

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA

Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara

Impianto HVAC

Relazione Tecnica e di calcolo

SCALA:

-

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

IF1W 00 D 17 RO IT0503 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	E. Zazzera	Agosto 2018	V. Iannuccilli	Agosto 2018	D. Aprea	Agosto 2018	A. Falaschi Dicembre 2018
B	Emissione Esecutiva	E. Zazzera <i>E. Zazzera</i>	Dicembre 2018	V. Iannuccilli <i>V. Iannuccilli</i>	Dicembre 2018	D. Aprea <i>D. Aprea</i>	Dicembre 2018	<i>A. Falaschi</i> U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI Dott. Ing. ALFREDO FALASCHI Ordine Ingegneri di Viterbo N° 363

IF1W 00 D 17 RO IT0503 001 B

n. Elab.: 547



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	2 di 14

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
NORME TECNICHE APPLICABILI	4
REGOLE TECNICHE APPLICABILI	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 IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO	9
3.2 IMPIANTI DI VENTILAZIONE FORZATA	13
4) CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO	15
4.1 DATI TECNICI DI PROGETTO	15
4.2 CALCOLO CARICO TERMICO DEI FABBRICATI	17
a. Carichi estivi per il fabbricato CV2 – E2	18
b. Carichi invernali per il fabbricato CV2 – E2	20
4.3 IMPIANTO DI VENTILAZIONE FORZATA LOCALI MT	22
4.4 IMPIANTO DI VENTILAZIONE FORZATA LOCALI BT	23
4.5 IMPIANTO DI VENTILAZIONE FORZATA LOCALE QUADRI VENTILAZIONE	24
5) IMPIANTO DI PROGETTO	25



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	3 di 14

1) GENERALITÀ

1.1 Premessa

Il presente documento ha per oggetto la descrizione degli impianti HVAC della centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara della tratta Bovino – Orsara.

Parte integrante di questo documento sono lo schema e la planimetria con la rappresentazione delle reti principali di distribuzione e la disposizione delle apparecchiature ed il disciplinare tecnico dei componenti dell'impianto.

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.

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;

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA					
	PROGETTO DEFINITIVO Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara Impianto HVAC					
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	4 di 14

- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.

1.4 Normative di riferimento

Si elencano i principali riferimenti normativi per i vari impianti.

Norme tecniche applicabili

- **UNI EN ISO 10077-1** "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica"
- **UNI 8199** "Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione";
- **UNI 10339** "Impianti aeraulici 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";

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 ottobre 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".



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	5 di 14

- **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".
- **DLGS 9 aprile 2008 n° 81**, intitolato "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" e smi.
- **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".
- **D.Lgs 7 febbraio 2012, n° 25**, "Disposizioni tecniche concernenti apparecchiature finalizzate al trattamento dell'acqua destinata al consumo umano".
- **Decreto 4 aprile 2014**, Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i 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".
- **Regolamento CPR (UE) 305/2011**: Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio (Testo rilevante ai fini del SEE);
- **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).



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	6 di 14

- **Direttiva 2014/35/UE** del parlamento europeo e del consiglio del 24 febbraio 2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato a essere adoperato entro taluni limiti di tensione Testo rilevante ai fini del SEE.
- Disposizioni particolari che possano essere impartite eventualmente da altri Enti ed Autorità (V.V.F., USL, ISPESL 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 BT
- Ventilazione forzata dei seguenti locali:
 - Locale MT
 - Locale BT (per evacuazione idrogeno)
 - Locale quadri ventilazione

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA PROGETTO DEFINITIVO Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara Impianto HVAC					
	RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG. IF1W	LOTTO 00	TIPO DOC. D17RO	OPERA/DISCIPLINA IT 0503 001	REV. B

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

L'impianto di ventilazione forzata dei locali MT e Quadri Ventilazione, invece, sarà comandato 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.

L'impianto di ventilazione del locale BT, al contrario, sarà comandato dalla centralina di rivelazione incendi, la quale, in seguito a segnalazioni provenienti dai rivelatori di idrogeno, tramite opportuno modulo di comando interfacciato con il quadro elettrico di comando dei ventilatori, disporrà

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	8 di 14

l'attivazione del ventilatore stesso. Verrà installato anche un termostato ambiente solo per intervenire nel caso di malfunzionamento del sistema principale.

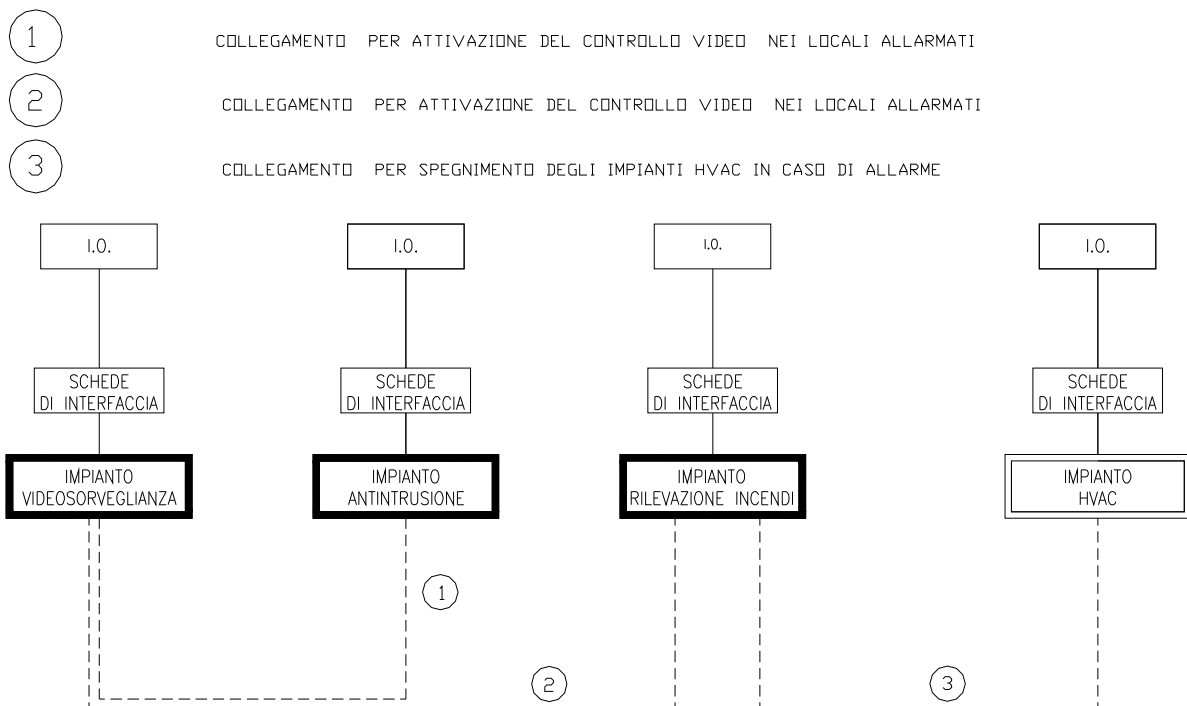
In caso di incendio, inoltre, al fine di evitare una propagazione dello stesso, verrà comandata, tramite centralina di rivelazione incendi, lo spegnimento dell'impianto HVAC.

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.

Uno schema riassuntivo di quanto sopra è di seguito riportato :



	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA					
	PROGETTO DEFINITIVO Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara Impianto HVAC					
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	9 di 14

3) CARATTERISTICHE E CONSISTENZA DELL'IMPIANTO

3.1 Impianti di condizionamento

Per il locale BT è previsto un impianto di condizionamento configurato con un condizionatore autonomo per ciascun ambiente ad armadio, monoblocco, del tipo UNDER, specificamente progettato per il controllo della temperatura in locali tecnologici. In ogni locale è previsto inoltre un condizionatore con le medesime caratteristiche 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. Sarà previsto un ritorno a molla in modo che in caso di assenza di alimentazione elettrica oppure in caso di arresto, le serrande del free-cooling vadano nella loro posizione di chiusura.

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



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	10 di 14

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;



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	11 di 14

→ 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.



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	12 di 14

La regolazione della temperatura in ambiente sarà demandata ai sistemi di bordo delle unità. Le unità, ove necessario secondo quanto indicato nel seguito della presente relazione, 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 oppure in caso di arresto, le serrande del free – cooling vadano nella loro posizione di chiusura.

L'aria elaborata dalle suddette unità sarà immessa direttamente nel plenum costituito dal pavimento galleggiante e distribuito in ambiente per mezzo di griglie pedonali a pavimento di dimensioni 600x300.



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	13 di 14

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.

Al fine di evitare cortocircuitazioni che inficino una corretta funzionalità dei condizionatori, inoltre, le griglie di espulsione (GE) e presa (GA) aria a servizio dei condizionatori tecnologici dovranno essere poste in modo contrapposto : la griglia superiore dovrà presentare alette orientate verso l'alto mentre in quella inferiore le alette dovranno essere orientate verso il basso.

Sulle pareti dovranno essere previste delle aperture separate, una per la griglia di espulsione ed una per quella di presa aria.

Dovranno essere previste anche delle connessioni tra le aperture a parete e le sezioni di ingresso/uscita aria dei condizionatori.

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 Impianti di ventilazione forzata

Per il controllo della temperatura dei locali MT e del Locale quadri ventilazione è previsto un impianto di ventilazione forzata la cui funzione sarà quella di contenere la temperatura massima all'interno del locale; per tale motivo l'impianto sarà comandato automaticamente tramite termostato ambiente installato nello stesso locale.

Nei locali BT, caratterizzati dalla presenza di batterie, invece, in aggiunta all' impianto di condizionamento, è previsto anche un impianto di ventilazione meccanica allo scopo di mantenere la concentrazione dell'idrogeno al di sotto del 1%vol (soglia del Limite Inferiore di Esplosione (LEL)), in modo conforme alla Norma CEI EN 50272-2.

L'impianto di ventilazione forzata sarà pertanto comandato dalla centralina di rivelazione incendi, la quale, in seguito a segnalazioni provenienti dai rivelatori di idrogeno, tramite opportuno



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	14 di 14

modulo di comando interfacciato con il quadro elettrico di comando dei ventilatori, disporrà l'attivazione dei ventilatori stessi.

Nel locale GE, infine, l'impianto di ventilazione sarà in grado sia di assicurare, oltre che il controllo della temperatura massima del locale, anche il necessario ricambio d'aria minimi tale da evitare la formazione di ambienti insalubri all'interno del locale; per tale motivo l'impianto sarà comandato sia da un termostato installato nel locale che da un tempizzatore.

Gli impianti saranno configurati con ventilatori di estrazione dell'aria di tipo assiale per installazione a parete del locale. L'aria di make-up perverrà 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. Al fine di contenere le dispersioni termiche nei locali condizionati, il ventilatore a servizio del locale BT sarà accoppiato ad una serranda di sovrappressione la quale sarà normalmente chiusa ed commuterà nella posizione di apertura solo in caso di avvio del ventilatore a cui è accoppiata a causa della sovrappressione indotta dal funzionamento di quest'ultimo.

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.

Gli impianti di ventilazione saranno controllati dall'unità periferica del sistema di ed 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.

All'unità periferica saranno riportati anche:

- lo stato;
- l'allarme termico;



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	15 di 14

- il segnale locale/remoto.

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

Inverno

Temperatura minima	-2 °C
Umidità relativa corrispondente	73 %
Temperatura locali climatizzati con presenza di persone	20 °C
Temperatura locali apparecchiature riscaldati e con riscaldamento di soccorso	20 °C
Temperatura locali ventilati (Quadri, etc.)	Non controllata

Estate

Temperatura massima	32 °C
Umidità relativa corrispondente	50 %
Temperatura locali climatizzati con presenza di persone	24 °C
Temperatura locali apparecchiature raffrescati e con riscaldamento di soccorso	24 °C
Temperatura locali ventilati (Quadri, etc.)	40 °C

Tolleranze:

Temperatura	± 1°C
Umidità relativa	± 10%

Coefficienti di trasmittanza termica:

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



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	16 di 14

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".



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	17 di 14

4.2 Calcolo carico termico dei fabbricati

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 :

1. Calore sensibile :
 - a. Radiazione solare
 - b. Trasmissione
 - c. Infiltrazione aria esterna
 - d. Carichi interni
2. Calore latente :
 - a. Vapore dovuto a persone (trascurabile)
 - b. Infiltrazione aria esterna
 - c. Vapore da processi/apparecchiature (trascurabile)

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	18 di 14

a. Carichi estivi per il fabbricato CV2 – E2

ESTIVO	Cabina BT
Carico termico interno (kW)	4,00
Tc [C] - (interna - 24 per locali condizionati - 40 per locali ventilati)	24,00
URc (%) - (interna)	50,00
xc [g/kg] - (grafico psicometrico)	9,30
Te [C] - (normativa per zona geografica)	32,00
URe (%) - (normativa per zona geografica)	50,00
xe [g/kg] - (grafico psicometrico)	15,00
Altezza (m)	4,00
Larghezza (m)	7,35
Lunghezza (m)	5,86
Volume (mc)	172,28
$Q[W]=A[mq]*U[W/mqK]*(\Delta t_{eq,eff})[K]$	
Utetto (sp=0,2m) [W/mqK] - (normativa per zona geografica)	0,32
Upavimento (sp=0,2m) [W/mqK] - (normativa per zona geografica)	0,36
Upareti esterne (sp=0,2m) [W/mqK] - (normativa per zona geografica)	0,36
Upareti interne (sp=0,2m) [W/mqK] - (normativa per zona geografica)	2,00
Ufinestre [W/mqK] - (normativa per zona geografica)	2,40
A tetto esposto (mq)	0,00
A pavimetno (mq)	43,07
A pareti esterne esposte (mq)	58,80
A pareti esterne non esposte (tramite spazio adiacente) (mq)	0,00
A pareti interne non esposte (spazio adiacente) (mq)	46,88
A finestre + porte (mq)	0,00
Tc [C]	24,00
URc (%)	48,00
xc [g/kg]	9,30
Te [C]	32,00
URo (%)	73,00
xe [g/kg]	15,00
ΔT_{giorno}	10,00
Intensità irraggiamento finestre sud (kW/mq) ore15	0,32
Intensità irraggiamento finestre ovest (kW/mq) ore15	0,71
Intensità irraggiamento finestre nord (kW/mq) ore15	0,12
Intensità irraggiamento finestre est (kW/mq) ore15	0,12
Fattore di talaio	1,17
Fattore schermatura	0,90
Fattore di accumulo	0,70
Afinestre esposte a sud [mq]	0,00
Afinestre esposte a ovest [mq]	0,00

Afinestre esposte a nord [mq]	0,00
Afinestre esposte a est [mq]	0,00
Rientrate termiche irraggiamento [kW]	0,00
Rientrate convettive vetri [kW]	0,00
Apareti sud [mq]	0,00
Apareti ovest [mq]	0,00
Apareti nord [mq]	0,00
Apareti est [mq]	23,44
$\Delta T_{eq,pareti,tab,grigio,NORD}$ ore 15 [K]	6,40
$\Delta T_{eq,pareti,esposizione sud}$ ore15 [K]	8,10
$\Delta T_{eq,pareti,esposizione ovest}$ ore15 [K]	5,30
$\Delta T_{eq,pareti,esposizione nord}$ ore15 [K]	6,40
$\Delta T_{eq,pareti,esposizione est}$ ore15 [K]	10,80
$\Delta T_{eq,tetto,grigio,OMBRA}$ ore15 [K]	5,30
$\Delta T_{eq,tetto,sole}$ ore15 [K]	18,10
C	-16,00
x	1,00
$\Delta T_{eq,eff,pareti sud}$ [K]	solo conv
$\Delta T_{eq,eff,pareti ovest}$ [K]	solo conv.
$\Delta T_{eq,eff,pareti nord}$ [K]	solo conv.
$\Delta T_{eq,eff,pareti est}$ [K]	solo conv.
$\Delta T_{eq,eff,tetto}$ [K]	solo conv.
Rientrate trasmissione pareti [kW]	0,17
Rientrate trasmissione tetto [kW]	0,00
Totale trasmissione [kW]	0,17
Volumi/h rinnovo aria	0,50
Rinnovo aria (mc/h)	86,14
$\rho_{aria 33,5^{\circ}C}$ (kg/mc)	1,165
c_{paria} (J/kgK)	1005,00
Rientrate sensibile ventilazione [kW]	0,22
clacqua [kJ/g]	2,27
Rientrate latente ventilazione [kW]	0,36
Totale rientrate ventilazione [kW]	0,59
Rientrate termiche totali [kW]	0,75
Totale (kW)	4,75

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	20 di 14

b. Carichi invernali per il fabbricato CV2 – E2

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

INVERNALE	Cabina BT
Carico termico interno (kW)	4,00
Tc [C] (temperatura di progetto con riscaldamento)	20,00
Tc interno [C] (non riscaldato)	10,00
URc (%)	50,00
xc [g/kg]	22,50
Te [C] - (da normativa su base geografica)	-2,00
URe (%) - (su base di temperatura Te)	73,00
xe [g/kg]	1,60
Altezza (m)	4,00
Larghezza (m)	7,35
Lunghezza (m)	5,86
Volume (mc)	172,28
Q[W]=A[mq]*U[W/mqK]*(Tc-To)[K]	
Utetto (sp=0,2m) [W/mqK] - (normativa per zona geografica)	0,32
Upavimento (sp=0,2m) [W/mqK] - (normativa per zona geografica)	0,36
Upareti esterne (sp=0,2m) [W/mqK] - (normativa per zona geografica)	0,36
Upareti interne (sp=0,2m) [W/mqK] - (normativa per zona geografica)	2,00
Ufinestre [W/mqK] - (normativa per zona geografica)	2,40
A tetto esposto (mq)	0,00
A pavimetno (mq)	43,07
A pareti esterne esposte (mq)	58,80
A pareti esterne non esposte (tramite spazio adiacente) (mq)	0,00
A pareti interne non esposte (spazio adiacente) (mq)	46,88
A finestre + porte (mq)	0,00
Tc interno [C] (non riscaldato)	20,00

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	21 di 14

Tu interno non riscaldata [C]	10,00
Tc interno adiacente [C]	10,00
URc (%)	50,00
xc [g/kg]	22,50
Te [C]	-2,00
Te-media annuale [C]	18,20
URe (%)	73,00
xe [g/kg]	1,60
Bu (interno riscaldato >> non riscaldato >> esterno)	0,45
fg1 pavimento	1,45
fg2 pavimento	0,08
Gw	1,00
fij	0,45
Dispersioni riscaldato>>esterno tramite involucro + finestre [kW]	0,47
Dispersioni riscaldato>>esterno tramite non risc. [kW]	0,00
Dispersioni riscaldato>>terreno [kW]	0,04
Dispersioni riscaldato>>non riscaldato [kW]	0,94
Uscite termiche totali Q (kW)	1,44
Volumi/h rinnovo aria	0,50
Rinnovo aria (mc/h)	86,14
paria 5°C (kg/mc)	1,269
cparia (J/kgK)	1005,00
Dispersioni sensibile ventilazione (kW)	0,67
clacqua [kJ/g]	2,27
Dispersioni latente ventilazione [kW]	1,44
Totale dispersioni ventilazione [kW]	2,11
Totale dispersioni (kW)	3,56
f _{RH} [W/mq]	0,30
Potenza ripresa per intermittenza riscaldamento [kW]	0,013
Totale (kW)	-0,43



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	22 di 14

4.3 Impianto di ventilazione forzata locali MT

L'impianto di ventilazione, in accordo con le regole tecniche applicabili, sarà in grado di smaltire il calore prodotto così da evitare il surriscaldamento dell'ambiente con un conseguente malfunzionamento dei macchinari e da garantire 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 (40-45°C).

Il dimensionamento dell'impianto di ventilazione è stato eseguito per l'abbattimento di un carico termico totale di 20 kW nel CV2, data dalle apparecchiature in esso presenti, dal momento che si considera pressochè 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 (m³/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,

$$\Delta T = \text{salto termico minimo aria estratta pari a } 8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ aria} = \text{calore specifico dell'aria a } 20 \text{ } ^\circ\text{C} (0,35 \text{ Wh}/^\circ\text{C} \cdot \text{mc})$$

$$P_{pt} = \text{Potenza termica totale da dissipare in W}$$

A fronte di detti carichi è stato previsto un ventilatore in grado di elaborare una portata pari a 8000 m³/h di aria nel CV2, più uno con funzione di riserva.



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	23 di 14

4.4 Impianto di ventilazione forzata locali BT

Lo scopo di tale sistema di ventilazione è di mantenere la concentrazione di idrogeno al di sotto del 4%vol della soglia del Limite Inferiore di Esplosione (LEL). La minima portata d'aria per la ventilazione del luogo di installazione di batterie deve essere calcolato con la seguente formula:

$$Q = v \cdot q \cdot s \cdot n \cdot I_{gas} \cdot C_{rt} \cdot 10^{-3}$$

con

Q = flusso d'aria di ventilazione in m³/h;

v = diluizione necessaria di idrogeno (~24);

q = 0,42x10⁻³ m³/Ah di idrogeno generato;

s = fattore di sicurezza generale pari a 5;

n = numero di elementi;

I_{gas} = corrente che produce gas espressa in mA per Ah di capacità assegnata, per la corrente di carica in tampone I_{flot} o per la corrente di carica rapida I_{boost};

C_{rt} = capacità C10 per elementi al piombo (Ah), U_f = 1,80 V/elemento a 20°C o capacità C5 per elementi al nichel cadmio (Ah), U_f = 1,00 V/elemento a 20°C.

Allo scopo di mantenere la concentrazione dell'idrogeno al di sotto del 1%vol della soglia del Limite Inferiore di Esplosione (LEL), è stata prevista l'installazione di un ventilatore estrattore d'aria di tipo assiale per installazione a parete del locale.

Nel caso oggetto del presente intervento progettuale, per n = 120 elementi al piombo con le seguenti caratteristiche :

I_{gas} = 8 mA/Ah

C_{rt} = 400 Ah



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	24 di 14

si ottiene un valore della portata d'aria pari a 19,2 m³/h, che rappresenta il valore di dimensionamento dell'impianto, dal momento che è previsto un SIAP di tipo B.

Per maggiore sicurezza e per una uniformità di installazione sarà installato un impianto capace di estrarre 1000 m³/h.

4.5 Impianto di ventilazione forzata locale quadri ventilazione

L'impianto di ventilazione, in accordo con le regole tecniche applicabili, sarà in grado di smaltire il calore prodotto così da evitare il surriscaldamento dell'ambiente con un conseguente malfunzionamento dei macchinari e da garantire 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 (40-45°C).

Il dimensionamento dell'impianto di ventilazione è stato eseguito per l'abbattimento di un carico termico totale di 24 kW, data dalle apparecchiature in esso presenti, dal momento che si considera pressochè 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 (m³/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,

ΔT = salto termico minimo aria estratta pari a 8 °C

C_p aria = calore specifico dell'aria a 20 °C (0,35 Wh/°C*mc)

P_{pt} = Potenza termica totale da dissipare in W



**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA BOVINO – ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara
Impianto HVAC

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D17RO	IT 0503 001	B	25 di 14

A fronte di detti carichi è stato previsto un ventilatore in grado di elaborare una portata pari a 11000 m³/h di aria, più uno con funzione di riserva.

5) IMPIANTO DI PROGETTO

Sulla base dei carichi termici e dimensionamento riportati nei precedenti paragrafi andranno previste le seguenti apparecchiature di condizionamento tecnologico e ventilazione :

CV2 – E2								
Locale	Carico Interno [kW]	Estivo		Invernale		Apparecchiature		
		Rientrate [kW]	Totale [kW]	Dispersioni [kW]	Totale [kW]	Tipo	Numero	Caratteristiche
Locale MT	20,0					Ventilatore	1 + 1 di riserva	Portata : 8.000 m³/h
Locale BT	4,0	0,75	4,75	3,56	-0,43	Condizionatore UNDER	1 + 1 di riserva	Potenza frigorifera: 5 kW sensibili Portata aria: 2.000 mc/h Potenza elettrica: 2,5 kW
Locale BT	-	-	-	-	-	Ventilatore anti-idrogeno	1	Portata : 1.000 m³/h
Quadri Ventilazione	24,0					Ventilatore	1 + 1 di riserva	Portata: 11.000 m³/h