg

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI

Condensatori di vapore  
a superficieUNI  
8122

Dati per l'ordinazione, l'offerta, l'accettazione e il collaudo

Surface steam condensers - Data for order, offer, acceptance and testing

## SOMMARIO

1.	Scopo .....	pag. 1	7.7.	Prescrizioni riguardanti le lavorazioni, montaggio, controlli e prove.....	pag. 17
2.	Generalità .....	" 1	8.	Dati per l'accettazione e il collaudo termodinamico.....	" 20
2.1.	Funzione dei condensatori di vapore a superficie.....	" 1	8.1.	Principi informativi.....	" 20
2.2.	Comportamento operativo.....	" 2	8.2.	Strumenti e procedimenti di misura.....	" 22
3.	Grandezze .....	" 4	9.	Determinazione del fattore di pulizia.....	" 27
4.	Nomenclatura .....	" 7	9.1.	Insudiciamento dei tubi.....	" 27
5.	Dati per l'ordinazione e l'offerta.....	" 8	9.2.	Fattore di pulizia.....	" 27
5.1.	Generalità.....	" 8	9.3.	Strumenti ed apparecchi.....	" 27
5.2.	Disegni relativi alla fornitura.....	" 8	9.4.	Grandezze da determinare.....	" 28
5.3.	Materiali e modalità di lavorazione.....	" 8	9.5.	Selezione dei tubi campione.....	" 28
5.4.	Progettazione e costruzione.....	" 8	9.6.	Tubi nuovi.....	" 28
5.5.	Spedizione e trasporto dei componenti la fornitura.....	" 9	9.7.	Adduzione dell'acqua condensatrice ai tubi campione.....	" 28
5.6.	Disegni definitivi.....	" 9	10.	Collaudo degli elettrodi a vapore.....	" 29
5.7.	Montaggio e messa in funzione dell'impianto.....	" 9	10.1.	Premessa.....	" 29
5.8.	Lista dei componenti l'impianto di condensazione del vapore in offerta e/o in ordinazione.....	" 9	10.2.	Principi informativi.....	" 29
6.	Impianto di estrazione dell'aria.....	" 10	10.3.	Strumenti e procedimenti di misura.....	" 30
6.1.	Premessa.....	" 10	11.	Espressione dei risultati.....	" 30
6.2.	Pressione di aspirazione.....	" 11	11.1.	Tabelle del vapore.....	" 30
6.3.	Temperatura di aspirazione.....	" 11	11.2.	Potenza termica del condensatore.....	" 31
6.4.	Potenzialità dell'impianto di estrazione dell'aria.....	" 11	11.3.	Portata e velocità dell'acqua condensatrice.....	" 32
6.5.	Potenzialità degli elettrodi di avviamento.....	" 15	11.4.	Determinazione del coefficiente di trasmissione del calore.....	" 33
6.6.	Dimensionamento della valvola di sfogo all'atmosfera.....	" 15	11.5.	Coefficiente di trasmissione del calore per i tubi campione.....	" 40
7.	Dimensionamento del condensatore.....	" 16	11.6.	Portata d'acqua nel tubo di prova.....	" 41
7.1.	Scelta dei materiali.....	" 16	11.7.	Resistenza dovuta all'insudiciamento.....	" 41
7.2.	Pressione di progetto e di prova idraulica in officina.....	" 16	11.8.	Portata d'aria degli elettrodi.....	" 41
7.3.	Spessori delle membrane.....	" 16	11.9.	Consumo di vapore dell'elettore.....	" 42
7.4.	Superficie di scambio.....	" 16	12.	Resoconto di collaudo.....	" 43
7.5.	Bacino caldo.....	" 16	12.1.	Schema di resoconto tabellare.....	" 43
7.6.	Accettazione dei materiali.....	" 16	12.2.	Esempio di compilazione dello schema di resoconto tabellare.....	" 48
			Appendice — Raccomandazioni concernenti i condensatori di vapore a superficie per impianti nucleotermoelettrici.....	" 54	

## 1. Scopo

La presente norma si applica ai condensatori di vapore a superficie per impianti termoelettrici e nucleotermoelettrici. Essa ha lo scopo di fornire gli elementi necessari che intercorrono tra committente e fornitore per l'accettazione ed il collaudo degli impianti.

## 2. Generalità

## 2.1. Funzione dei condensatori di vapore a superficie

La funzione precipua dei condensatori di vapore a superficie per impianti motori a turbina è di creare a valle dei turbomotori a vapore un ambiente a pressione notevolmente minore dell'atmosfera al triplice scopo di:

- accrescere le differenze di entalpia fra l'ingresso e l'uscita del vapore dal turbomotore, rendendo disponibili per l'utilizzazione cadute termodinamiche considerevolmente maggiori;

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI

Requisiti delle acque per generatori di vapore e  
relativi impianti di trattamentoUNI  
7550

Boiler water requirements and related water treatment plants

## SOMMARIO

1.	Generalità .....	pag.	1	9.	Impianti con resine a scambio ionico .....	pag.	19
1.1.	Scopo .....	"	1	9.1.	Campo d'impiego .....	"	19
1.2.	Campo di applicazione .....	"	2	9.2.	Definizioni .....	"	19
				9.3.	Descrizione della fornitura .....	"	22
2.	Acque per generatori .....	"	2	10.	Impianti di dissalazione parziale .....	"	23
2.1.	Caratterizzazione delle acque .....	"	2	10.1.	Campo d'impiego .....	"	23
2.2.	Controlli sulle caratteristiche delle acque .....	"	6	10.2.	Definizioni .....	"	23
2.3.	Caratteristiche delle acque di alimenta- zione e di esercizio del generatore di va- pore .....	"	8	10.3.	Descrizione della fornitura .....	"	26
2.4.	Controlli dei cicli acqua-vapore .....	"	9	11.	Impianti di degassazione .....	"	26
2.5.	Valori limite e frequenza dei controlli con- sigliati .....	"	9	11.1.	Degassazione fisica .....	"	27
				11.2.	Degassazione chimica .....	"	27
3.	Classificazione e scelta del tipo di im- pianto di trattamento .....	"	12	12.	Impianti di purificazione del conden- sato .....	"	28
3.1.	Classificazione .....	"	12	12.1.	Campo d'impiego .....	"	28
3.2.	Scelta del tipo di impianto .....	"	12	12.2.	Scelta del tipo di impianto .....	"	28
4.	Indicazioni del committente .....	"	13	12.3.	Tipi di impianto .....	"	28
5.	Indicazioni del fornitore .....	"	13	12.4.	Criteri di progettazione e dimensiona- mento .....	"	31
				12.5.	Descrizione della fornitura .....	"	31
6.	Collaudo .....	"	14	13.	Condizionamento chimico e relativi Impianti di dosaggio .....	"	31
6.1.	Oggetto .....	"	14	13.1.	Campo d'impiego .....	"	31
6.2.	Condizioni di collaudo .....	"	14	13.2.	Classificazione dei condizionanti .....	"	31
6.3.	Sistemi di riferimento .....	"	15	13.3.	Impianto di dosaggio .....	"	33
6.4.	Collaudi particolari .....	"	15	13.4.	Descrizione della fornitura .....	"	34
7.	Impianti di pretrattamento .....	"	15	13.5.	Indicazioni del committente .....	"	34
7.1.	Campo d'impiego .....	"	15	13.6.	Indicazioni del fornitore .....	"	34
7.2.	Definizioni .....	"	15				
7.3.	Descrizione della fornitura .....	"	17				
8.	Impianti di addolcimento chimico ....	"	17				
8.1.	Campo d'impiego .....	"	17				
8.2.	Definizioni .....	"	17	A 1.	Generalità .....	"	35
8.3.	Descrizione della fornitura .....	"	18	A 2.	Indice delle schede .....	"	35

## 1. Generalità

## 1.1. Scopo

La presente norma ha lo scopo:

- di fissare i limiti dei parametri chimico-fisici delle acque dei generatori di vapore in relazione alle caratteristiche dei generatori stessi;
- di fornire le istruzioni per la scelta, l'offerta, la fornitura ed il collaudo degli impianti di trattamento delle acque per generatori di vapore a fuoco diretto;
- di indicare i sistemi per un corretto trattamento e condizionamento chimico-fisico del ciclo acqua-vapore;
- di indicare la metodologia di controllo e di analisi per i parametri di cui sopra e per quelli relativi agli impianti di trattamento.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

## **1.2. Campo di applicazione**

La presente norma è applicabile:

- alle acque relative ai generatori di vapore a fuoco diretto: acqua di alimentazione, acqua del generatore, vapore prodotto;
- agli impianti per il trattamento ed il condizionamento chimico-fisico delle acque di cui sopra;
- ai metodi analitici di controllo delle acque di cui sopra.

La presente norma non contempla il trattamento delle acque per generatori di vapore a pressione non maggiore di 1 bar e per cicli ad acqua surriscaldata operanti a temperatura non maggiore di 180 °C, facenti oggetto della UNI 8065.

## **2. Acque per generatori**

### **2.1. Caratterizzazione delle acque**

Per la definizione del sistema di trattamento più idoneo è fondamentale la conoscenza qualitativa e quantitativa delle varie sostanze presenti nell'acqua, che possono essere classificate come di seguito.

#### **2.1.1. Sostanze in sospensione**

Disperse grossolanamente, formano un sistema nettamente bifasico con il solvente. Di regola hanno dimensioni maggiori di 1  $\mu\text{m}$ .

#### **2.1.2. Sostanze colloidali**

Agglomerati di atomi o molecole che formano un sistema a due fasi con il solvente. Mostrano proprietà elettroforetiche. Di regola hanno dimensioni comprese fra 1  $\mu\text{m}$  ed 1 nm.

#### **2.1.3. Sostanze in soluzione**

Prevalentemente in forma ionica, ed alcune allo stato molecolare, formano un'unica fase con il solvente. Di regola hanno dimensioni minori di 1 nm.

#### **2.1.4. Le sostanze in sospensione e colloidali, nonché alcune tra quelle in soluzione, possono dare un aspetto particolare all'acqua: torbidità, colore, ecc... Ciò però non è sufficiente per la valutazione o caratterizzazione di un'acqua, mentre di massima è più importante la conoscenza della sua provenienza. Nel prospetto I sono elencati e descritti i principali parametri che effettivamente caratterizzano le acque. Sono indicati anche i metodi di analisi consigliati in riferimento alle schede di analisi riportate in appendice alla presente norma e viene brevemente accennato all'influenza che i parametri stessi hanno nei sistemi di utilizzazione (pre-scindendo da concentrazioni e interazioni).**

(segue)

CTI

## Dati termodinamici per il calcolo del potere calorifico dei combustibili gassosi

UNI  
7839

Thermodynamic data for computation of calorific value for gaseous fuels

### 1. Oggetto

La presente norma fornisce i poteri calorifici dei combustibili gassosi a 25 °C e 101 kPa (760 torr) per il calcolo del potere calorifico di miscele gassose in base alla composizione determinata per analisi.

### 2. Definizioni

#### 2.1. Potere calorifico superiore $H_u$ (denominato anche calore di combustione) di un gas

Quantità di calore liberata per combustione completa di un gas secco con ossigeno a  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  (liquida), quando i prodotti di reazione vengono riportati alle condizioni di partenza e cioè a 25 °C e a 101 kPa (760 torr).

#### 2.2. Potere calorifico inferiore $H_i$

Quantità di calore liberata per combustione completa di un gas secco con ossigeno a  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  (vapore), quando i prodotti di reazione vengono riportati alle condizioni di partenza e cioè a 25 °C e 101 kPa (760 torr).

Una differenza fra potere calorifico superiore e potere calorifico inferiore si ha soltanto per combustibili che contengono idrogeno e corrisponde appunto al calore di evaporazione dell'acqua formata, pari a 2 441 kJ/kg (583 kcal/kg).

### 3. Valori dei poteri calorifici dei combustibili gassosi (vedere anche appendice)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.



CTI

# Apparecchiature di controllo termico per generatori di vapore Istruzioni per l'installazione

UNI  
8371

Thermic control devices for steam generators — Setting-up instructions

## 1. Scopo

La presente norma fornisce le istruzioni circa il tipo delle apparecchiature da installare sui generatori di vapore e di acqua surriscaldata industriali allo scopo di permettere un controllo del comportamento dei generatori stessi sotto il profilo energetico con conseguenti riflessi sul rendimento termico.

Gli apparecchi di misura e controllo sono stati previsti per:

- l'acqua di alimentazione;
- il vapore e/o l'acqua surriscaldata;
- il combustibile e il fluido ausiliario;
- l'aria comburente;
- i prodotti della combustione (fumi).

## 2. Categorie

Le apparecchiature da installare secondo la presente norma hanno il solo scopo di permettere il controllo e non la regolazione.

Il tipo e l'entità delle misure e dei controlli da effettuare sui generatori di vapore e di acqua surriscaldata a fiamma diretta (non a recupero) sono stati previsti nel prospetto I in funzione della potenza dei singoli generatori suddivisi nelle categorie convenzionali secondo la potenza resa all'utenza (produzione di vapore).

Prospetto I — Categorie di generatori

Categoria	Produzione di vapore t/h	Potenza termica equivalente in acqua surriscaldata *	
		kW	kcal/h
A	da 0,3 fino a 2	da 210 fino a 1 400	da 180 000 fino a 1 200 000
B	oltre 2 fino a 10	oltre 1 400 fino a 7 000	oltre 1 200 000 fino a 6 000 000
C	oltre 10 fino a 30	oltre 7 000 fino a 21 000	oltre 6 000 000 fino a 18 000 000
D	oltre 30	oltre 21 000	oltre 18 000 000

\* Convenzionalmente si intende che 700 W (600 kcal/h) corrispondano a circa 1 kg/h di vapore saturo.

Le apparecchiature di sicurezza e di controllo riguardanti la conduzione dei generatori con riferimento alla sicurezza e facenti parte di particolari norme prevenzionistiche non sono contenute nella presente norma.

## 3. Apparecchi di misura e controllo

Nei prospetti II, III, IV e V sono elencati gli apparecchi di misura e controllo da installare per il controllo degli elementi indicati nella prima colonna di ogni prospetto per le differenti categorie di generatori.

Il numero degli apparecchi da installare per le varie misure, in relazione alle quattro categorie convenzionali nelle quali sono stati suddivisi i generatori di vapore e di acqua surriscaldata, è considerato solo quale limite inferiore. Nella quarta colonna vengono indicati gli apparecchi di misura e controllo che possono essere installati in alternativa con altri.

### Esempio

Prospetto II, posizione 2: Misuratore temperatura acqua alimento ingresso caldaia; nella colonna quarta viene indicato il 4, cioè tale apparecchio di misura può essere omesso qualora esista quello indicato alla posizione 4.

A sua volta lo strumento indicato alla precitata posizione 4, essendo in alternativa con quello indicato alla posizione 2, può essere omesso qualora esista quello relativo alla posizione 2.

## 4. Caratteristiche degli apparecchi di misura e controllo

Il grado di precisione dei singoli strumenti di misura impiegati per quanto previsto nella presente norma deve essere contenuto nei limiti sottoindicati:

- per indicatori e registratori:  $\pm 0,5\%$  del fondo scala (cioè classe 0,5);
- per totalizzatori od integratori:  $\pm 1,5\%$  del fondo scala (scala classe 1,5).

Per singolo strumento si intende quello che determina la singola funzione della catena delle misure.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI

I/146a

# Sistemi per processi di cogenerazione

## Definizioni e classificazione

UNI  
8887

### Systems for cogeneration processes — Definitions and classification

## 1. Generalità

### 1.1. Scopo

Lo scopo della presente norma è quello di:

- definire e classificare i diversi sistemi di cogenerazione;
- introdurre specifiche definizioni per componenti caratteristici del sistema nonché i limiti (anche convenzionali) nella relativa catena di interconnessione;
- definire indici e parametri caratteristici atti ad individuare la qualità e le prestazioni in termini energetici per quanto oggetto della presente norma;
- definire le prestazioni in condizioni nominali e in altre condizioni significative dei sistemi di cogenerazione.

La presente norma non considera gli aspetti connessi a quanto segue in quanto possono essere oggetto di separate successive norme:

- capitolati per l'offerta e l'ordinazione;
- costruzione, inclusi i materiali impiegati;
- prove di collaudo e di accettazione;
- garanzie;
- criteri di valutazione tecnico/economica degli impianti.

### 1.2. Campo di applicazione

La presente norma si applica ad ogni sistema di cogenerazione indipendentemente:

- dalla sorgente energetica;
- dall'entità dei flussi energetici e dei loro rapporti;
- dai settori di appartenenza dei produttori e degli utilizzatori (industriale, servizi, residenziale, agricolo, ecc.).

### 1.3. Grandezze

Denominazione	Simbolo	Unità di misura
Consumo specifico convenzionale per produzione di energia meccanica/elettrica	$CS_{ME}$	—
Consumo specifico convenzionale per produzione di calore	$CS_O$	—
Indice (meccanico) elettrico caratteristico	$I$	—
Indice di risparmio di energia primaria	$IR$	—
Numero delle sorgenti energetiche che alimentano il sistema	$i$	—
Numero degli utilizzatori termici di calore a temperatura medio/alta presenti nel sistema	$m$	—
Numero degli utilizzatori termici a bassa temperatura presenti nel sistema	$n$	—
Numero degli utilizzatori di potenza meccanica/elettrica presenti nel sistema	$o$	—
Numero dei pozzi di calore presenti nel sistema	$p$	—
Potenza resa dall'iesima fonte energetica, ivi inclusi gli assorbimenti di potenza dovuti alla circolazione dei fluidi vettori del calore; per combustibili, si assume convenzionalmente pari al prodotto del potere calorifico inferiore (riferito alle condizioni nominali di 15 °C) per la portata del combustibile stesso	$PF_i$	kW
Equivalenti meccanico della potenza $PF_i$ fornita dall'iesima fonte energetica	$PFM_i$	kW
Potenza meccanica al giunto verso la macchina operatrice dell'iesimo utilizzatore meccanico, o potenza elettrica ai morsetti di uscita verso l'iesimo utilizzatore elettrico (al netto di tutti gli assorbimenti interni)	$PME_i$	kW
Potenza meccanica ottenibile idealmente dalla potenza termica $Q_i$	$PQ_i$	kW
Potenza termica generica, fornita dall'iesima fonte energetica o resa ad un utilizzatore termico	$Q_i$	kW

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI

**Gruppi per la produzione combinata di energia elettrica e calore azionati da motori alternativi a combustione interna**  
**Metodi di prova in laboratorio**

UNI  
8888

Combined generation of heat and electric power units operated by internal combustion reciprocating engines — Laboratory test standards

**1. Generalità****1.1. Scopo**

La presente norma riguarda i gruppi per la produzione combinata di energia elettrica e calore (di cogenerazione) azionati da motori alternativi a combustione interna, alimentati con combustibili liquidi e/o gassosi, di potenza e caratteristiche tali che ne consentano la prova in laboratorio.

La presente norma stabilisce i metodi di prova da adottare per determinare le potenze elettriche e termiche utili, i consumi di energia ed i rendimenti di prototipi di serie industriali.

**1.2. Campo di applicazione**

La presente norma si applica a gruppi di cogenerazione azionati da motori alternativi a combustione interna che utilizzano come fluido termovettore acqua calda a temperatura minore di 100 °C oppure acqua surriscaldata.

La presente norma non riguarda i metodi di prova da adottare in campo (in loco) su gruppi che non possono essere provati in laboratorio; inoltre essa non riguarda le apparecchiature per la connessione a reti elettriche o comunque i dispositivi per il comando e controllo della potenza elettrica prodotta.

**1.3. Riferimenti**

- UNI 7936 Generatori di calore ad acqua calda con potenza termica fino a 2,3 MW, funzionanti con combustibile liquido e/o gassoso e bruciatori ad aria soffiata — Prova termica
- UNI 8887 Sistemi per processi di cogenerazione — Definizioni e classificazione
- ISO 3046/1 Motori alternativi a combustione interna — Prestazioni — Condizioni di riferimento standard e dichiarazione della potenza, del consumo di combustibile e del consumo di olio lubrificante

**1.4. Definizioni**

Oltre a quanto definito nella UNI 8887, valgono le seguenti definizioni.

- 1.4.1. gruppo di cogenerazione:** Insieme del motore, del generatore elettrico e degli apparati per il recupero termico funzionalmente associabili, con gli ausiliari necessari all'esercizio, disgiuntamente da altri sistemi a cui possono essere collegati.
- 1.4.2. potenza meccanica utile:** Potenza meccanica netta sull'albero motore resa disponibile per il generatore elettrico.
- 1.4.3. potenza meccanica utile nominale:** Massima potenza meccanica utile indicata dal fabbricante per funzionamento continuo senza variazioni di carico.
- 1.4.4. potenza elettrica utile:** Potenza elettrica attiva misurata ai terminali di uscita del gruppo al netto degli ausiliari necessari per il funzionamento del gruppo stesso.
- 1.4.5. potenza termica utile:** Potenza termica disponibile alle flange di collegamento del gruppo.
- 1.4.6. potenza immessa:** Prodotto del potere calorifico inferiore per la portata del combustibile.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI UNAV	Combustibili liquidi derivati dal petrolio per turbine a gas Prescrizioni	UNI 9247
Petroleum products — Gas turbine fuel oils — Specifications		
<b>1. Generalità</b>		
<b>1.1. Scopo e campo di applicazione</b>		
<p>La presente norma riguarda la scelta dei combustibili liquidi per turbine a gas (vedere ISO 3977 = UNI 8206), derivati dal petrolio, usati nelle centrali termoelettriche, in campo industriale e navale.</p> <p>Essa fornisce i requisiti dei combustibili al momento e nel luogo del passaggio della loro custodia all'utilizzatore della turbina. La presente norma è da utilizzare come guida per le parti interessate quali i costruttori di turbine, i fornitori e gli acquirenti di combustibili.</p> <p>Ulteriori informazioni sulla qualità del combustibile iniettato nella/e camera/e di combustione della turbina sono fornite nell'appendice A.</p> <p>Il significato dei termini e dei metodi di prova utilizzati nella presente norma è riportato nell'appendice B.</p> <p>Le appendici A e B sono fornite solo per informazione e possono far parte della presente norma solo dietro accordo tra le parti interessate.</p> <p><i>Nota — La presente norma non esclude il rispetto di normative legali o fiscali più restrittive.</i></p>		
<b>1.2. Classificazione</b>		
<p>I combustibili oggetto della presente norma sono stati classificati in categorie secondo la ISO 8216/2.</p> <p><i>Nota — La ISO 8216/2 fa riferimento a differenti qualità di combustibile, che per ragioni di chiarezza e semplicità sono state espresse utilizzando il solo carattere numerico (0, 1, 2, 3 o 4), in quanto le lettere contenute nei simboli completi non hanno alcun riferimento diretto con i requisiti riportati nel prospetto I.</i></p>		
<b>2. Riferimenti</b>		
<p>ISO 2160 Prodotti derivati dal petrolio — Corrosione su rame — Metodo della lama di rame (equivalente a ASTM D 130)</p> <p>ISO 2719 Prodotti derivati dal petrolio — Determinazione del punto di infiammabilità — Metodo del vaso chiuso di Pensky-Martens (equivalente a ASTM D 93)</p> <p>ISO 3013 Combustibili per aviazione — Determinazione del punto di congelamento (equivalente a ASTM D 2386)</p> <p>ISO 3015 Combustibili derivati dal petrolio — Determinazione del punto di nebbia (equivalente a ASTM D 2500)</p> <p>ISO 3016 Combustibili derivati dal petrolio — Determinazione del punto di scorrimento (equivalente a ASTM D 97)</p> <p>ISO 3104 Prodotti derivati dal petrolio — Liquidi trasparenti ed opachi — Determinazione della viscosità cinematica e calcolo della viscosità dinamica (equivalente a ASTM D 445)</p> <p>ISO 3170 Prodotti derivati dal petrolio — Idrocarburi liquidi — Campionamento manuale (equivalente a ASTM D 270)</p> <p>ISO 3405 Prodotti derivati dal petrolio — Determinazione delle caratteristiche di distillazione (equivalente a ASTM D 86)</p> <p>ISO 3675 Petrolio e prodotti liquidi derivati dal petrolio — Determinazione della massa volumica assoluta e relativa — Metodo idrometrico (equivalente a ASTM D 1298)</p> <p>ISO 3733 Prodotti derivati dal petrolio e materiali bituminosi — Determinazione dell'acqua — Metodo per distillazione (equivalente a ASTM D 95)</p> <p>ISO 3735 Petrolio greggio e combustibili — Determinazione dei sedimenti col metodo per estrazione (equivalente a ASTM D 473)</p> <p>ISO 3977 (UNI 8206) — Turbine a gas — Specifiche per l'acquisto</p> <p>ISO 4259 Determinazione ed applicazione dei dati di precisione (equivalente a ASTM B S 4306)</p> <p>ISO 4260 Prodotti derivati dal petrolio — Determinazione del tenore di zolfo — Metodo per combustione di Wickbold (equivalente a ASTM D 2785)</p> <p>ISO 4262 Prodotti derivati dal petrolio — Determinazione del residuo carbonioso — Metodo di Ramsbottom (equivalente a ASTM D 524)</p> <p>ISO 6245 Prodotti derivati dal petrolio — Determinazione della cenere (equivalente a ASTM D 482)</p> <p>ISO 8216/2 Combustibili liquidi derivati dal petrolio (classe F) — Classificazione — Combustibili liquidi derivati dal petrolio per turbine a gas</p>		
(segue)		
Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.		

CTI

Generatori di vapore a recupero  
Collaudo energeticoUNI  
9481

## Waste heat boilers — Performance tests

## 1. Scopo e campo di applicazione

La presente norma fornisce i criteri per la definizione e la determinazione delle prestazioni energetiche dei generatori di vapore a recupero, in condizioni che assicurino l'ottenimento di risultati ripetibili e confrontabili, permettendo di stabilire le grandezze oggetto di garanzia contrattuale, e di verificarne i valori.

La norma si applica ai generatori di vapore a recupero, così come risultano definiti e classificati nella UNI 8885, indicati nel seguito per brevità con la sigla GdVR, cioè agli impianti che recuperano calore da effluenti aeriformi dando luogo a produzione di vapore d'acqua.

Ai fini del bilancio energetico degli apparecchi oggetto della presente norma, si considerano solo i contributi associati al contenuto termico e all'energia di pressione dell'effluente aeriforme; non si considerano invece le energie cinetica e potenziale del medesimo effluente.

Conseguentemente la valutazione del contenuto energetico dell'effluente aeriforme viene effettuata utilizzando la funzione entalpia.

## 2. Riferimenti

- UNI 7708 Generatori di vapore — Prove di collaudo termico  
 UNI 7937 Termometri a resistenza di platino — Marcatura e caratteristiche statiche  
 UNI 7938 Termocoppie — Classificazione e caratteristiche statiche  
 UNI 8885 Definizione e classificazione degli impianti a recupero del calore da effluenti aeriformi per produzione di vapore d'acqua  
 CNR UNI 10023 Misura di portata di correnti fluide a mezzo di diaframmi, boccagli o venturimetri inseriti su condotte in pressione a sezione circolare

## 3. Grandezze, definizioni e parametri di funzionamento

## 3.1. Grandezze (denominazioni, simboli ed unità di misura)

Definizione o denominazione	Simbolo	Unità di misura
Produzione del GdVR	$G$	kg/h
Potere calorifico	$H$	kJ/kg
Exergia massica	$E$	kJ/kg
Entropia massica	$S$	kJ/(kg · K)
Portata massica	$M$	kg/s
Potenza	$P$	kW
Portata di calore	$q$	kJ/s
Massa di vapore d'acqua nella unità di massa di aria anidra o di effluente aeriforme anidro	$U$	kg/kg
Calore specifico a pressione costante	$c_p$	kJ/(kg · °C)
Entalpia massica	$h$	kJ/kg
Pressione assoluta	$p$	kPa
Temperatura	$t$	°C
Temperatura assoluta	$T$	K
Massa volumica	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>
Rendimento	$\eta$	Rapporto adimensionale
Efficienza dell'involucro del GdVR	$\epsilon$	Rapporto adimensionale

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

CTI

**Gruppi per la produzione combinata di energia elettrica  
e calore azionati da motori alternativi  
a combustione interna  
Metodi di prova in campo**

**UNI  
9927**

Piston internal combustion engine for the combined production of electric energy and heat — Field test methods

**SOMMARIO**

<b>1. Scopo</b> .....	<b>pag. 1</b>	<b>6.4. Raggiungimento delle condizioni di prova</b> .....	<b>pag. 5</b>
<b>2. Campo di applicazione</b> .....	<b>" 2</b>	<b>6.5. Prova preliminare</b> .....	<b>" 5</b>
<b>3. Riferimenti</b> .....	<b>" 2</b>	<b>6.6. Condizioni all'inizio ed alla fine della prova</b> .....	<b>" 5</b>
<b>4. Definizioni</b> .....	<b>" 2</b>	<b>6.7. Durata delle prove</b> .....	<b>" 6</b>
<b>4.1. Gruppo di cogenerazione</b> .....	<b>" 2</b>	<b>6.8. Condizioni di validità di una prova</b> .....	<b>" 6</b>
<b>4.2. Circuito di recupero termico</b> .....	<b>" 2</b>	<b>6.9. Grandezze da misurarsi durante le prove</b> .....	<b>" 6</b>
<b>4.3. Potenza termica utile parziale</b> .....	<b>" 2</b>	<b>6.10. Condizioni di riferimento</b> .....	<b>" 6</b>
<b>4.4. Potenza termica utile di un gruppo di cogenerazione</b> .....	<b>" 2</b>	<b>7. Metodi e strumenti di misura</b> ..	<b>" 7</b>
<b>4.5. Potenza termica persa</b> .....	<b>" 2</b>	<b>7.1. Tipo e taratura degli strumenti</b> ....	<b>" 7</b>
<b>4.6. Potenza meccanica utile</b> .....	<b>" 2</b>	<b>7.2. Definizione dei punti di misura, ubicazione degli strumenti e periodicità delle letture</b> .....	<b>" 7</b>
<b>4.7. Potenza meccanica utile nominale</b> ..	<b>" 2</b>	<b>7.3. Trascrizione dei dati</b> .....	<b>" 7</b>
<b>4.8. Potenza elettrica utile</b> .....	<b>" 2</b>	<b>7.4. Misure di temperatura</b> .....	<b>" 7</b>
<b>4.9. Potenza immessa</b> .....	<b>" 2</b>	<b>7.5. Misure di pressione</b> .....	<b>" 8</b>
<b>4.10. Potenze nominali</b> .....	<b>" 3</b>	<b>7.6. Misure di portata acqua e vapore</b> .	<b>" 9</b>
<b>4.11. Rendimento elettrico</b> .....	<b>" 3</b>	<b>7.7. Misure di portata dei combustibili</b> ..	<b>" 9</b>
<b>4.12. Rendimento termico</b> .....	<b>" 3</b>	<b>7.8. Analisi del combustibile</b> .....	<b>" 10</b>
<b>4.13. Rendimento globale</b> .....	<b>" 3</b>	<b>7.9. Misure elettriche</b> .....	<b>" 10</b>
<b>4.14. Rendimenti nominali</b> .....	<b>" 3</b>	<b>7.10. Misure dell'umidità dell'aria</b> .....	<b>" 12</b>
<b>4.15. Ausiliario dipendente</b> .....	<b>" 3</b>	<b>8. Elaborazione dei risultati</b> .....	<b>" 12</b>
<b>4.16. Ausiliario indipendente</b> .....	<b>" 3</b>	<b>8.1. Potenza immessa</b> .....	<b>" 12</b>
<b>4.17. Ausiliario essenziale</b> .....	<b>" 3</b>	<b>8.2. Potenza elettrica utile</b> .....	<b>" 13</b>
<b>4.18. Ausiliario non essenziale</b> .....	<b>" 3</b>	<b>8.3. Potenza termica utile</b> .....	<b>" 13</b>
<b>5. Simboli e unità di misura</b> .....	<b>" 3</b>	<b>8.4. Rendimento elettrico</b> .....	<b>" 13</b>
<b>6. Predisposizioni per le prove</b> ....	<b>" 4</b>	<b>8.5. Rendimento termico</b> .....	<b>" 13</b>
<b>6.1. Punti da concordare tra le parti</b> ...	<b>" 4</b>	<b>8.6. Rendimento globale</b> .....	<b>" 13</b>
<b>6.2. Caratteristiche del gruppo da sottoporre a prova</b> .....	<b>" 4</b>	<b>9. Resoconto di prova</b> .....	<b>" 14</b>
<b>6.3. Verifica preliminare delle condizioni per le prove</b> .....	<b>" 5</b>		

**1. Scopo**

La presente norma riguarda i gruppi di cogenerazione azionati da motori alternativi a combustione interna, alimentati da combustibili liquidi e/o gassosi di potenza e caratteristiche tali che non ne consentono la prova in laboratorio.

Essa stabilisce i metodi di prova da adottare per determinare i rendimenti elettrico, termico e globale di detti gruppi.

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

## 2. Campo di applicazione

La presente norma si applica ai gruppi di cogenerazione azionati da motori alternativi a combustione interna che utilizzano come fluido termovettore acqua calda a temperatura minore di 100 °C, acqua surriscaldata o vapore. Non si considerano nella presente norma eventuali dispositivi di post-combustione che utilizzano quale comburente i gas di scarico.

## 3. Riferimenti

UNI 8863	Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo UNI ISO 7/1
UNI 8887	Sistemi per processi di cogenerazione — Definizioni e classificazione
UNI 8888	Gruppi per la produzione combinata di energia elettrica e calore azionati da motori alternativi a combustione interna — Metodi di prova in laboratorio
UNI CNR 10023	Misura di portata di correnti fluide a mezzo di diaframmi, boccagli o venturimetri inseriti su condotte in pressione a sezione circolare
ISO 3046/1	Motori alternativi a combustione interna — Prestazioni — Condizioni di riferimento standard e dichiarazione della potenza, del consumo di combustibile e del consumo di olio lubrificante

## 4. Definizioni

- 4.1. **gruppo di cogenerazione:** Insieme costituito dal motore, generatore elettrico e dagli apparati per il recupero termico funzionalmente associabili, con gli ausiliari necessari all'esercizio, disgiuntamente da altri sistemi a cui possono essere collegati.
- 4.2. **circuito di recupero termico:** Circuito comprendente uno o più recuperatori di calore nel quale circola, sul lato dell'utilizzatore termico, uno stesso fluido termovettore e per il quale sia identificabile in modo univoco un punto di entrata ed uno di uscita dal gruppo di cogenerazione.
- 4.3. **potenza termica utile parziale:** Potenza termica utile di un circuito di recupero termico. Nel caso un gruppo di cogenerazione abbia un unico circuito di recupero termico la potenza termica di tale circuito è la potenza termica utile del gruppo.
- 4.4. **potenza termica utile di un gruppo di cogenerazione:** Potenza termica utile risultante dalla somma delle singole potenze termiche parziali.
- 4.5. **potenza termica persa:** Potenza meccanica non recuperata come potenza termica utile.
- 4.6. **potenza meccanica utile:** Potenza meccanica netta sull'albero motore resa disponibile per il generatore elettrico.
- 4.7. **potenza meccanica utile nominale:** Massima potenza meccanica utile indicata o garantita per funzionamento continuo.
- 4.8. **potenza elettrica utile:** Potenza elettrica attiva misurata ai terminali di uscita del gruppo al netto degli ausiliari necessari per il funzionamento del gruppo stesso.
- 4.9. **potenza immessa:** Prodotto del potere calorifico inferiore per la portata massica del combustibile liquido immesso oppure per la portata volumetrica del combustibile gassoso immesso.

CTI

Impianti di dissalazione di acqua di mare  
per usi industriali e civiliUNI  
9619

Salt out installation for sea water in industrial and domestic applications

## SOMMARIO

1.	Generalità .....	pag. 2	3.8.	Materiali e loro campo di impiego ..	pag. 20
1.1.	Scopo .....	" 2	3.8.1.	Serbatoi accumulo additivi .....	" 20
1.2.	Campo di applicazione .....	" 2	3.8.2.	Serbatoi accumulo acido solforico (concentrazione maggiore del 92%) ..	" 20
2.	Impianti tipo evaporativo .....	" 2	3.8.3.	Pompe di dosaggio additivi .....	" 20
2.1.	Tipi di processo .....	" 2	3.8.4.	Miscelatori statici .....	" 20
2.1.1.	Processo ad espansioni multiple in stadi .....	" 2	3.8.5.	Filtri a sabbia .....	" 20
2.1.2.	Processo a termocompressione ....	" 4	3.8.6.	Filtri a cestello od a cartucce .....	" 20
2.1.3.	Processo a multipli effetti .....	" 5	3.8.7.	Degassatore .....	" 21
2.2.	Materiali e loro campo di impiego ..	" 6	3.8.8.	Pompe verticali per soluzioni saline	" 21
2.2.1.	Evaporatore .....	" 6	3.8.9.	Pompe orizzontali per soluzioni sali- ne .....	" 21
2.2.2.	Degassatore .....	" 10	3.8.10.	Pompe per acqua permeata .....	" 21
2.2.3.	Decarbonatore .....	" 10	3.8.11.	Soffiante aria .....	" 21
2.2.4.	Riscaldatore di testa .....	" 10	3.8.12.	Sistema di lavaggio moduli .....	" 21
2.2.5.	Gruppo vuoto .....	" 11	3.9.	Trattamento dell'acqua di alimento	" 21
2.2.6.	Pompe .....	" 11	3.9.1.	Sostanze da eliminare .....	" 21
2.3.	Trattamento dell'acqua di alimento	" 14	3.9.2.	Classificazione degli additivi .....	" 22
2.3.1.	Classificazione .....	" 14	3.9.3.	Modalità del trattamento .....	" 23
2.3.2.	Dosaggio .....	" 15	4.	Descrizione della fornitura .....	" 24
3.	Impianti ad osmosi inversa .....	" 16	4.1.	Generalità .....	" 24
3.1.	Descrizione del processo .....	" 16	4.2.	Scopo della fornitura .....	" 24
3.1.1.	Pretrattamento .....	" 16	5.	Indicazioni del committente ....	" 25
3.1.2.	Pompa alta pressione .....	" 16	6.	Indicazioni del fornitore .....	" 25
3.1.3.	Moduli a membrane .....	" 16	7.	Prova meccanica e di processo	" 26
3.2.	Caratteristiche delle membrane ....	" 17	7.1.	Oggetto della prova .....	" 26
3.2.1.	Flusso .....	" 17	7.2.	Condizioni della prova .....	" 26
3.2.2.	Relezione salina .....	" 17	7.3.	Sistemi di riferimento .....	" 26
3.2.3.	Fattore di recupero .....	" 17	7.4.	Modalità .....	" 26
3.3.	Materiale delle membrane .....	" 17	7.4.1.	Procedura di prova .....	" 26
3.4.	Struttura delle membrane .....	" 17	7.4.2.	Misure e strumentazione .....	" 27
3.4.1.	Membrane fisse .....	" 18	7.4.3.	Condizioni di prova .....	" 28
3.4.2.	Membrane dinamiche .....	" 18	7.4.4.	Procedure di calcolo e fattori di cor- rezione .....	" 29
3.5.	Tipi di membrane .....	" 18	8.	Garanzie .....	" 29
3.5.1.	Spirale avvolta (spiral wound membra- ne) .....	" 18	8.1.	Garanzie di processo .....	" 29
3.5.2.	Fibra cava (hollow fine fiber membra- ne) .....	" 18	8.2.	Garanzie meccaniche .....	" 29
3.6.	Configurazione del processo .....	" 18	8.3.	Garanzie di consegna .....	" 29
3.6.1.	Singolo stadio .....	" 18	Appendice — Metodi di controllo ed analisi	" 30	
3.6.2.	Doppio stadio .....	" 19	A 1.	Generalità .....	" 30
3.6.2.1.	Doppio passaggio del concentrato ..	" 19	A 2.	Indice delle schede .....	" 30
3.6.2.2.	Doppio passaggio del permeato ....	" 19			
3.7.	Recupero energia .....	" 19			

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.



## 1. Generalità

### 1.1. Scopo

La presente norma ha lo scopo di:

- dare istruzione per la scelta, l'offerta, la fornitura ed il collaudo degli impianti di dissalazione intendendo con questo termine il complesso di apparecchiature e di accessori mediante i quali si realizza l'ottenimento di acqua a bassissima concentrazione salina a partire da acqua ad elevato tenore di sali disciolti;
- definire le caratteristiche chimico-fisiche sia dell'acqua di alimento sia dell'acqua prodotta;
- indicare i metodi generali di analisi.

### 1.2. Campo di applicazione

La presente norma si applica agli impianti di dissalazione di tipo evaporativo ed a osmosi inversa per produzione di acqua destinata sia ad usi industriali sia ad usi civili.

## 2. Impianti tipo evaporativo

Gli impianti di dissalazione tipo evaporativo sono quelli basati su un riscaldamento, una ebollizione ed una successiva condensazione dell'acqua di alimento.

Il condensato così prodotto ha un contenuto di sali pressoché nullo che ne consente l'utilizzo sia direttamente sia dopo un opportuno trattamento chimico come acqua industriale o come acqua potabile.

### 2.1. Tipi di processo

I processi evaporativi che normalmente vengono adottati sono:

- espansioni multiple in stadi (2.1.1);
- termocompressione (2.1.2);
- multiplo effetto (2.1.3).

#### 2.1.1. Processo ad espansioni multiple in stadi

Questo processo si basa su una serie di evaporazioni e successive condensazioni che avvengono nei vari stadi di cui si costituisce l'impianto stesso.

La massa evaporante, secondo il tipo di realizzazione, può essere:

- salamoia, negli impianti a ricircolazione;
- acqua di alimento, negli impianti ad unico attraversamento.

##### 2.1.1.1. Impianti a ricircolazione di salamoia

Lo schema di base del processo è indicato in fig. 1.

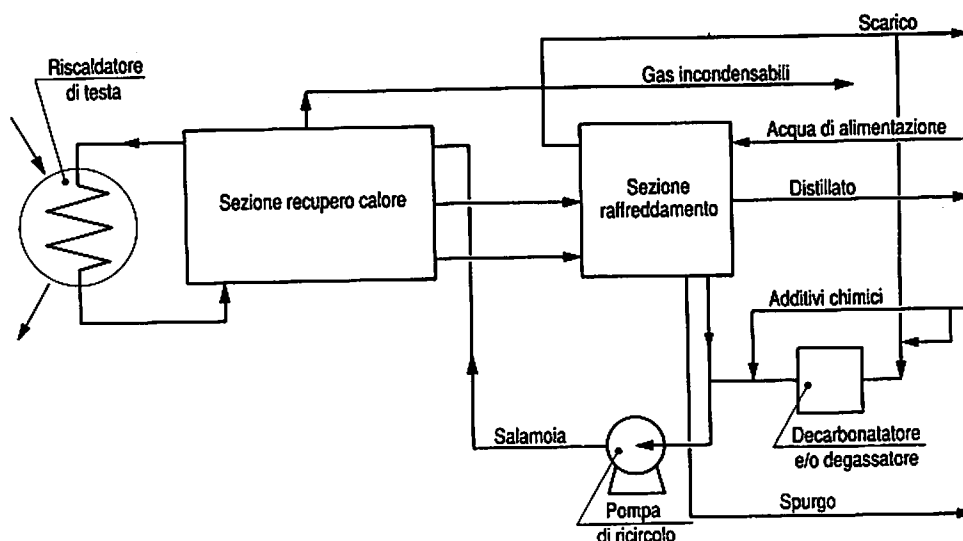


Fig. 1

CTI

Forni di incenerimento per rifiuti speciali ospedalieri  
Offerta, fornitura e collaudoUNI  
9720

Incinerators for hospitals wastes — Offer, order and test

## 1. Scopo e campo di applicazione

La presente norma ha lo scopo di fornire le istruzioni per l'offerta, la fornitura ed il collaudo dei forni di incenerimento di soli rifiuti speciali ospedalieri e di determinare le prestazioni ecologiche ed energetiche in condizioni rappresentative. Essa si applica ai forni di incenerimento fissi per soli rifiuti ospedalieri a funzionamento discontinuo o continuo, costruiti in serie ed in esecuzione speciale, con eventuale recupero di calore e depurazione dei prodotti della combustione.

## 2. Riferimenti

- UNI 8448 Apparecchi di recupero del calore sensibile dei prodotti della combustione — Regole per l'ordinazione, l'accettazione ed il collaudo
- UNI 9246 Forni di incenerimento di rifiuti solidi urbani e/o assimilabili con recupero di calore — Determinazione delle prestazioni energetiche
- ISO 3746 Determinazione del livello di potenza sonora emesso da una sorgente di rumore

## 3. Grandezze

## 3.1. Denominazione, simboli ed unità di misura

Denominazione	Simbolo	Unità di misura
area della sezione di ingresso nella camera secondaria	$S$	$m^2$
calore specifico dei prodotti della combustione	$c_1$	$kJ/kg \text{ K}$
carica	$m_r$	$kg$
consumo ausiliario		$kJ/kg$
consumo di energia elettrica		$kJ/kg$
contenuto di anidride carbonica	$CO_2$	$\%$
contenuto di ossido di carbonio	$CO$	$\%$
contenuto di ossigeno	$O_2$	$\%$
contenuto di sostanze incombuste nelle scorie	SOD o SOR	$\%$
densità apparente dei rifiuti	$d_r$	$kg/m^3$
densità dei prodotti della combustione	$d_1$	$kg/m^3$
durata di un ciclo di incenerimento	$\tau_1$	$s$
energia	$E$	$J$
massa di combustibile ausiliario	$m_c$	$kg$
portata di combustibile ausiliario	$M_c$	$kg/s$
portata dei prodotti della combustione	$M_1$	$kg/s$
potenza	$P$	$kW$
potenzialità	$M_r$	$kg/s$
potere calorifico inferiore comb. ausiliario	$H_c$	$kJ/kg$
potere calorifico inferiore dei rifiuti	$H_r$	$kJ/kg$
temperatura assoluta	$T$	$K$
temperatura nella camera secondaria	$t_2$	$^{\circ}C$
temperatura superficiale	$t_p$	$^{\circ}C$
tempo di contatto	$\tau_2$	$s$
volume della camera secondaria	$V_2$	$m^3$

Nota — Si ricorda che  $1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/h}$  e che la condizione normale per i gas corrisponde a  $0 \text{ }^{\circ}C$  e  $0,1013 \text{ MPa}$ .

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

**NORMA ITALIANA**

**Sistemi di combustione a letto fluido  
Combustori per combustibili solidi non convenzionali  
(non minerali)  
Progettazione, offerta, ordinazione, fornitura e collaudo**

**UNI 10962**

**OTTOBRE 2001**

**Fluidized bed combustion system  
Combustors for non conventional solid fuels (non mineral)  
Design, offer, order and testing**

**CLASSIFICAZIONE ICS**

**25.180.20**

**SOMMARIO**

La norma indica i criteri per la progettazione, installazione e funzionamento e le istruzioni per la richiesta e la formulazione dell'offerta, l'ordinazione e fornitura, nonché regole per collaudo. Essa si applica ai sistemi di combustione a letto fluido per la combustione di rifiuti solidi urbani (RSU), di rifiuti speciali assimilati agli urbani (RSA) e di combustibili solidi non convenzionali non minerali quali combustibile derivato dai rifiuti (CDR), scarti e residui derivati dalla lavorazione/produzione di legno, carta, tessuti, resine e gomme, fanghi provenienti dalla depurazione delle acque reflue, biomasse in generale.

**RELAZIONI NAZIONALI**

**RELAZIONI INTERNAZIONALI**

**ORGANO COMPETENTE**

**CTI - Comitato Termotecnico Italiano**

**RATIFICA**

**Presidente dell'UNI, delibera dell'11 settembre 2001**

**UNI  
Ente Nazionale Italiano  
di Unificazione  
Via Battistotti Sassi, 11B  
20133 Milano, Italia**

© UNI - Milano  
Riproduzione vietata. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente documento può essere riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi, fotocopie, microfilm o altro, senza il consenso scritto dell'UNI.



---

## **PREMESSA**

La presente norma è stata elaborata dal CTI, ente federato all'UNI, nell'ambito del Sottocomitato 2 "Fonti di energia e processi di conversione".

La Commissione Centrale Tecnica ha dato la sua approvazione il 21 giugno 2001.

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.

---

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.

## INDICE

1		<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	1
2		<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	1
3		<b>GRANDEZZE, SIMBOLI E UNITÀ DI MISURA</b>	2
	prospetto 1	Grandezze, simboli e unità di misura.....	2
4		<b>TERMINI E DEFINIZIONI</b>	3
	figura 1	Diagramma di funzionamento continuo del sistema di combustione.....	6
5		<b>CRITERI ORIENTATIVI PER LA PROGETTAZIONE, LA COSTRUZIONE, L'INSTALLAZIONE E IL FUNZIONAMENTO</b>	7
5.1		Tipologie d'impianto.....	7
5.2		Sezione di alimentazione del combustibile.....	7
5.3		Sezione di combustione.....	8
	prospetto 2	Principali azioni regolanti.....	11
5.4		Strumentazione.....	11
5.5		Sezione di raffreddamento e scarico delle scorie.....	12
5.6		Sezione di recupero energetico dai prodotti della combustione.....	12
5.7		Requisiti di sicurezza.....	14
5.8		Equipaggiamento elettrico.....	15
6		<b>COMBUSTIBILI</b>	15
7		<b>OFFERTA</b>	17
7.1		Richiesta di offerta.....	17
7.2		Offerta - Schema tipo.....	17
8		<b>ORDINAZIONE</b>	19
8.1		Caratteristiche dei materiali combustibili da trattare.....	19
8.2		Valori garantiti.....	19
8.3		Prestazioni.....	19
9		<b>GARANZIE</b>	19
9.1		Generalità.....	19
9.2		Valori di garanzia.....	19
9.3		Periodo di garanzia.....	20
10		<b>COLLAUDI</b>	20
10.1		Generalità.....	20
10.2		Controlli preventivi.....	20
10.3		Collaudo della consistenza della fornitura.....	20
10.4		Collaudo funzionale.....	21
10.5		Condizioni di riferimento.....	22
10.6		Verbale di collaudo.....	23
10.7		Consegna dell'impianto.....	23
11		<b>ISTRUZIONI PER L'USO E LA MANUTENZIONE</b>	23
APPENDICE (informativa)	A	<b>ESEMPIO DI VERBALE DI COLLAUDO</b>	25

## SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma indica i criteri per la progettazione e specifica le istruzioni per la richiesta d'offerta, la formulazione dell'offerta, l'ordinazione e la fornitura. Essa indica anche regole per il collaudo.

La presente norma si applica ai sistemi di combustione a letto fluido per la combustione di rifiuti solidi urbani (RSU), di rifiuti speciali assimilati agli urbani (RSA) e di combustibili non convenzionali (non minerali) quali:

- combustibile derivato da rifiuti (CDR);
- fluff da demolizione autoveicoli;
- pneumatici fuori uso;
- scarti e residui della lavorazione del legno e affini e residui tessili;
- scarti della produzione della carta;
- fanghi provenienti dalla depurazione delle acque reflue;
- biomasse in generale;
- carta, cartoni e poliaccoppiati;
- resine e gomme artificiali e sintetiche.

Sono esclusi dal campo di applicazione della presente norma i rifiuti classificati come pericolosi ai sensi delle leggi vigenti.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI 7416	Forni industriali - Norme per l'ordinazione, il collaudo e l'accettazione
UNI 7543-3	Colori e segnali di sicurezza - Avvisi
UNI 9017	Legno da ardere - Determinazione delle caratteristiche energetiche
UNI 9246	Forni di incenerimento di rifiuti solidi urbani e/o assimilabili con recupero di calore - Determinazione delle prestazioni energetiche
UNI 9249	Biomasse - Determinazione dell'azoto totale
UNI 9250	Biomasse - Determinazione del carbonio e dell'idrogeno
UNI 9720	Forni di incenerimento per rifiuti speciali ospedalieri - Offerta, fornitura e collaudo
UNI 9903 (parti da 1 a 14)	Combustibili solidi non minerali ricavati da rifiuti (RDF) <sup>1)</sup>
UNI 10145	Definizione dei fattori di valutazione delle imprese fornitrici di servizi di manutenzione
UNI 10378	Sistemi di combustione per rifiuti solidi urbani ed assimilabili - Regole per la progettazione, l'offerta, l'ordinazione, la fornitura ed il collaudo
UNI 10424	Combustibili solidi non minerali - Pneumatici, manufatti di gomma usati e sfridi di lavorazione della gomma - Determinazione dei componenti e del potere calorifico
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua
UNI EN 292-1	Sicurezza del macchinario - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione - Terminologia, metodologia di base
UNI EN 292-2	Sicurezza del macchinario - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione - Specifiche e principi tecnici
UNI EN 292-2/A1	Sicurezza del macchinario - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione - Specifiche e principi tecnici

1) Successivamente alla pubblicazione della norma la sigla identificativa di tali combustibili è stata modificata in CDR.