

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI.

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.

II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.

1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.

FERMATA AMOROSI

Impianto HVAC - Relazione tecnica e di calcolo

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IF0H 12 D 17 RO FA0109 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	A. Marsico <i>AM</i>	Giugno 2017	V. Iannuccilli <i>V. Iannuccilli</i>	Giugno 2017	F. Cerrone <i>F</i>	Giugno 2017	A. Falaschi Giugno 2017

ITALFERR S.p.A.  
U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI  
Dott. Ing. ALFREDO FALASCHI  
Ordine Ingegneri di Viterbo  
N. 363

File: IF0H12D17ROFA0109001A.doc

n. Elab.: 76402

## INDICE

1.	GENERALITÀ.....	3
1.1	PREMESSA.....	3
1.2	OGGETTO DELL'INTERVENTO.....	3
1.3	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE.....	3
1.4	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	4
1.4.1	<i>Norme tecniche applicabili.....</i>	4
1.4.2	<i>Regole tecniche applicabili.....</i>	4
2.	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI.....	6
2.1	ESTENSIONE DELL'IMPIANTO.....	6
2.2	INTERFACCIAMENTO CON ALTRI SISTEMI.....	7
3.	CARATTERISTICHE E CONSISTENZA DELL'IMPIANTO.....	9
3.1	IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO LOCALE TLC.....	9
3.2	IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO LOCALE IS.....	13
3.3	IMPIANTO DI ESTRAZIONE FORZATA IS.....	17
3.4	IMPIANTO DI VENTILAZIONE LOCALE BT.....	18
3.5	IMPIANTO DI ESTRAZIONE SERVIZI IGIENICI.....	19
4.	CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO.....	19
4.1	DATI TECNICI DI PROGETTO.....	19
4.2	IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO LOCALI.....	21
4.2.1	<i>Calcolo estivo.....</i>	21
4.2.2	<i>Calcolo invernale.....</i>	24
4.2.3	<i>Impianto di ventilazione locale BT.....</i>	26
4.2.4	<i>Impianto di estrazione forzata locale IS.....</i>	27
4.2.5	<i>Impianto di estrazione servizi igienici.....</i>	27

## 1. GENERALITÀ

### 1.1 Premessa

Il presente documento ha per oggetto la descrizione degli impianti meccanici a servizio del fabbricato viaggiatori e dei locali tecnici della fermata Amorosi della tratta Frasso Telesino - Vitulano.

L'elaborato è rappresentativo del solo impianto HVAC, per gli altri impianti e per gli aspetti architettonici e strutturali si rimanda ai relativi specifici elaborati.

### 1.2 Oggetto dell'intervento

Le opere oggetto del seguente intervento comprendono la realizzazione degli impianti meccanici costituiti sostanzialmente da:

- impianto HVAC esteso a tutti i locali tecnici del fabbricato.
- Impianto di estrazione per i servizi igienici

### 1.3 Criteri generali di progettazione

Le soluzioni proposte, nel rispetto della normativa e legislazione vigente, sono caratterizzate dall'affidabilità e dalla economicità di gestione.

Nelle scelte progettuali sono stati considerati i seguenti fattori:

- semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;
- massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- adattabilità degli impianti alle strutture del complesso, soprattutto nell'ottica di garantire una facile accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE. <b>FERMATA AMOROSI</b>					
	<b>Impianto HVAC – Relazione tecnica e di calcolo</b>	COMMESSA IF0H	LOTTO 12 D 17	CODIFICA RO	DOCUMENTO FA0109 001	REV. A

## 1.4 Normative di riferimento

Si elencano i principali riferimenti normativi per i vari impianti.

### 1.4.1 Norme tecniche applicabili

- UNI – CTI 10345 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Trasmissanza dei componenti finestrati";
- UNI 8199 "Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione";
- UNI 10339 "Impianti aerulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura";
- UNI EN 12831 "Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto";
- UNI TS 11300-1 "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale";
- CEI EN 50272-2 "Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazione";

### 1.4.2 Regole tecniche applicabili

Nell'installazione degli impianti si terrà conto anche delle seguenti leggi:

- Legge 9 gennaio 1991 n° 10: "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".
- DPR 24 maggio 1988 n° 236: "Attuazione della direttiva CEE n.80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art.15 della Legge 16 aprile 1987, n.183."
- DPR 29 agosto 1993 n° 412, intitolato "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10".

- DPR 21 dicembre 1999 n° 551, intitolato "Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia".
- DPR 2 aprile 2009 n° 59, intitolato "Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia".
- DL 19 settembre 1994 n° 626, intitolato "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro".
- DL 19 agosto 2005 n° 192, intitolato "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
- DL 29 dicembre 2006 n° 311, intitolato "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
- DL 30 maggio 2008 n° 115, intitolato "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE".
- DL 27 gennaio 2010 n° 17, intitolato "Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori".
- DM 21 dicembre 1990 n° 443: "Regolamento recante disposizioni tecniche concernenti apparecchiature per il trattamento domestico di acque potabili."
- DM 10 agosto 2004: "Modifiche alle norme tecniche per gli attraversamenti e per parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto".
- Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008: "Regolamento e disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- Decreto Legislativo n. 81 del 09 aprile 2008: "Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

- Direttiva 2004/108/CE del parlamento europeo e del consiglio del 15 dicembre 2004 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE.
- Direttiva 2006/42/CE (nuova direttiva macchine) del parlamento europeo e del consiglio del 17 maggio 2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (direttiva macchine).
- Direttiva 2006/95/CE del parlamento europeo e del consiglio del 12 dicembre 2006 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione.
- Disposizioni particolari che possano essere impartite eventualmente da altri Enti ed Autorità (VV.F., USL, ISPEL etc.) che, per legge, possono comunque avere ingerenze nei lavori.
- Istruzione dei costruttori per l'installazione delle apparecchiature impiegate.
- altre leggi, decreti, circolari, disposizioni e norme eventualmente non citate, ma comunque, vigenti al momento in cui si effettuerà l'intervento.

## 2. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

### 2.1 Estensione dell'impianto

Le opere comprese nel presente intervento sono costituite, essenzialmente, dai seguenti impianti:

- Condizionamento mediante unità interne monoblocco ad espansione diretta di tipo UNDER nei seguenti locali:
  - Locale Apparatì TLC
  - Locale IS
- Ventilazione forzata dei seguenti locali:
  - Locale IS
  - Locale BT
- Impianto di estrazione per i servizi igienici

## 2.2 Interfacciamento con altri sistemi

L'unità di controllo della temperatura, sarà dotata di sonde di temperatura e microprocessore interni che permettono un'attivazione automatica delle apparecchiature in funzione di logiche di funzionamento impostabili.

L'unità, inoltre, sarà dotata di apposita scheda di conversione MODBUS RTU Ethernet, permetterà l'interfacciamento con il sistema di supervisione e renderà disponibili i seguenti segnali/comandi:

- Comando marcia/arresto
- Il segnale di stato
- Allarme generale macchina

Occorrerà rendere disponibile, i seguenti stati/allarmi:

- stato on/off della macchina
- segnalazione filtri intasati
- segnalazione ventilatore on/off
- segnalazione compressore on/off
- comando per distacco antincendio

Le sonde di temperatura installati all'interno delle unità di condizionamento, inoltre, invieranno di continuo al sistema di supervisione una indicazione della temperatura all'interno del locale.

Gli impianti di ventilazione forzata del locale BT, invece, saranno comandati automaticamente attraverso l'intervento di un termostato ambiente, posizionato all'interno del locale stesso, a parete, il quale causerà la chiusura di un contattore (da predisporre sul quadro elettrico di comando del ventilatore) che a sua volta comanderà l'attivazione del ventilatore. Quindi l'impianto sarà gestito dal quadro locale, predisposto per essere controllato anche da postazione remota.

Gli impianti di ventilazione del locale Bombole e del locale Batterie saranno comandati dalla centralina di rivelazione incendi, la quale, in seguito a segnalazioni provenienti dai rivelatori di ossigeno (nel locale bombole) e idrogeno (nel locale batterie), tramite opportuno modulo di comando interfacciato con il quadro elettrico di comando dei ventilatori, disporrà l'attivazione dei ventilatori stessi.

Al fine comunque di evitare ambienti caratterizzati per ampi periodi da condizioni termoigrometriche interne atte alla formazione di muffe o comunque di ambienti insalubri, sarà possibile impostare, tramite il sistema di supervisione, cicli temporali prestabiliti di funzionamento dei ventilatori.

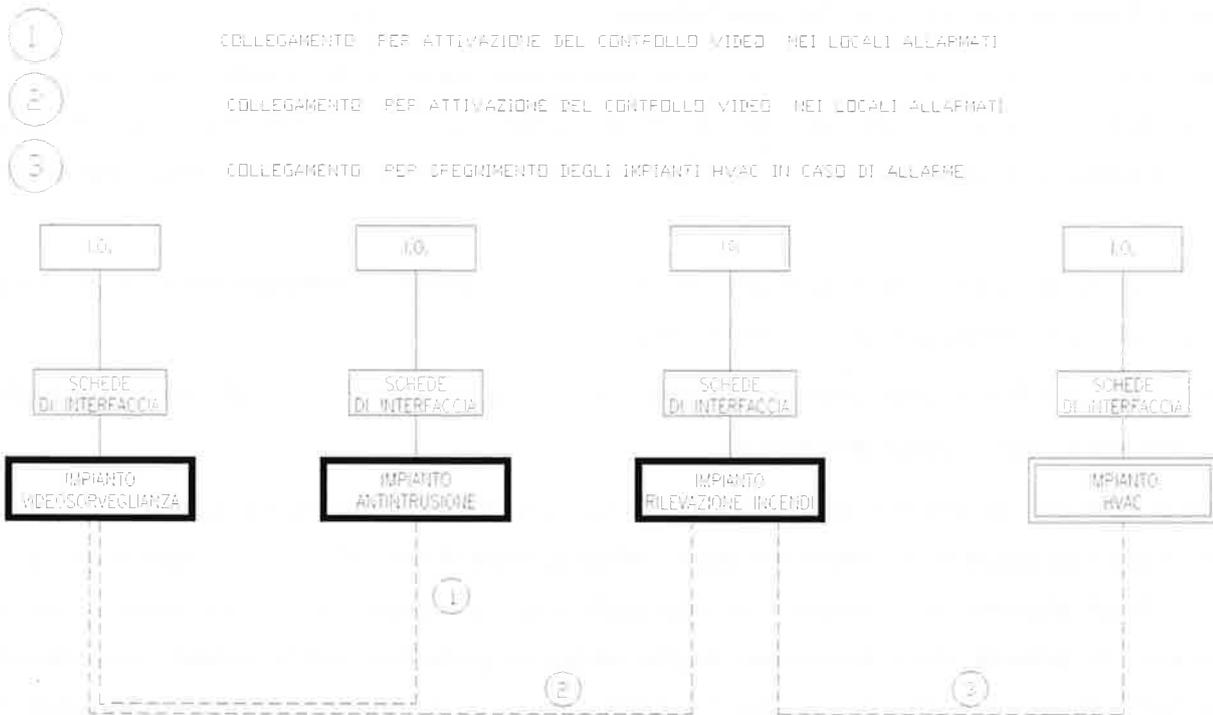
Le informazioni in merito al funzionamento dei citati impianti saranno riportate al sistema di supervisione remoto, il quale potrà anche azionare l'impianto stesso. Le informazioni relative agli stati/allarmi/comandi dei ventilatori saranno trasferite tramite l'utilizzo di contatti privi di tensione resi disponibili sul quadro delle macchine stesse.

Occorrerà rendere disponibili i seguenti stati/allarmi:

- segnale proveniente da un pressostato differenziale montato a bordo macchina
- aumento della temperatura nel locale, oltre una soglia impostata, realizzata con un termostato di soglia montato nel locale.

In caso di incendio, infine, gli impianti HVAC saranno interfacciati con la centrale di rivelazione incendi la quale, in caso di allarme, tramite opportuno teleruttore di comando, provvederà allo spegnimento.

Uno schema riassuntivo di quanto sopra è di seguito riportato :



### 3. CARATTERISTICHE E CONSISTENZA DELL'IMPIANTO

#### 3.1 Impianto di condizionamento locale TLC

Il locale Apparatì TLC è caratterizzato dai carichi termici interni dovuti agli apparati, per cui si rende necessario un raffrescamento sia d'estate che d'inverno, realizzato tramite un impianto di condizionamento configurato con un condizionatore autonomo CDZ, ad armadio da ambiente, monoblocco, del tipo UNDER, specificamente progettato per il controllo della temperatura in locali tecnologici.

E' inoltre previsto un ulteriore condizionatore con funzione di riserva.

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.</b> <b>FERMATA AMOROSI</b>					
	<b>Impianto HVAC – Relazione tecnica e di calcolo</b>	COMMESSA IF0H	LOTTO 12 D 17	CODIFICA RO	DOCUMENTO FA0109 001	REV A

La singola unità sarà del tipo con mandata dell'aria diretta verso il basso all'interno del pavimento galleggiante e ripresa alta direttamente dall'ambiente.

I condizionatori avranno la possibilità di operare in free-cooling quando la temperatura dell'aria esterna è sufficientemente fredda e saranno completi di plenum posteriore da collegare con l'ambiente esterno mediante condotte circolari metalliche. La presa e l'espulsione dell'aria saranno realizzate mediante griglie.

I condizionatori saranno provvisti di plenum posteriore al quale verranno collegate delle condotte per lo scambio d'aria di condensazione con l'ambiente esterno.

Lo scarico della condensa delle batterie dei condensatori sarà realizzato con tubazioni in polietilene, condotte fino al più vicino scarico ammissibile.

Il sistema di controllo del condizionatore sarà costituito da una scheda alloggiata sul quadro elettrico e da un terminale che costituisce l'interfaccia utente. Nella scheda di controllo a microprocessore saranno residenti tutti gli algoritmi di controllo e memorizzati tutti i parametri di funzionamento. Una volta programmata, la scheda potrà funzionare anche senza la presenza del terminale, permettendo il controllo dell'unità da un terminale remoto che potrà essere posto fino a 200 metri di distanza dalla macchina. Un terminale utente potrà essere condiviso da più macchine.

Le unità di condizionamento all'interno dello stesso locale saranno dotate di un loop locale di collegamento attraverso il quale potranno essere gestite le funzionalità principali, quali stand-by (partenza automatica della seconda unità nel caso in cui la prima si guasti od il carico termico superi la capacità della singola unità), rotazione automatica giornaliera, cascata (suddivisione del carico su più unità attraverso divisione della banda proporzionale).

La scheda di controllo svolgerà le seguenti funzioni:

- controllo della temperatura ambiente;
- gestione degli allarmi;
- gestione dello stand-by nel caso di collegamento elettrico di due unità;
- sistema di allarmi completo con indicazione visiva e sonora;
- contatti di segnalazione allarmi distinti per tipologia;
- contatto di allarme generale programmabile per la segnalazione di allarmi specifici selezionabili;
- ripartenza automatica al ripristino della tensione programmabile;

- ritardo programmabile alla ripartenza (installazioni multiple);
- controllo degli spunti dei compressori;
- controllo del limite minimo della temperatura dell'aria di mandata;
- password su due livelli di programmazione (taratura, configurazione hardware e software);
- conteggio delle ore di funzionamento dei componenti più significativi;
- programmazione della manutenzione con segnalazione esplicita delle operazioni da compiere;
- memorizzazione degli ultimi 30 allarmi;
- visualizzazione del tipo di funzionamento e dei componenti attivi con scritte per esteso (con terminale utente opzionale);
- funzione override con possibilità di comandare manualmente il funzionamento dei componenti principali senza l'esclusione dell'eventuale controllo remoto;
- algoritmo di controllo ottimizzato che misura costantemente la temperatura ambiente, esterna e di mandata per gestire nel modo migliore il funzionamento in espansione diretta ed in free-cooling. L'algoritmo estende il funzionamento con raffreddamento gratuito alla temperatura esterna più elevata in relazione alle condizioni di carico che in quel momento sono presenti nel locale da condizionare;
- immunità ai disturbi di natura elettromagnetica od elettrostatica conformemente a quanto prescritto nella direttiva CEE 89/336.

Per il riporto a distanza degli stati di allarme saranno disponibili nella scheda di controllo a microprocessore i seguenti contatti puliti liberi da potenziale:

- cumulativo indirizzabile; si potrà scegliere da tastiera quali allarmi possono essere esclusi;
- compressore;
- ventilatore;
- filtri sporchi

I condizionatori saranno dotati di interfacce seriali con linguaggio di comunicazione basato su protocolli non proprietari (modbus RTU-Ethernet) attraverso le quali saranno riportati al sistema di supervisione (per ogni unità CDZ) i seguenti stati/comandi/allarmi :

- comando marcia/arresto
- segnale di stato
- allarme generale macchina

- segnale locale/remoto
- stato on/off della macchina
- segnalazione filtri intasati
- segnalazione ventilatore on/off
- segnalazione compressore on/off
- comando per distacco antincendio

Al fine di poter intervenire per tempo nel preservare la funzionalità delle apparecchiature elettriche ed elettroniche, è prevista la remotizzazione del segnale di temperatura del locale da parte del condizionatore così che dal sistema di supervisione potrà essere impostato un valore di temperatura pericolosa per l'integrità delle apparecchiature nella quale far scattare un segnale di allarme.

La regolazione della temperatura in ambiente sarà demandata ai sistemi di bordo delle unità. Le unità saranno dotate di riscaldatori elettrici il cui intervento è previsto solo in emergenza.

Durante il ciclo di raffreddamento in free-cooling verrà introdotta in ambiente aria esterna sufficientemente fredda per smaltire il carico termico del locale. Il condizionatore sarà provvisto di una serranda a farfalla e di due prese d'aria in aspirazione per l'aria di ricircolo e per l'aria esterna; durante il funzionamento normale la serranda sarà posizionata per aspirare solo aria dall'interno del locale, la presa d'aria esterna sarà chiusa e l'aria aspirata verrà fatta circolare dal ventilatore attraverso la batteria di raffreddamento e quindi verrà immessa nel locale.

Il raffreddamento avverrà per mezzo del ciclo frigorifero su comando del termostato.

Quando l'aria esterna raggiungerà una temperatura sufficientemente bassa per poter mantenere la temperatura ambiente al valore voluto, la serranda commuterà la propria posizione aspirando ed inviando nel locale aria esterna anziché ricircolata. L'espulsione dell'aria (con portata uguale a quella introdotta) verrà effettuata dal ventilatore del condensatore.

Durante il funzionamento in free-cooling il compressore sarà spento.

Quando la temperatura atmosferica si abbassa ulteriormente, l'introduzione del 100% di aria esterna porterebbe ad un abbassamento eccessivo della temperatura di mandata dell'aria. Il sistema di controllo modulerà con aria ricircolata al fine di mantenere la temperatura interna al valore desiderato. In ogni caso, la temperatura di immissione dell'aria verrà mantenuta sopra un valore minimo prestabilito.

Sarà possibile prefissare una posizione di minima apertura della serranda per permettere l'aspirazione di una porzione di aria esterna in qualsiasi modalità di funzionamento.

Sarà previsto un ritorno a molla in modo che in caso di assenza di alimentazione elettrica oppur e in caso di arresto, le serrande del free – cooling vadano nella loro posizione di chiusura.

L'aria elaborata dalle suddette unità sarà immersa direttamente nel plenum costituito dal pavimento galleggiante e distribuito in ambiente per mezzo di 6 griglie pedonali a pavimento delle dimensioni 400x200 mm.

La presa e la successiva espulsione dell'aria di condensazione sarà effettuata per mezzo di griglie G.A. e G.E. poste sulla parete esterna del fabbricato, collegate all'unità mediante raccordi in lamiera zincata.

La regolazione della temperatura in ambiente sarà demandata ai sistemi di bordo delle unità. Le unità saranno dotate di riscaldatori elettrici il cui intervento è previsto solo in emergenza.

### 3.2 Impianto di condizionamento locale IS

Il locale IS è caratterizzato da elevati carichi termici interni dovuti agli apparati, per cui si rende necessario un raffrescamento sia d'estate che d'inverno, realizzato tramite un impianto di condizionamento configurato con un condizionatore autonomo CDZ, ad armadio da ambiente, monoblocco, del tipo UNDER, specificamente progettato per il controllo della temperatura in locali tecnologici.

E' inoltre previsto un ulteriore condizionatore con funzione di riserva.

La singola unità sarà del tipo con mandata dell'aria diretta verso il basso all'interno del pavimento galleggiante e ripresa alta direttamente dall'ambiente.

I condizionatori avranno la possibilità di operare in free-cooling quando la temperatura dell'aria esterna è sufficientemente fredda e saranno completi di plenum posteriore da collegare con l'ambiente esterno mediante condotte circolari metalliche. La presa e l'espulsione dell'aria saranno realizzate mediante griglie.

I condizionatori saranno provvisti di plenum posteriore al quale verranno collegate delle condotte per lo scambio d'aria di condensazione con l'ambiente esterno.

Lo scarico della condensa delle batterie dei condensatori sarà realizzato con tubazioni in polietilene, condotte fino al più vicino scarico ammissibile.

Il sistema di controllo del condizionatore sarà costituito da una scheda alloggiata sul quadro elettrico e da un terminale che costituisce l'interfaccia utente. Nella scheda di controllo a microprocessore saranno residenti tutti gli algoritmi di controllo e memorizzati tutti i parametri di funzionamento. Una volta programmata, la scheda potrà funzionare anche senza la presenza del terminale, permettendo il controllo dell'unità da un terminale remoto che potrà essere posto fino a 200 metri di distanza dalla macchina. Un terminale utente potrà essere condiviso da più macchine.

Le unità di condizionamento all'interno dello stesso locale saranno dotate di un loop locale di collegamento attraverso il quale potranno essere gestite le funzionalità principali, quali stand-by (partenza automatica della seconda unità nel caso in cui la prima si guasti od il carico termico superi la capacità della singola unità), rotazione automatica giornaliera, cascata (suddivisione del carico su più unità attraverso divisione della banda proporzionale).

La scheda di controllo svolgerà le seguenti funzioni:

- controllo della temperatura ambiente;
- gestione degli allarmi;
- gestione dello stand-by nel caso di collegamento elettrico di due unità;
- sistema di allarmi completo con indicazione visiva e sonora;
- contatti di segnalazione allarmi distinti per tipologia;
- contatto di allarme generale programmabile per la segnalazione di allarmi specifici selezionabili;
- ripartenza automatica al ripristino della tensione programmabile;
- ritardo programmabile alla ripartenza (installazioni multiple);
- controllo degli spunti dei compressori;
- controllo del limite minimo della temperatura dell'aria di mandata;
- password su due livelli di programmazione (taratura, configurazione hardware e software);
- conteggio delle ore di funzionamento dei componenti più significativi;
- programmazione della manutenzione con segnalazione esplicita delle operazioni da compiere;
- memorizzazione degli ultimi 30 allarmi;
- visualizzazione del tipo di funzionamento e dei componenti attivi con scritte per esteso (con terminale utente opzionale);

- funzione override con possibilità di comandare manualmente il funzionamento dei componenti principali senza l'esclusione dell'eventuale controllo remoto;
- algoritmo di controllo ottimizzato che misura costantemente la temperatura ambiente, esterna e di mandata per gestire nel modo migliore il funzionamento in espansione diretta ed in free-cooling. L'algoritmo estende il funzionamento con raffreddamento gratuito alla temperatura esterna più elevata in relazione alle condizioni di carico che in quel momento sono presenti nel locale da condizionare;
- immunità ai disturbi di natura elettromagnetica od elettrostatica conformemente a quanto prescritto nella direttiva CEE 89/336.

Per il riporto a distanza degli stati di allarme saranno disponibili nella scheda di controllo a microprocessore i seguenti contatti puliti liberi da potenziale:

- cumulativo indirizzabile; si potrà scegliere da tastiera quali allarmi possono essere esclusi;
- compressore;
- ventilatore;
- filtri sporchi

I condizionatori saranno dotati di interfacce seriali con linguaggio di comunicazione basato su protocolli non proprietari (modbus RTU-Ethernet) attraverso le quali saranno riportati al sistema di supervisione (per ogni unità CDZ) i seguenti stati/comandi/allarmi :

- comando marcia/arresto
- segnale di stato
- allarme generale macchina
- segnale locale/remoto
- stato on/off della macchina
- segnalazione filtri intasati
- segnalazione ventilatore on/off
- segnalazione compressore on/off
- comando per distacco antincendio

Al fine di poter intervenire per tempo nel preservare la funzionalità delle apparecchiature elettriche ed elettroniche, è prevista la remotizzazione del segnale di temperatura del locale da parte del

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.</b> <b>FERMATA AMOROSI</b>					
	<b>Impianto HVAC – Relazione tecnica e di calcolo</b>	COMMESSA IF0H	LOTTO 12 D 17	CODIFICA RO	DOCUMENTO FA0109 001	REV A

condizionatore così che dal sistema di supervisione potrà essere impostato un valore di temperatura pericolosa per l'integrità delle apparecchiature nella quale far scattare un segnale di allarme.

La regolazione della temperatura in ambiente sarà demandata ai sistemi di bordo delle unità. Le unità saranno dotate di riscaldatori elettrici il cui intervento è previsto solo in emergenza.

Durante il ciclo di raffreddamento in free-cooling verrà introdotta in ambiente aria esterna sufficientemente fredda per smaltire il carico termico del locale. Il condizionatore sarà provvisto di una serranda a farfalla e di due prese d'aria in aspirazione per l'aria di ricircolo e per l'aria esterna; durante il funzionamento normale la serranda sarà posizionata per aspirare solo aria dall'interno del locale, la presa d'aria esterna sarà chiusa e l'aria aspirata verrà fatta circolare dal ventilatore attraverso la batteria di raffreddamento e quindi verrà immessa nel locale.

Il raffreddamento avverrà per mezzo del ciclo frigorifero su comando del termostato.

Quando l'aria esterna raggiungerà una temperatura sufficientemente bassa per poter mantenere la temperatura ambiente al valore voluto, la serranda commuterà la propria posizione aspirando ed inviando nel locale aria esterna anziché ricircolata. L'espulsione dell'aria (con portata uguale a quella introdotta) verrà effettuata dal ventilatore del condensatore.

Durante il funzionamento in free-cooling il compressore sarà spento.

Quando la temperatura atmosferica si abbassa ulteriormente, l'introduzione del 100% di aria esterna porterebbe ad un abbassamento eccessivo della temperatura di mandata dell'aria. Il sistema di controllo modulerà con aria ricircolata al fine di mantenere la temperatura interna al valore desiderato. In ogni caso, la temperatura di immissione dell'aria verrà mantenuta sopra un valore minimo prestabilito.

Sarà possibile prefissare una posizione di minima apertura della serranda per permettere l'aspirazione di una porzione di aria esterna in qualsiasi modalità di funzionamento.

Sarà previsto un ritorno a molla in modo che in caso di assenza di alimentazione elettrica oppur e in caso di arresto, le serrande del free – cooling vadano nella loro posizione di chiusura.

L'aria elaborata dalle suddette unità sarà immersa direttamente nel plenum costituito dal pavimento galleggiante e distribuito in ambiente per mezzo di 10 griglie pedonali a pavimento delle dimensioni 400x200 mm.

La presa e la successiva espulsione dell'aria di condensazione sarà effettuata per mezzo di griglie G.A. e G.E. poste sulla parete esterna del fabbricato, collegate all'unità mediante raccordi in lamiera zincata.

La regolazione della temperatura in ambiente sarà demandata ai sistemi di bordo delle unità. Le unità saranno dotate di riscaldatori elettrici il cui intervento è previsto solo in emergenza.

### 3.3 Impianto di estrazione forzata IS

Nel locale IS sono presenti delle bombole contenenti gas estinguente; eventuali perdite di gas potrebbero abbassare la percentuale di ossigeno.

Nel momento in cui gli appositi sensori di rivelazione riveleranno una percentuale d'ossigeno troppo bassa e non compatibile con la presenza di persone all'interno del locale, dovrà intervenire un impianto di ventilazione forzata che garantisca il necessario ricambio d'aria.

Al fine, pertanto, di controllare sia il livello minimo di ossigeno che la temperatura interna al locale l'impianto sarà configurato con un ventilatore di estrazione dell'aria di tipo centrifugo assiale per installazione a parete. Per garantire un adeguato lavaggio sarà previsto un estrattore in grado di garantire almeno 6600 m<sup>3</sup>/h. L'aria verrà espulsa per mezzo di griglie a parete collegate agli estrattori mediante raccordi in lamiera zincata.

Il ventilatore sarà azionato da motore a due polarità selezionabili in modo da ottenere due diverse velocità di sincronismo. Alle due velocità di sincronismo corrisponderanno i valori del 100% e del 50% della portata.

La regolazione della temperatura ambiente sarà effettuata grazie all'ausilio di termostati ambiente collocati negli stessi locali.

L'impianto di ventilazione sarà controllato dall'unità periferica del sistema di controllo UP che comanderà l'arresto o la marcia ad alta/bassa velocità di rotazione sulla base del segnale di una sonda di temperatura installata in ambiente oppure del segnale di bassa percentuale di ossigeno derivante, tramite la centrale di rivelazione incendi, dai rivelatori di ossigeno installati all'interno del locale.

All'unità periferica saranno riportati anche:

- lo stato;
- l'allarme termico;
- il segnale locale/remoto.

L'impianto di ventilazione avrà anche il compito di mantenere la concentrazione di idrogeno al di sotto del 4%vol della soglia del Limite Inferiore di Esplosione (LEL) per la presenza di batterie. La

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE.</b>					
	<b>FERMATA AMOROSI</b>					
<b>Impianto HVAC – Relazione tecnica e di calcolo</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IF0H	12 D 17	RO	FA0109 001	A	18 di 27

potenza nominale sarà di 30 kVA e la portata di progetto che rappresenta il valore di dimensionamento dell'impianto è 14,4 mc/h.

L'impianto di ventilazione sarà comandato dalla centralina di rivelazione incendi, la quale, in seguito a segnalazioni provenienti dai rivelatori di ossigeno e idrogeno, tramite opportuno modulo di comando interfacciato con il quadro elettrico di comando dei ventilatori, disporrà l'attivazione dei ventilatori stessi.

### 3.4 Impianto di ventilazione locale BT

Per il controllo della temperatura nel locale BT è previsto un impianto di ventilazione forzata comandato automaticamente tramite termostato ambiente.

L'impianto sarà configurato con un ventilatore di estrazione dell'aria di tipo assiale per installazione a parete del locale. L'aria di make-up perrà in ambiente mediante le grigliature previste sulle porte di accesso ai locali o per mezzo di apposita serranda a gravità da installare nella parete opposta al ventilatore (o sui telai e sistemi di sostegno su di questi predisposti). L'aria verrà espulsa per mezzo dell'estrattore assiale installato a parete.

Il ventilatore sarà azionato da motore a due polarità selezionabili in modo da ottenere due diverse velocità di sincronismo. Alle due velocità di sincronismo corrisponderanno i valori del 100% e del 50% della portata.

La regolazione della temperatura ambiente sarà effettuata grazie all'ausilio di termostati ambiente collocati negli stessi locali.

L'impianto di ventilazione sarà controllato dall'unità periferica del sistema di controllo UP (fabbricato FV01), che comanderà l'arresto o la marcia ad alta/bassa velocità di rotazione sulla base del segnale di una sonda di temperatura installata in ambiente.

All'unità periferica saranno riportati anche:

- lo stato;
- l'allarme termico;

il segnale locale/remoto.

### 3.5 Impianto di estrazione servizi igienici

Per i servizi igienici sarà previsto un impianto di estrazione per garantire il ricambio di aria richiesto dalla normativa tramite valvole di aspirazione, canalizzazioni in lamiera zincata ed adeguati estrattori.

## 4. CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO

### 4.1 Dati tecnici di progetto

Il dimensionamento degli impianti è stato effettuato in modo da garantire le prestazioni richieste, nelle condizioni di funzionamento di seguito elencate:

Condizioni termoigrometriche esterne (rif. UNI 10339 – 10349 – UNI/TS 11300-1):

Inverno

Temperatura minima	--2	°C
Umidità relativa corrispondente	73	%

Estate

Temperatura massima	32	°C
Umidità relativa corrispondente	50	%

Condizioni termoigrometriche interne:

Inverno

Locali climatizzati con presenza di persone 20 °C

Locali apparecchiature riscaldati e con

riscaldamento di soccorso 20 °C

Locali ventilati (Quadri, etc.) Non controllata

Estate

Locali climatizzati con presenza di persone 24 °C

Locali apparecchiature raffrescati e con

riscaldamento di soccorso 24 °C

Locali ventilati (Quadri, etc.) 40 °C

Tolleranze:

Temperatura ± 1°C

Umidità relativa ± 10%

Coefficienti di trasmittanza termica:

Chiusure trasparenti comprensive degli infissi  $2,6 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Strutture verticali opache  $0,43 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Strutture verticali opache orizzontali o inclinate di copertura  $0,34 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Strutture verticali opache orizzontali di pavimento  $0,70 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Chiusure verticali verso ambienti interni  $2,00 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Irradianza solare:

In accordo alla UNI 10349

Funzionamento degli impianti:

- Impianti di riscaldamento: secondo D.P.R. 412/93
- Impianti di climatizzazione e raffrescamento: 24h/24 secondo necessità

Livelli di rumorosità:

All'esterno:

- secondo disposizioni della legge 447/95 e relativi regolamenti alternativi, in particolare il D.P.R. del 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

All'interno (uffici):

secondo UNI 8199 "Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti di riscaldamento, canalizzazione e ventilazione".

Rinnovi d'aria:

- Locali presenziabili 8 vol. amb./h (ricambio aria)

## 4.2 Impianto di condizionamento locali

### 4.2.1 Calcolo estivo

E' stato considerato che il carico termico totale da abbattere è dato dalla somma del calore sensibile più quello latente, dati a loro volta da :

Calore sensibile :

- Radiazione solare
- Trasmissione
- Infiltrazione aria esterna
- Carichi interni

Calore latente :

- Vapore dovuto a persone (trascurabile)
- Infiltrazione aria esterna
- Vapore da processi/apparecchiature (trascurabile)

	IS	BT	TLC
<b>Carico termico (kW)</b>	8,00	4,00	2,00
Altezza (m)	4,50	6,30	4,50
Larghezza (m)	16,27	6,60	4,50
Lunghezza (m)	4,50	4,50	4,50
Volume (mc)	329,47	187,11	91,13
<b><math>Q[W]=A[mq]*U[W/mqK]*(\Delta t_{eq,eff})[K]</math></b>			
Utetto (sp=0,2m) [W/mqK]	0,34	0,34	0,34
Upavimento (sp=0,2m) [W/mqK]	0,70	0,70	0,70
Upareti esterne (sp=0,2m) [W/mqK]	0,43	0,43	0,43

Upareti interne (sp=0,2m) [W/mqK]	2,00	2,00	2,00
Ufinestre [W/mqK]	2,60	2,60	2,60
A tetto esposto (mq)	73,22	29,70	20,25
A pavimetno (mq)	73,22	29,70	20,25
A pareti esterne esposte (mq)	166,68	111,51	60,75
A pareti esterne non esposte (tramite spazio adiacente) (mq)	20,25	28,35	20,25
A pareti interne non esposte (spazio adiacente) (mq)	20,25	28,35	20,25
A finestre + porte (mq)	5,28	5,28	5,28
Tc [C]	24,00	40,00	24,00
URc (%)	48,00	48,00	48,00
xc [g/kg]	22,50	22,50	22,50
Te [C]	32,00	32,00	32,00
URo (%)	73,00	73,00	73,00
xe [g/kg]	15,00	15,00	15,00
ΔTgiorno	10,00	10,00	10,00
Intensità irraggiamento finestre sud (kW/mq) ore15	0,24	0,24	0,24
Intensità irraggiamento finestre ovest (kW/mq) ore15	0,72	0,72	0,72
Intensità irraggiamento finestre nord (kW/mq) ore15	0,13	0,13	0,13
Intensità irraggiamento finestre est (kW/mq) ore15	0,12	0,12	0,12
Fattore di talaio	1,17	1,17	1,17
Fattore schermatura	0,90	0,90	0,90
Fattore di accumulo	0,70	0,70	0,70
Afinestre esposte a sud [mq]	0,00	0,00	0,00
Afinestre esposte a ovest [mq]	0,00	0,00	0,00
Afinestre esposte a nord [mq]	0,00	0,00	0,00
Afinestre esposte a est [mq]	0,00	0,00	0,00
Rientrate termiche irraggiamento [kW]	0,00	0,00	0,00
Rientrate convettive vetri [kW]	0,11	-0,11	0,11
Apareti sud [mq]	20,25	0,00	0,00
Apareti ovest [mq]	73,22	28,35	20,25
Apareti nord [mq]	0,00	28,35	20,25
Apareti est [mq]	73,22	28,35	20,25
ΔTeq,pareti,tav.grigio,NORD ore 14 [K]	5,30	5,30	5,30
ΔTeq,pareti,esposizione sud ore14 [K]	16,40	16,40	16,40
ΔTeq,pareti,esposizione ovest ore14 [K]	10,80	10,80	10,80
ΔTeq,pareti,esposizione nord ore14 [K]	5,30	5,30	5,30
ΔTeq,pareti,esposizione est ore14 [K]	6,40	6,40	6,40
ΔTeq,tetto,grigio,OMBRA ore14 [K]	4,20	4,20	4,20
ΔTeq,tetto,sole ore14 [K]	15,20	15,20	15,20
C	0,00	-16,00	0,00
x	1,00	1,00	1,00
ΔTeq,eff,pareti sud [K]	0,50	solo conv	0,50
ΔTeq,eff,pareti ovest [K]	0,50	solo conv.	0,50
ΔTeq,eff,pareti nord [K]	0,50	solo conv.	0,50

$\Delta T_{eq,eff,pareti\ est} [K]$	0,50	solo conv.	0,50
$\Delta T_{eq,eff,tetto} [K]$	0,50	solo conv.	0,50
Rientrate trasmissione pareti [kW]	0,04	-0,38	0,01
Rientrate trasmissione tetto [kW]	0,01	-0,08	0,00
<b>Totale trasmissione [kW]</b>	<b>0,16</b>	<b>-0,57</b>	<b>0,13</b>
Volumi/h rinnovo aria	0,50	0,50	0,50
Rinnovo aria (mc/h)	164,73	93,56	45,56
$\rho_{aria\ 33,5^{\circ}C} (kg/mc)$	1,165	1,165	1,165
$c_{paria} (J/kgK)$	1005,00	1005,00	1005,00
Rientrate sensibile ventilazione [kW]	0,43	-0,24	0,12
clacqua [kJ/g]	2,27	2,27	2,27
Rientrate latente ventilazione [kW]	-0,91	-0,52	-0,25
<b>Totale rientrate ventilazione [kW]</b>	<b>-0,48</b>	<b>-0,76</b>	<b>-0,13</b>
<b>Rientrate termiche totali [kW]</b>	<b>-0,32</b>	<b>-1,33</b>	<b>-0,01</b>
<b>Totale (kW)</b>	<b>7,68</b>	<b>2,67</b>	<b>1,99</b>

Dalla tabella in precedenza riportate pertanto sono previste le seguenti apparecchiature di condizionamento tecnologico :

Locale IS :

- n° 01 condizionatore + n° 01 condizionatore di riserva della seguenti caratteristiche :
- Portata aria evaporatore : 2740 mc/h
- Potenza frigorifera sensibile : 10,5 kW
- Potenza elettrica assorbita dal compressore : 2,91 kW
- Potenza elettrica assorbita dal ventilatore lato condensatore : 1,27 kW
- Potenza elettrica assorbita dal ventilatore lato evaporatore : 0,42 kW
- Potenza termica (con riscaldatore elettrico) : 4,5 kW

Locale Apparatì TLC:

- n° 01 condizionatore + n° 01 condizionatore di riserva della seguenti caratteristiche :
- Portata aria evaporatore : 1800 mc/h
- Potenza frigorifera sensibile : 4,9 kW

- Potenza elettrica assorbita dal compressore : 1,2 kW
- Potenza elettrica assorbita dal ventilatore lato condensatore : 0,68 kW
- Potenza elettrica assorbita dal ventilatore lato evaporatore : 0,26 kW
- Potenza termica (con riscaldatore elettrico) : 1,5 kW

#### 4.2.2 Calcolo invernale

La determinazione delle dispersioni termiche è stata effettuata in accordo alla UNI EN 12831, considerando in sostanza che le dispersioni termiche totali come somma delle dispersioni per trasmissioni e per ventilazione; le dispersioni per trasmissioni sono state considerate come somma delle dispersioni :

- da spazio riscaldato all'esterno tramite l'involucro
- da spazio riscaldato all'esterno tramite uno spazio adiacente non riscaldato
- da spazio riscaldato al terreno
- da spazio riscaldato a spazio adiacente non riscaldato

I principali dati di input utilizzati e risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella :

	IS	TLC
<b>INVERNALE formula</b>		
Carico termico (kW)	8,00	2,00
Altezza (m)	4,50	4,50
Larghezza (m)	16,27	4,50
Lunghezza (m)	4,50	4,50
Volume (mc)	329,47	91,13
<b><math>Q[W]=A[mq]*U[W/mqK]*(Tc-To)[K]</math></b>		
Utetto (sp=0,2m) [W/mqK]	0,34	0,34
Upavimento (sp=0,2m) [W/mqK]	0,70	0,70
Upareti esterne (sp=0,2m) [W/mqK]	0,43	0,43
Upareti interne (sp=0,2m) [W/mqK]	2,00	2,00
Ufinestre [W/mqK]	2,60	2,60
A tetto esposto (mq)	73,22	20,25
A pavimetno (mq)	73,22	20,25
A pareti esterne esposte (mq)	166,68	60,75
A pareti esterne non esposte (tramite spazio adiacente) (mq)	20,25	20,25
A pareti interne non esposte (spazio adiacente) (mq)	20,25	20,25
A finestre + porte (mq)	5,28	5,28
Tc interno [C]	20,00	20,00
Tu interno non riscaldata [C]	10,00	10,00

Impianto HVAC – Relazione tecnica e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	12 D 17	RO	FA0109 001	A	25 di 27

Tc interno adiacente [C]	10,00	10,00
URc (%)	48,00	48,00
xc [g/kg]	22,50	22,50
Te [C]	-2,00	-2,00
Te-media annuale [C]	18,20	18,20
URe (%)	73,00	73,00
xe [g/kg]	3,90	3,90
Bu (interno riscaldato >> non riscaldato >> esterno)	0,45	0,45
fg1 pavimento	1,45	1,45
fg2 pavimento	0,08	0,08
Gw	1,00	1,00
fij	0,45	0,45
Dispersioni riscaldato>>esterno tramite involucro + finestre [kW]	2,43	1,03
Dispersioni riscaldato>>esterno tramite non risc. [kW]	0,09	0,09
Dispersioni riscaldato>>terreno [kW]	0,13	0,04
Dispersioni riscaldato>>non riscaldato [kW]	0,41	0,41
<b>Uscite termiche totali Q (kW)</b>	<b>3,05</b>	<b>1,56</b>
Volumi/h rinnovo aria	0,50	0,50
Rinnovo aria (mc/h)	164,73	45,56
paria 5°C (kg/mc)	1,269	1,269
cparia (J/kgK)	1005,00	1005,00
Dispersioni sensibile ventilazione (kW)	1,28	0,36
clacqua [kJ/g]	2,27	2,27
Dispersioni latente ventilazione [kW]	2,45	0,68
<b>Totale dispersioni ventilazione [kW]</b>	<b>3,74</b>	<b>1,03</b>
<b>Totale dispersioni (kW)</b>	<b>6,79</b>	<b>2,59</b>
f <sub>RH</sub> [W/mq]	0,30	0,30
<b>Potenza ripresa per intermittenza riscaldamento [kW]</b>	<b>0,022</b>	<b>0,006</b>
<b>Totale (kW)</b>	<b>-1,19</b>	<b>0,60</b>

Si riassumono di seguito i carichi termici da dover fronteggiare per ciascun locale :

#### FABBRICATO FV01

	Locale IS	Locale BT	Locale TLC
Estate [kW]	7,68	2,67	1,99
Inverno [kW]	-1,19		0,6

#### 4.2.3 Impianto di ventilazione locale BT

L'impianto di ventilazione, in accordo con le regole tecniche applicabili, sarà in grado di eliminare il calore prodotto per evitare il surriscaldamento dell'ambiente e un eventuale malfunzionamento dei macchinari ed i ricambi dell'aria adeguati nei locali indicati.

Per evitare aperture di ventilazione eccessive è conveniente utilizzare una ventilazione forzata mediante attivazione automatica da un termostato che rileva la temperatura ambiente ed interviene quando la temperatura interna del locale supera un livello di guardia (40°C).

Il dimensionamento dell'impianto di ventilazione è stato eseguito per l'abbattimento di un carico termico totale di 4 kW, data dalle apparecchiature in esso presenti, dal momento che si considera nullo il contributo delle rientrate esterne in quanto è tollerata una temperatura massima interna al locale di 40°C che si presume sia in ogni caso maggiore di quella ambiente esterna.

La portata d'aria del ventilatore/estrattore  $Q_v$  (m<sup>3</sup>/h) necessaria per smaltire la potenza termica dissipata è stata ricavata dalla formula seguente

$$Q_v = P_{pt} / (C_{p \text{ aria}} \Delta T)$$

dove,

$\Delta T$  = salto termico massimo aria estratta pari a 8 °C

$C_{p \text{ aria}}$  = calore specifico dell'aria a 20 °C (0,35 Wh/°C\*mc)

Ppt = Potenza termica totale da dissipare in W

A fronte di detti carichi è stato previsto un ventilatore in grado di elaborare una portata pari a 1500 m<sup>3</sup>/h di aria.

#### **4.2.4 Impianto di estrazione forzata locale IS**

L'impianto di ventilazione sarà in grado sia di assicurare il necessario ricambio d'aria ogni qualvolta la percentuale di ossigeno scende sotto una soglia minima di sicurezza

Al fine, pertanto, di garantire un ricambio d'aria tale da riportare, in un breve tempo, la percentuale d'ossigeno a valori di sicurezza, verrà garantito un ricambio d'aria superiore a 20 volumi/ora, per il quale verrà utilizzato un ventilatore in grado di elaborare una portata d'aria pari d almeno 6600 m<sup>3</sup>/h.

Tale sistema di ventilazione permetterà anche di mantenere la concentrazione di idrogeno al di sotto del 4%vol della soglia del Limite Inferiore di Esplosione (LEL).

Il sistema di ventilazione forzata sarà infatti associato a un temporizzatore e ad un rilevatore di idrogeno che, rilevata la contrazione di idrogeno al di sopra dell'4%vol della soglia del LEL, attiverà, tramite la centrale di rivelazione incendi ed opportuno modulo di comando interfacciato con il quadro elettrico di comando del ventilatore, la ventilazione forzata.

#### **4.2.5 Impianto di estrazione servizi igienici**

L'impianto sarà dimensionato al fine di garantire gli 8 ricambi orari in estrazione previsti dalla normativa vigente. A tal fine saranno previsti due estrattori da 300 mc/h.

