



**DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE**  
DIREZIONE CENTRALE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA TECNICA  
UFFICIO PER LA PREVENZIONE INCENDI E IL RISCHIO INDUSTRIALE  
LARGO SANTA BARBARA, 2 – 00178 ROMA TEL. N. 06/716362508

P.01.01

Alla

(Rif. Nota del 8 giugno 2020)

**OGGETTO:** Gruppi frigoriferi ad assorbimento – Modalità di installazione

In riscontro al quesito inviato, relativo alla possibilità di installazione di gruppi frigoriferi ad assorbimento all'interno dei locali dove sono installati gli impianti di produzione calore, si premette che i decreti e le relative regole tecniche richiamate anche dal quesito stesso, anche se genericamente, vietano espressamente tale installazione.

Le stesse regole tecniche forniscono, per i gruppi frigoriferi, le modalità di installazione ammesse, l'aerazione necessaria e le tipologie di fluidi frigoriferi utilizzabili (*si rammenta che, in relazione a tale ultimo punto, il D.M. 10 marzo 2020 ha recentemente aggiornato le tipologie di fluidi consentite*). Sono inoltre riportati espressi divieti di modalità di installazione per i gruppi frigoriferi che utilizzano soluzioni acquose di ammoniaca e particolari disposizioni per le centrali frigorifere destinate a contenere gruppi termorefrigeratori ad assorbimento, a fiamma diretta.

Il recente D.M. 8 novembre 2019, che ha aggiornato le disposizioni di sicurezza antincendi per gli impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile gassoso, tuttavia, ammette entro i locali di installazione dell'impianto di produzione del calore la presenza di eventuali apparecchi o dispositivi destinati a funzioni complementari o ausiliarie del medesimo impianto.

Tanto sopra premesso, in considerazione della tipicità dei gruppi frigoriferi ad assorbimento che, per la produzione di acqua refrigerata, basano il loro funzionamento su un ciclo ad assorbimento impiegando l'acqua quale refrigerante e una soluzione di acqua e bromuro di litio come assorbente, si ritiene che la loro installazione all'interno dei locali destinati ad impianti per la produzione del calore, in attività disciplinate da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi, possa essere utilmente valutata attraverso la documentazione tecnica integrata dalla valutazione del rischio aggiuntivo secondo il procedimento di deroga di cui all'art. 7 del DPR 151/2011 e con le modalità dell'art. 6 del DM 7 agosto 2012.

IL DIRETTORE CENTRALE  
(Cavriani)

MM/PM

**Spett.le**  
**Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco**  
**Direzione Centrale per la**  
**Prevenzione e la Sicurezza Tecnica**  
**Ing. Marco Gabriele Cavriani**  
Largo S. Barbara, 2  
00178 Roma

Milano, 8 giugno 2020

**OGGETTO: GRUPPI FRIGORIFERI AD ASSORBIMENTO – MODALITÀ DI  
INSTALLAZIONE**

sono giunte svariate richieste di chiarimento in merito alla possibilità di installazione di gruppi frigoriferi ad assorbimento acqua-bromuro di litio nelle centrali termiche a servizio di attività soggette ai controlli di prevenzione incendi quali ospedali, centri commerciali, uffici, alberghi.

Queste macchine basano il loro funzionamento su un ciclo ad assorbimento (come da allegato 1) ed impiegano l'acqua quale refrigerante e come assorbente una soluzione di acqua e bromuro di litio, un sale chimicamente simile al comune sale da cucina e fortemente igroscopico, che consente di creare un ciclo frigorifero alimentato a energia termica (acqua calda a circa 90 – 95 °C, acqua surriscaldata o vapore) e con ridotto consumo di energia elettrica. Tali macchine sono quindi completamente differenti da quelle tradizionali con ciclo frigorifero a compressione che impiegano refrigeranti rientranti nel campo di applicazione della serie di Norme UNI EN 378 e funzionano grazie all'energia elettrica.

Le Norme tecniche allegate ai vari Decreti di prevenzione incendi tuttora vigenti prescrivono genericamente che i gruppi frigoriferi non possano essere installati nei locali dove sono installati gli impianti di produzione calore:

- D.M. 9 aprile 1994 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico – alberghiere
- D.M. 19 agosto 1996 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo"
- D.M. 18 settembre 2002 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private"
- D.M. 22 febbraio 2006 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici"
- D.M. 27 luglio 2010 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle attività commerciali con superficie superiore a 400 mq".

La norma tecnica allegata al D.M. 20 novembre 2019 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio degli impianti per la produzione di calore alimentati da combustibili gassosi.”, tuttavia, ammette (Sezione 3 p.to 3.2.1) entro i locali di installazione dell'impianto di produzione del calore la presenza di eventuali apparecchi o dispositivi destinati a funzioni complementari o ausiliarie del medesimo impianto.

Per quanto sopra, considerato che le macchine frigorifere ad assorbimento:

- basano il loro funzionamento su un ciclo frigorifero che utilizza un fluido refrigerante non tossico e non infiammabile;
- impiegano come fonte di energia acqua calda, acqua surriscaldata o vapore disponibile entro le centrali termiche;
- sono equiparabili a scambiatori di calore e, quindi, sono da considerare apparecchi o dispositivi destinati a funzioni complementari o ausiliarie dell'impianto di produzione del calore;
- oltre al potenziale rischio incendio, legato ai componenti elettrici, presentano un potenziale elemento di attenzione, sostanzialmente irrilevante, una emissione di gas infiammabile l'H<sub>2</sub> (portata tipica di 0,01-0,02 g/h), come sottoprodotto di processi interni di corrosione dell'acciaio al carbonio di cui sono costituiti i mantelli degli scambiatori. Tale gas, incondensabile nelle condizioni di operatività della macchina, deve essere smaltito all'esterno dell'apparecchiatura, normalmente con utilizzo di Celle al Palladio, per preservare lo stato di vuoto, essenziale al buon funzionamento termodinamico della macchina ad assorbimento. Gli allegati 2 e 3, descrivono i fenomeni di corrosione e i sistemi di spurgo degli incondensabili, tra i quali l'idrogeno;

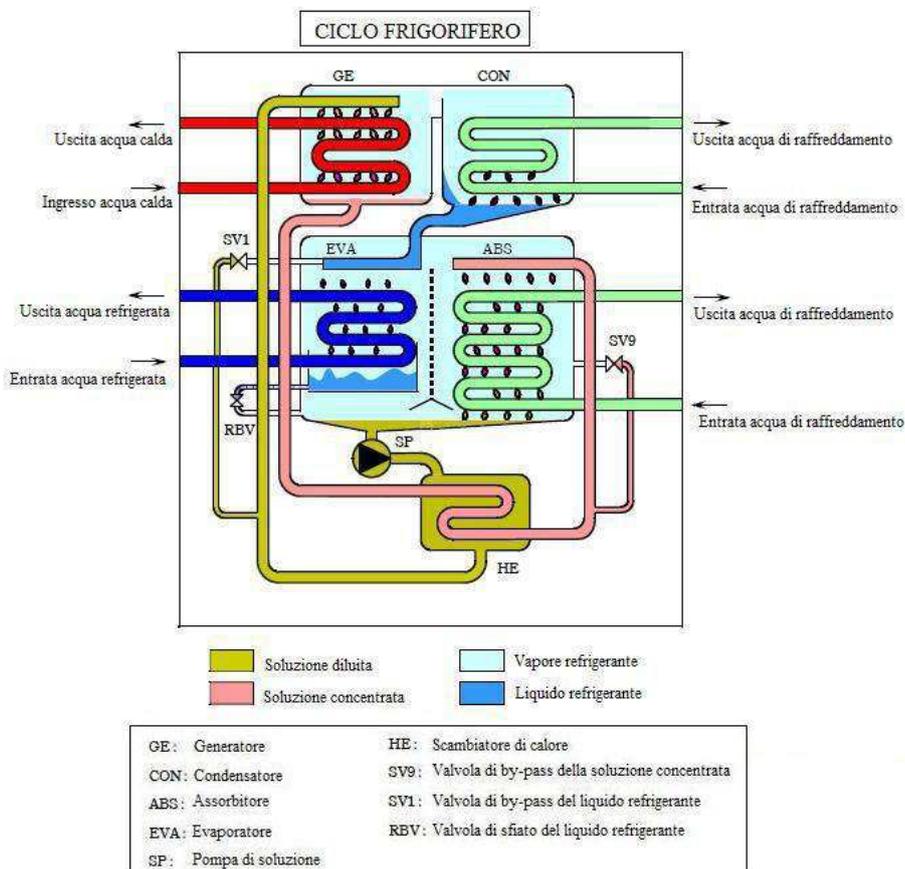
si chiede che sia possibile installare tali macchine all'interno dei locali destinati alla installazione di impianti per la produzione del calore essendo apparecchiature ausiliarie a tali impianti ancorché destinati alla produzione di acqua refrigerata.

Auspiciando la costituzione di un Gruppo di Lavoro che possa analizzare in maniera organica le svariate tipologie di Impianti di Climatizzazione e i correlati aspetti di Prevenzione incendi, rimaniamo a disposizione per qualsiasi ulteriore chiarimento.

Distinti saluti.

## ALLEGATO 1 - CICLO FRIGORIFERO AD ASSORBIMENTO

Il ciclo frigorifero ad assorbimento monostadio (figura 1) è realizzato tramite quattro elementi principali: evaporatore, assorbitore, generatore e condensatore.



Nell'evaporatore (EVA), l'acqua pura, liquida e a pressione ridotta (pochi centesimi di atmosfera) fluisce sopra una serpentina contenente l'acqua (o la salamoia) da raffreddare. L'acqua a bassa pressione evapora sottraendo calore all'acqua nella serpentina e realizzando così l'effetto frigorifero utile. Il vapore acqueo fluisce quindi nell'assorbitore (ABS) dove entra a contatto con una pioggia di soluzione salina acqua-bromuro di litio. La soluzione salina ha l'effetto di abbassare la tensione di vapore, con l'effetto di far condensare il vapore acqueo. Una serpentina, dove circola acqua di torre di raffreddamento, asporta il calore latente di condensazione.

Figura 1 – Schema ciclo frigorifero ad assorbimento

La soluzione salina va via diluendosi e va rigenerata. È quindi pompata (SP) verso il generatore (GE), passando prima attraverso uno scambiatore di calore rigenerativo (HE). Il generatore è alimentato tramite una serpentina ove circola acqua calda (o surriscaldata o vapore), che porta la soluzione a ebollizione. A causa dell'evaporazione dell'acqua durante l'ebollizione della soluzione diluita, nel generatore (GE) si determina un incremento della concentrazione della restante soluzione. La soluzione salina concentrata passa quindi dal generatore (GE) allo scambiatore di calore (HE), cedendo calore alla soluzione diluita, prima di entrare nuovamente nell'assorbitore (ABS).

Il vapore acqueo prodotto nel generatore (GE) passa al condensatore (CON), raffreddato da una serpentina ove circola acqua di raffreddamento. Qui il vapore acqueo condensa e l'acqua liquida ritorna all'evaporatore (EVA), dove riprende il ciclo.

In queste macchine, stante la ridotta differenza di pressione all'interno delle varie componenti della macchina, la valvola di espansione tradizionale non è sostanzialmente necessaria.

## ALLEGATO 2 - MATERIALI E FENOMENI DI CORROSIONE

### 1) Corrosione

I gruppi ad assorbimento, come descritto nell'allegato 1, utilizzano una soluzione acquosa di Bromuro di Litio LiBr. Questa soluzione, in presenza di ossigeno, innesca fenomeni di corrosione sulle parti di cui è costituita la macchina. Infatti la soluzione è additivata con uno speciale inibitore di corrosione, chiamato Molibdato di Litio. Per quanto le macchine siano costruite per ottenere una elevatissima tenuta al vuoto, tuttavia si verifica un seppur minimo ingresso di aria, contenente ossigeno, verso il gruppo. Questo evento, di fatto, causa inevitabilmente fenomeni lievi ma continui di corrosione che vengono qui descritti in dettaglio. La corrosione di un metallo è il risultato di un attacco chimico o elettrochimico. I fenomeni di corrosione non si limitano ai soli scambiatori dei refrigeratori ma generalmente interessano l'intero sistema di circolazione delle acque e delle soluzioni acquose che circolano in tali scambiatori.

### 2) Reazioni e Meccanismi della Corrosione

La corrosione dei metalli è dovuta ad una reazione elettrochimica in cui gli ioni metallici si staccano da anodi costituiti da celle che si formano sulle superfici metalliche per svariate cause provocando una reazione dell'ossigeno presente nel sistema a causa dell'acquisizione di elettroni da parte del catodo (figura 2).

Le reazioni di corrosione dei materiali ferrosi in soluzione neutre sono le seguenti.

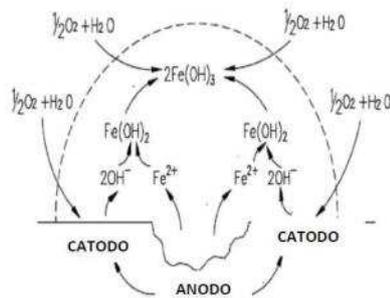
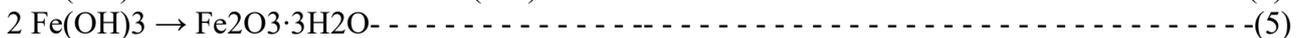


Fig. 6-12a. Meccanismo della corrosione dei materiali ferrosi

Figura 2 – Meccanismo della corrosione dei materiali ferrosi.



Il progredire della reazione genera idrossido di ferro, cioè la ruggine, come prodotto finale.



Tuttavia in un ambiente in cui il pH abbia un valore pari o inferiore a 4 al catodo avverrà anche la seguente reazione che genera idrogeno:



Si ritiene che la formazione di celle locali sia dovuta alla non omogeneità della composizione del metallo, allo stato della superficie, alla concentrazione di ossigeno presente, alla temperatura, etc. Le celle tendono comunque a formarsi specialmente nei punti in cui si verificano depositi di sporcizia costituiti da fanghiglia, terriccio, sabbia, prodotti della corrosione, etc.

### ALLEGATO 3 - SISTEMI DI SPURGO TRAMITE CELLE AL PALLADIO

#### 1. Caratteristiche e meccanismo delle Celle al Palladio

Il Palladio (lamina sottile, film, figura 3) ha la proprietà di essere permeabile all'H<sub>2</sub> quando si trova ad elevata temperatura (200 ~300 °C)

I. L'Idrogeno è assorbito sulla superficie del Palladio (Cella al Palladio) e diffonde nel metallo mediante dissociazione, perdendo un elettrone

II. A causa della differenza di densità l'idrogeno diventa gas sul lato opposto della cella (B).

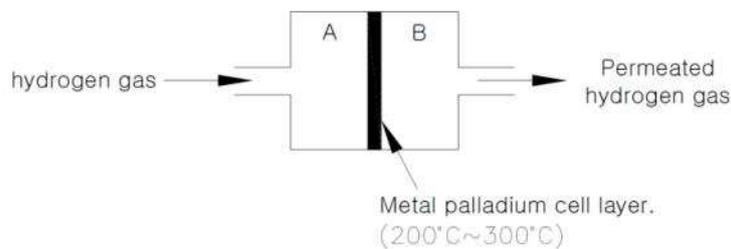


Figura 3 – Schema di una cella al Palladio

III. La densità del gas idrogeno in A è maggiore che in B.

IV. Non appena il mix di gas incondensabili viene raccolto nella camera A, solo l'idrogeno puro sarà permeato e scaricato nel lato B.

V. Perché il film sia permeabile e possa trasferire idrogeno nel lato B lo strato di Palladio deve sempre essere permanentemente riscaldato ad alta temperatura (200~300 °C)

#### 2. Sistemi di Spurgo con Celle al Palladio

I. I gas non condensabili accumulati nel serbatoio di spurgo vengono trasferiti alle celle al palladio tramite azionamento di valvole di servizio.

II. La cella di Palladio dovrà essere riscaldata tramite apposite resistenze poste nella Cella al Palladio.

III. Grazie alle caratteristiche delle celle, permeabili all'idrogeno gassoso, questo sarà scaricato in atmosfera con una portata massica tipica di circa 0,01-0,02 g/h.

IV. Con questa portata così ridotta, praticamente si tratta di semplici tracce, la concentrazione risultante nelle centrali frigorifere risulterà assolutamente trascurabile rispetto al Limite Inferiore di Infiammabilità dell'idrogeno.

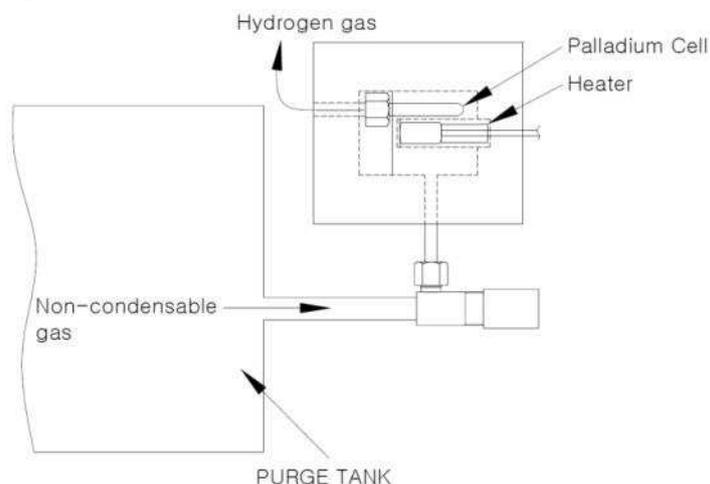


Figura 3 – Schema sistema di spurgo con cella al Palladio