

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. VALUTAZIONI IN MERITO AI CONSUMI ENERGETICI DELL'EDIFICIO	5
3.1. CARICHI TERMICI E FRIGORIFERI DEI LOCALI	6
4. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA ED INVERNALE	9
4.1. ASPETTI FUNZIONALI E VANTAGGI DEL SISTEMA VRF	9
4.2. ORGANIZZAZIONE FUNZIONALE DELL'IMPIANTO	10
4.3. INTEGRAZIONE CON PRODUZIONE DI ACS	12
4.4. RISCALDAMENTO DEI SERVIZI IGIENICI	12
4.5. IMPIANTO MONOSPLIT SERVIZI CIMITERIALI	13
4.6. SISTEMA DI GESTIONE E CONTROLLO	13
5. IMPIANTO IDRICO SANITARIO	13
6. IMPIANTO DI SCARICO SANITARIO E DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE	14
7. IMPIANTO DI IRRIGAZIONE AREE VERDI ESTERNE.....	14
7.1. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SISTEMA	15
7.1.1. <i>Tipologia opere previste</i>	15
7.1.2. <i>Tipologie di irrigatori</i>	15
7.1.3. <i>Tubazioni</i>	15
7.1.4. <i>Elettrovalvole</i>	15
7.1.5. <i>Pozzetti</i>	16
8. IMPIANTO DI ADDUZIONE GAS	16

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI

1. PREMESSA

La presente relazione descrive le soluzioni progettuali e le scelte tecniche adottate nella progettazione degli impianti meccanici a servizio del Tempio Crematorio di Savona. A livello impiantistico, infatti, l'intervento prevede il rifacimento integrale.

In particolare, a servizio dell'edificio in oggetto è prevista la realizzazione di:

- Impianto di climatizzazione estiva ed invernale;
- Impianto idrico sanitario e impianto di scarico sanitario / raccolta delle acque meteoriche / raccolta condense unità interne di climatizzazione;
- Impianto di adduzione gas a servizio dei forni, per cui si rimanda alla relazione specifica (IM-GAS);
- Impianto di irrigazione a servizio delle aree verdi.

Inoltre, è prevista la realizzazione di un sistema di gestione e controllo a servizio dell'impianto di climatizzazione, in grado di garantire la gestione puntuale per singolo ambiente attraverso un sistema centralizzato.

Gli obiettivi principali alla base delle scelte progettuali elaborate sono:

- Sostenibilità ambientale ed efficienza energetica – definire un sistema edificio-impianto efficiente nel suo complesso, in cui l'involucro si riappropri della primaria funzione protettiva dal clima, e i sistemi impiantistici installati possano svolgere una funzione di supporto e di regolazione dei flussi energetici sulla base dei fattori ambientali e tipologici dell'edificio; utilizzare tecnologie finalizzate al contenimento dei consumi energetici, al controllo ottimale del microclima e del benessere termico.
- Comfort ambientale - garantire livelli ottimali di comfort interno negli ambienti, in funzione delle destinazioni d'uso, della tipologia di utenza, dei tempi e modi di utilizzo; modulare ed ottimizzare l'utilizzo degli impianti in funzione delle reali esigenze interne e delle condizioni esterne
- Flessibilità e integrazione - adottare soluzioni attente all'impatto visivo e acustico e il più possibile integrate con le soluzioni architettoniche individuate;
- Sicurezza e funzionalità
- Efficienza, affidabilità e durabilità dei sistemi impiantistici, in modo da ridurre i costi economici e i fabbisogni energetici dell'edificio in fase di esercizio, e al contempo semplificare ed ottimizzare le attività di gestione e manutenzione.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti oggetto di intervento, nel loro complesso o nei singoli componenti, sono progettati in conformità con la legislazione e la normativa vigente, e in particolare:

- DPR 06/12/1991 n° 447 Regolamento di attuazione della legge 46/90.
- UNI 10339:1995 Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 – Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- D.M.I. 31 marzo 2003 – Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione;
- Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37, Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- D.Lgs. 29 Dicembre 2006, n.311 "Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. 192/05, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- LEGGE 3 agosto 2013, n. 90 - Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63 "Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale"
- UNI 9182:2014 - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo;
- UNI/TS 11300-1:2014 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- UNI/TS 11300-2:2019 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
- UNI/TS 11300-3:2010 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- UNI/TS 11300-4:2016 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 (D.M. Requisiti Minimi) - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici - Decreto attuativo Legge 90/2013
- Decreto legislativo 18 luglio 2016, n. 141 "Disposizioni integrative al decreto legislativo 4 luglio 2014, n.102, di attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE";
- NORME U.N.I. C.I.G. 8275 Apparecchi di utilizzazione dei combustibili gassosi, dispositivi d'intercettazione, regolazione e sicurezza. Prescrizioni.
- UNI 10375:2011 - Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti

- UNI EN ISO 13788:2013 - Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
- UNI 10351:2015 - Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto
- UNI 10351:2015 - Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto
- UNI 8199:2016 Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti
- UNI 10349-1:2016 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata
- UNI/TR 10349-2:2016 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto
- UNI 10349-3:2016 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici
- UNI EN ISO 15758:2016 - Prestazioni igrotermiche degli impianti degli edifici e delle installazioni industriali - Calcolo della diffusione del vapore acqueo - Sistemi di isolamento per le tubazioni fredde
- UNI EN ISO 7345:2018 - Prestazione termica degli edifici e dei componenti edilizi - Grandezze fisiche e definizioni
- UNI EN ISO 10077-1:2018 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità
- UNI EN ISO 10211:2018 - Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati
- UNI EN ISO 14683:2018 - Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento
- UNI EN 15316-3:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 3: Sistemi di distribuzione in ambiente (acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento), Modulo M3-6, M4-6, M8-6UNI 10348-1 - Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di _ calcolo;
- UNI EN ISO 52016-1:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo
- UNI EN ISO 6946:2018 - Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo
- UNI 8065:2019 - Trattamento dell'acqua negli impianti per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria e negli impianti solari termici.
- UNI 10389-1:2019 - Misurazioni in campo - Generatori di calore - Parte 1: Apparecchi alimentati a combustibile liquido e/o gassoso
- UNI EN 378:2017 - Sistemi di refrigerazione e pompe di calore – Requisiti per la sicurezza e l'ambiente
Parte 1 – UNI EN 378-1:2017 – “Requisiti di base, definizioni, criteri di classificazione e selezione”

Parte 2 – UNI EN 378-2:2017 – “Progettazione, costruzione, prova, marcatura, documentazione”

Parte 3 – UNI EN 378-3:2017 – “Sito di installazione e protezione delle persone”

Parte 4 – UNI EN 378-4:2017 – “Conduzione, manutenzione, riparazione e recupero”.

e in generale alle:

- Normative, Leggi, Decreti Ministeriali regionali o comunali;
- Normative ISPESL;
- Normative di unificazione UNI – CIG – UNEL;
- Prescrizioni e raccomandazioni delle ASL;

E alla normativa ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.) – USA.

3. VALUTAZIONI IN MERITO AI CONSUMI ENERGETICI DELL'EDIFICIO

Attraverso la modellazione energetica dell'edificio è stata eseguita una valutazione dei carichi termofrigoriferi e del fabbisogno energetico dell'edificio ed è stata verificata la rispondenza dell'edificio alle prescrizioni normative vigenti in tema di prestazioni energetiche e requisiti minimi degli edifici di nuova realizzazione.

Di seguito si riporta una sintesi dei dati di partenza e dei principali risultati di calcolo ottenuti.

Normativa	Normativa NAZIONALE: L 90/2013 – D.M. Requisiti Minimi
Pratica per	<input checked="" type="radio"/> ex Legge 10 <input type="radio"/> Diagnosi <input type="radio"/> Tabella millesimi
Tipo di Intervento	<input type="text" value="Ristrutturazione importante di primo livello"/> <input type="button" value="v"/> <input checked="" type="checkbox"/> Ristrutturazione rilevante (D.Lgs 28/2011)
Uso prevalente	<input type="text" value="E.4(2). - attività ricreative, associative o di culto e assimilabili quali mostre, musei e bil"/> <input type="button" value="v"/>

Condizioni termoigrometriche di progetto

Comune:Savona

Temperatura esterna di progetto inverno (UNI 12831) [°C]:0,0

Temperatura massima estiva (UNI 13789) [°C]:33,8

Condizioni termoigrometriche interne

Inverno +20°C±2 – u.r. 50%±10%

Inverno (servizi igienici) +24°C±2 – u.r. 50%±10%

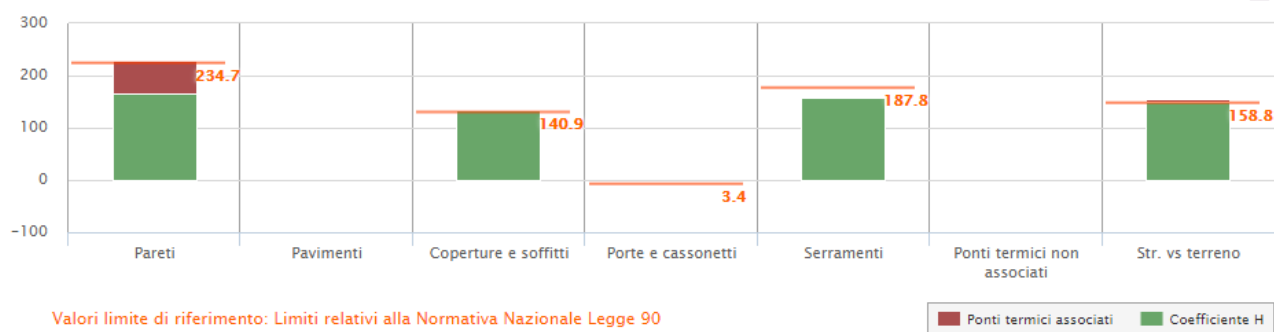
Estate +26°C±2 – u.r. 50%±10%

Le caratteristiche fisiche e termoigrometriche dei componenti dell'involucro opaco e dell'involucro trasparente sono riportate nell'elaborato REL-L10.

Di seguito si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.

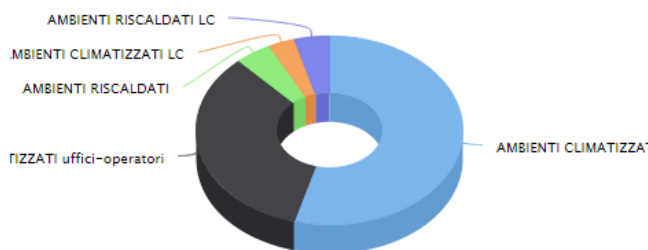
La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici, opportunamente moltiplicate per il fattore di correzione dello scambio termico dovuto agli ambienti non climatizzati o climatizzati adiacenti.

Coefficiente di scambio termico per tipo di struttura [W/K] – Intero edificio

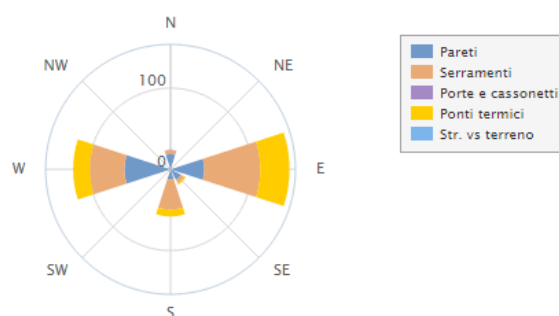


Valori limite di riferimento: Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

Coefficiente globale di scambio termico [W/K]



Coefficiente di scambio termico per orientamento [W/K]



L'involucro dell'edificio nel suo complesso rispetta i parametri definiti nel DM 26 giugno 2015 - *Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici*, e in particolare:

- H'T (coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente, dipende dall'isolamento termico dell'involucro, opaco e trasparente)
- Asol,est/Asup.utile (area solare equivalente estiva per unità di superficie utile, dipende dalle caratteristiche della parte trasparente dell'involucro), inferiore o uguale a 0,040

La tabella di seguito riportata mostra la verifica del parametro H't.

CALCOLO E VERIFICA DEL COEFFICIENTE MEDIO GLOBALE DI SCAMBIO TERMICO H'T

RISULTATI					
Unità immobiliare	A netta	H	H'T	H'T limite	Verifica
TEMPIO CREMATORIO	2005,01	679,2309	0,339	0,58	SI
Intero edificio	2005,01	679,2309	0,339	0,58	SI

3.1. Carichi termici e frigoriferi dei locali

Di seguito si riporta una sintesi dei carichi termici e frigoriferi degli ambienti, ricavati dalla modellazione energetica dell'edificio.

Carichi estivi

Zona raffrescata	Locale	Φ_{tr}	Φ_{irr}	$\Phi_{v,sen}$	$\Phi_{v,lat}$	$\Phi_{int,sen}$	$\Phi_{int,lat}$	Φ
AMBIENTI CLIMATIZZATI culto-pubblico	SALA DEL COMMiato AMPLIAMENTO	760,75	3.298,98	15,75	439,71	5882	1600	11.997,19

AMBIENTI CLIMATIZZATI culto-pubblico	SALA DEL COMMIO PICCOLA	223,43	727,29	10,4	204,02	2.802,4	800	4.767,54
AMBIENTI CLIMATIZZATI culto-pubblico	CONTROLLO OPERATORE	42,3	0	0	0	343,2	52,8	438,3
AMBIENTI CLIMATIZZATI culto-pubblico	ATRIO ATTESA	1.139,74	5.447,35	0	0	7.816,38	1.202,52	15.605,99
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	UFFICIO 01	310,59	696,97	3,46	96,66	1.756,6	110	2.974,28
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	SALA RIUNIONI	98,14	157,27	2,95	57,93	996,8	220	1.533,09
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	DEPOSITO PREDISPOSIZIONE REFRIGERAZIONE	247,66	469,56	67,14	154,65	1.173,08	112	2.224,09
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	CORRIDOIO OPERATORI LATO COMMIO	68,15	0	0	58,61	249,12	152	527,88
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	SALA TRAVASI	145,79	1.496,61	0	0	1.404,92	53,02	3.100,34
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	LOCALE TECNICO 2	37,53	0	0	0	311	11,74	360,27
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	LOCALE DEPOSITO E CHIUSURA URNE	222,14	0	0	0	889,76	33,58	1.145,48
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	SPOGLIATOIO OPERATORI	47,19	0	0	0	382,24	14,42	443,85
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	DISIMPEGNO OPERATORI	60,03	0	0	0	491,63	18,55	570,21
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	CORRIDOIO OPERATORI LATO QUADRI	485,94	0	0	0	1.395,38	52,66	1.933,98
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	CORRIDOIO OPERATORI PRINCIPALE	332,59	0	0	0	1.897,82	71,62	2.302,03
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	LOC. IMPIANTI TECNOLOGICI	27,33	0	0	0	216,88	8,18	252,39
AMBIENTI CLIMATIZZATI LC	SPOGLIATOIO ADDETTI CIMITERO	92,28	54,04	0	40,49	553,28	228	968,09

Carichi invernali

Zona riscaldata	Locale	$\Delta\theta_p$	Φ_t	Φ_v	Φ_{rh}	Φ_{hl}
AMBIENTI CLIMATIZZATI culto-pubblico	SALA DEL COMMIO AMPLIAMENTO	20	2.020,698	1.080,26	1.392,8	4.493,758
AMBIENTI CLIMATIZZATI culto-pubblico	SALA DEL COMMIO PICCOLA	20	1.062,933	499,189	640,96	2.203,082
AMBIENTI CLIMATIZZATI culto-pubblico	CONTROLLO OPERATORE	20	39,343	44,878	70,4	154,621
AMBIENTI CLIMATIZZATI culto-pubblico	ATRIO ATTESA	20	3.680,796	1.873,907	1.603,36	7.158,063
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	UFFICIO 01	20	726,79	337,779	433,76	1.498,329
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	SALA RIUNIONI	20	377,372	153,079	196,48	726,932
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	DEPOSITO PREDISPOSIZIONE REFRIGERAZIONE	18	624,262	221,942	316,64	1.162,844
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	CORRIDOIO OPERATORI LATO COMMIO	20	67,79	109,157	140,16	317,106
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	SALA TRAVASI	20	759,898	262,829	353,44	1.376,167
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	LOCALE TECNICO 2	20	34,904	58,22	78,24	171,365
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	LOCALE DEPOSITO E CHIUSURA URNE	20	372,554	142,684	223,84	739,078

AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	SPOGLIATOIO OPERATORI	20	43,894	61,306	96,16	201,36
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	DISIMPEGNO OPERATORI	20	55,833	78,807	123,68	258,32
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	CORRIDOIO OPERATORI LATO QUADRI	20	454,136	223,77	351,04	1.028,945
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	CORRIDOIO OPERATORI PRINCIPALE	20	293,196	355,122	477,44	1.125,758
AMBIENTI CLIMATIZZATI uffici-operatori	LOC. IMPIANTI TECNOLOGICI	20	25,422	34,782	54,56	114,764
AMBIENTI RISCALDATI	BAGNO OPERATORI TRAVASI	20	364,677	55,733	74,88	495,29
AMBIENTI RISCALDATI	BAGNO PUBBLICO	20	93,91	136,609	214,24	444,759
AMBIENTI RISCALDATI	BAGNO OPERATORI SPOGLIATOIO	20	33,413	45,882	72	151,295
AMBIENTI RISCALDATI	BAGNO OPERATORI CORRIDOIO	20	22,47	30,303	47,52	100,293
AMBIENTI CLIMATIZZATI LC	SPOGLIATOIO ADDETTI CIMITERO	24	337,829	533,487	168,64	1.039,956
AMBIENTI RISCALDATI LC	BAGNO OPERATORI FORNI	24	262,938	268,292	84,8	616,03
AMBIENTI RISCALDATI LC	DOCCE ADDETTI CIMITERO	24	230,532	305,788	96,64	632,96
Totale			11.985,588	6.913,807	7.311,68	26.211,076

Legenda	
$\Delta\theta_p$	salto termico di progetto verso l'esterno [°C]
Φ_t	potenza termica dispersa per trasmissione in condizioni di progetto [W]
Φ_v	potenza termica dispersa per ventilazione in condizioni di progetto [W]
Φ_{rh}	potenza termica di ripresa [W]
Φ_{hl}	carico termico totale [W]
Φ_{tr}	Rientrate di calore per trasmissione attraverso le strutture [W]
Φ_{irr}	Rientrate di calore per irraggiamento [W]
$\Phi_{v,sen}$	Carico termico sensibile derivante da aria esterna e infiltrazioni [W]
$\Phi_{v,lat}$	Carico termico latente derivante da aria esterna e infiltrazioni [W]
$\Phi_{int,sen}$	Carico termico interno (frazione sensibile) [W]
$\Phi_{int,lat}$	Carico termico interno (frazione di carico latente) [W]
Φ	Carico termico di raffreddamento totale [W]

Sulla base dei carichi termofrigoriferi così calcolati è stato dimensionato l'impianto di climatizzazione a servizio dell'edificio.

4. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA ED INVERNALE

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di climatizzazione estiva ed invernale del tipo VRF (Variable Refrigerant Flow) a espansione diretta, in grado di operare in regime di riscaldamento e di raffrescamento, e configurato per il recupero di calore.

L'unità esterna sarà installata all'esterno, sul retro dell'edificio, in un'area destinata a locale tecnologico, areata e coperta da tettoia. Le unità interne saranno installate in controsoffitto, ad eccezione di un ambiente attualmente destinato a deposito che sarà dotato di split a parete.

I servizi igienici saranno solo riscaldati, e serviti da radiatori elettrici.

I locali per gli addetti ai servizi cimiterali (spogliatoio con bagno e docce) saranno dotati di un impianto monosplit autonomo, allacciato ad una fornitura di energia elettrica separata rispetto a quella del Tempio Crematorio.

Sullo scambiatore installato sui condotti di evacuazione dei fumi per lo smaltimento del calore saranno installate due tubazioni, per la **predisposizione alla realizzazione di una rete di teleriscaldamento** a servizio delle utenze collocate nelle aree circostanti.

Per la possibile varietà di esigenze funzionali e di condizioni termoigrometriche richieste, l'edificio può presentare una domanda di energia termica e di energia frigorifera non strettamente legate al semplice variare delle stagioni, ma influenzate anche dall'esposizione o dal carico interno dei singoli ambienti. La scelta progettuale del recupero di calore è quindi fortemente influenzata dall'esigenza garantire contemporaneamente e in modo indipendente servizio di riscaldamento e servizio di raffrescamento.

Nei momenti di contemporanea richiesta di caldo e di freddo, l'impianto VRF raggiunge la massima efficienza perché opera un semplice trasferimento di energia dai locali da raffrescare ai locali da riscaldare. La tecnologia di modulazione adottata contribuisce poi a incrementare ulteriormente l'efficienza energetica soprattutto ai carichi parziali.

Inoltre, questa soluzione impiantistica consente di semplificare al massimo il layout dell'impianto e di ridurre notevolmente i tempi e i costi di installazione.

4.1. Aspetti funzionali e vantaggi del sistema VRF

Analogamente a quanto avviene in un sistema a compressione di vapore, le trasformazioni di refrigerante che apportano un effetto utile, ovvero l'evaporazione in raffrescamento e la condensazione in riscaldamento, avvengono direttamente all'interno degli ambienti attraverso le batterie di scambio delle unità interne. Il sistema è alimentato da una unità motocondensante esterna che ha lo scopo di smaltire o integrare la potenza necessaria al funzionamento del ciclo attraverso uno scambio con l'ambiente esterno.

L'intero sistema utilizza un compressore inverter per la movimentazione del fluido di lavoro e per modulare la portata di refrigerante da inviare alle unità interne dell'impianto.

Trattandosi di un sistema a recupero di calore, è possibile riscaldare e raffrescare simultaneamente locali diversi sfruttando il recupero del calore gratuito. Questa tecnologia consente un elevato risparmio di energia primaria che può arrivare fino al 30%. Questo sistema è funzionale all'edificio in oggetto, poiché consente di climatizzare in modo differente ambienti con esposizioni diverse, per i quali possono essere richieste condizioni di comfort diverse nel corso della giornata.

Il sistema VRF offre molteplici vantaggi rispetto ad un tradizionale sistema idronico, che realizza lo scambio di calore tra ambiente da climatizzare e refrigerante attraverso un fluido intermedio (nello specifico, acqua).

Efficienza. I rendimenti nominali e stagionali di un sistema VRF risultano superiori rispetto alle alternative idroniche, grazie all'assenza di un fluido di scambio intermedio: l'efficienza aumenta perché l'espansione diretta permette di evaporare a temperature superiori o condensare a temperature inferiori rispetto ad un sistema che utilizza un fluido intermedio, a parità di effetto utile. La possibilità di rilevare temperatura e umidità in ambiente permette inoltre uno scambio più efficiente e una modulazione della potenza erogata sulla base dell'umidità presente in ambiente, con conseguenti vantaggi in termini di comfort ambientale.

Ingombri e limiti geometrici. Il sistema VRF selezionato richiede spazi di installazione limitati, sia per le attrezzature che per le tubazioni di distribuzione. Questo consente maggiore libertà e flessibilità della collocazione e distribuzione delle componenti di impianto, pur nella necessità di rispettare i limiti geometrici che l'uso di questa tecnologia impone (distanza tra le unità interne, dislivello rispetto all'unità esterna, ecc) e che non risultano però significativamente vincolanti nel caso in oggetto. Gli spazi tecnici necessari sono quindi molto ridotti rispetto ad un sistema idronico tradizionale che, oltre agli spazi richiesti per il posizionamento delle unità di generazione, delle tubazioni e dei terminali ambiente, richiede la predisposizione di locali tecnici per accogliere i gruppi di pompaggio, i serbatoi di accumulo e vasi di espansione.

Impatto ambientale e limiti imposti dalla normativa UNI- EN378. Un impianto del tipo VRF segue le disposizioni della normativa UNI-EN 378 in merito all'utilizzo di refrigerante in ambiente. La crescente attenzione verso l'ambiente ha portato negli anni ad una evoluzione dei gas refrigeranti verso una maggiore sostenibilità, oltre che un incremento prestazionale, incrementando quindi la sostenibilità ambientale di tutto l'impianto nel suo complesso.

4.2. Organizzazione funzionale dell'impianto

L'impianto VRF sarà del tipo a tre tubi, con sistema di recupero di calore che consente il trasferimento di calore dalle zone in cui è richiesto il raffrescamento alle zone in cui c'è richiesta di acqua calda o riscaldamento.

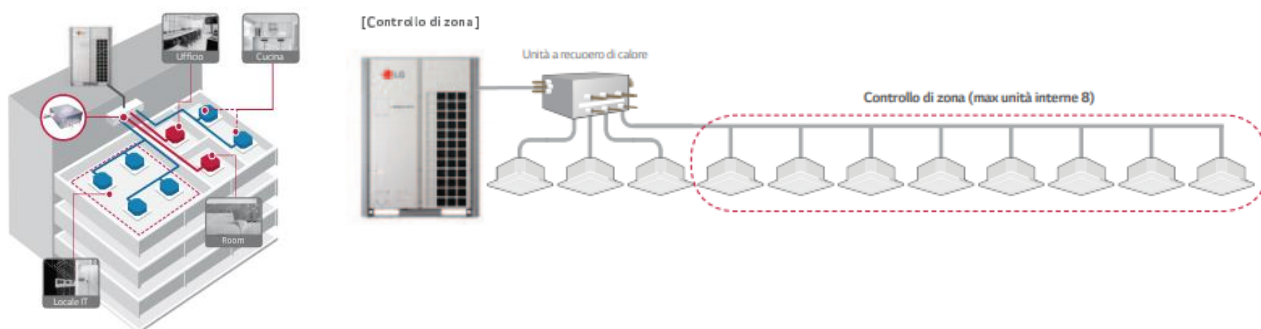
L'unità esterna a recupero di calore offre la possibilità di regolare in modo flessibile il clima delle singole zone, per il massimo comfort interno.

L'impianto sarà composto da:

- unità esterna a recupero di calore, installata all'esterno, composta da due moduli e dotata delle caratteristiche tecniche specificate nelle tabelle che seguono
- unità interne, delle seguenti tipologie:
 - canalizzabili per installazione in controsoffitto, con plenum di mandata e di ripresa; questa tipologia sarà prevalentemente utilizzata negli ambienti accessibili dal pubblico. In particolare, queste macchine saranno installate all'interno di porzioni ribassate del controsoffitto, con terminale di mandata installato in verticale per immissione dell'aria nella parte alta dell'ambiente e terminale di ripresa installato in orizzontale, in modo da realizzare un ottimale lavaggio dell'ambiente;
 - cassette a 4 vie per installazione in controsoffitto; questa tipologia sarà prevalentemente utilizzata negli ambienti utilizzati dal personale e dagli operatori;
 - unità interne split a parete, per il locale deposito

- Circuito di distribuzione principale a tre tubi, con tubazione per il recupero di calore
- Circuiti secondari a due tubi per il collegamento delle unità interne o di gruppi di esse.

Al circuito primario a tre tubi saranno allacciate cassette di distribuzione HR box (*Heat Recovery box*), alle cui derivazioni potranno essere collegate, in funzione delle esigenze, o singole unità interne o gruppi di unità appartenenti alla stessa zona. Le unità interne connesse alla stessa zona saranno caratterizzate dalla stessa modalità operativa (riscaldamento o raffrescamento), sebbene possano essere gestite autonomamente l'una dalle altre. Questa tipologia di connessione con controllo di zona è utilizzata per gli ambienti che sono serviti da più unità interne, a cui sarà richiesto di funzionare in un'unica modalità operativa.



Esempio di connessione delle unità interne all'unità HR box (collegamento singolo o di zona)

Le tabelle che seguono sintetizzano le caratteristiche tecniche e dimensionali dell'unità esterna e delle unità interne installate.

Unità esterna

SPECIFICHE TECNICHE

CAPACITÀ E ASSORBIMENTI

Capacità in raffreddamento (nominale)	[kW]	61,6
Capacità in riscaldamento (massima)	[kW]	69,3
Capacità in riscaldamento (nominale)	[kW]	61,6
Potenza elettrica assorbita in raffreddamento (nominale)	[kW]	15,70
Potenza elettrica assorbita in riscaldamento (nominale)	[kW]	14,15
EER nominale	[---]	3,92
SEER	[---]	7,57
COP	[---]	4,35
SCOP	[---]	3,90

TUBAZIONI

Liquido	[mm]	15,88
Gas a bassa pressione	[mm]	28,58
Gas a alta pressione	[mm]	28,58

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

Dimensioni (LxAxP)	[mm]	1240x1690x460
Peso	[kg]	300

Unità interne

Indice Unità Interna	Nome Stanza	Tipologia	Nome Modello	Dimensioni [mm]	CT Nominale /CT Calcolato/Carico Stanza [kW/kW/kW]		
					Freddo	S. Cooling	Caldo
[i1]IAC-2	1F Corridoio lato quadri	Cassetta a 4 vie	ARNU07GTRD4	570x214x570	2,2/2,1/1,9	1,7/1,6/0,0	2,5/2,0/1,2
[i2]IAC-1	1F Spogliatoio operatori	Cassetta a 4 vie	ARNU05GTRB4	570x214x570	1,6/1,6/0,4	1,2/1,1/0,0	1,8/1,4/0,2
[i3]IAC-5	1F Sala del commiato piccola	Canalizzabile	ARNU15GM1A4	900x270x700	4,5/4,4/4,7	3,5/3,4/0,0	5,0/4,0/2,2
[i4]IAC-1	1F Sala riunioni	Cassetta a 4 vie	ARNU05GTRB4	570x214x570	1,6/1,5/1,5	1,2/1,1/0,0	1,8/1,4/0,7
[i5]IAC-3	1F Ufficio 1+ufficio 2	Cassetta a 4 vie	ARNU09GTRD4	570x214x570	2,8/2,7/3,0	2,0/1,9/0,0	3,2/2,5/1,5
[i6]IAC-6	1F Atrio-attesa	Canalizzabile	ARNU18GM1A4	900x270x700	5,6/5,5/15,5	4,1/3,9/0,0	6,3/5,0/7,2
[i7]IAC-6	1F Atrio-attesa	Canalizzabile	ARNU18GM1A4	900x270x700	5,6/5,4/15,5	4,1/3,9/0,0	6,3/5,0/7,2
[i8]IAC-6	1F Atrio-attesa	Canalizzabile	ARNU18GM1A4	900x270x700	5,6/5,4/15,5	4,1/3,9/0,0	6,3/5,0/7,2
[i9]IAC-6	1F Sala del commiato - ampliamento	Canalizzabile	ARNU18GM1A4	900x270x700	5,6/5,5/12,1	4,1/3,9/0,0	6,3/5,0/4,4
[i10]IAC-7	1F Sala del commiato - ampliamento	Canalizzabile	ARNU24GM1A4	900x270x700	7,1/6,9/12,1	5,2/5,0/0,0	8,0/6,4/4,4
[i11]IAC-1	1F Locale deposito e chiusura urne	Cassetta a 4 vie	ARNU05GTRB4	570x214x570	1,6/1,6/1,1	1,2/1,1/0,0	1,8/1,4/0,7
[i12]IAC-1	1F Locale deposito e chiusura urne	Cassetta a 4 vie	ARNU05GTRB4	570x214x570	1,6/1,5/1,1	1,2/1,1/0,0	1,8/1,4/0,7
[i13]IAC-1	1F Controllo operatore	Cassetta a 4 vie	ARNU05GTRB4	570x214x570	1,6/1,6/0,4	1,2/1,1/0,0	1,8/1,4/0,2
[i14]IAC-1	1F Corridoio principale -2	Cassetta a 4 vie	ARNU05GTRB4	570x214x570	1,6/1,6/1,1	1,2/1,1/0,0	1,8/1,4/0,6
[i15]IAC-1	1F Corridoio principale-1	Cassetta a 4 vie	ARNU05GTRB4	570x214x570	1,6/1,6/1,1	1,2/1,1/0,0	1,8/1,4/0,6
[i16]IAC-4	1F Sala travasi	Cassetta a 4 vie	ARNU09GTRB4	570x214x570	2,8/2,7/3,0	2,0/1,9/0,0	3,2/2,5/1,4
[i18]IAC-1	1F Disimpegno operatori	Cassetta a 4 vie	ARNU05GTRB4	570x214x570	1,6/1,6/0,6	1,2/1,1/0,0	1,8/1,4/0,3
[i19]IAC-1	1F Corridoio lato commiato	Cassetta a 4 vie	ARNU05GTRB4	570x214x570	1,6/1,6/0,5	1,2/1,1/0,0	1,8/1,4/0,3
[i20]IAC-1	1F Locale tecnico 2	Cassetta a 4 vie	ARNU05GTRB4	570x214x570	1,6/1,5/0,4	1,2/1,1/0,0	1,8/1,4/0,2
[i21]IAC-8	1F Deposito	Split a Parete	ARNU07GSJC4	837x308x189	2,2/2,1/2,2	1,8/1,7/0,0	2,5/2,0/1,1
[i22]IAC-1	1F Impianti tecnologici	Cassetta a 4 vie	ARNU05GTRB4	570x214x570	1,6/1,6/0,2	1,2/1,1/0,0	1,8/1,4/0,1

4.3. Integrazione con produzione di ACS

All'impianto tipo VRF è collegata una unità interna per sistemi a volume di refrigerante variabile per la produzione di acqua calda ad alta temperatura. Questa unità interna, denominata HydroKit, provvede alla produzione istantanea di acqua calda per uso sanitario.

Il modulo idronico è collocato in un locale tecnico al piano terra, nella zona della saletta operatori, ed ha le caratteristiche di seguito riportate:

- Capacità nominale di riscaldamento 13,8 kW
- Temperatura uscita acqua in riscaldamento: max 80°C

4.4. Riscaldamento dei servizi igienici

Tutti i servizi igienici del Tempio crematorio saranno riscaldati con scaldasalviette elettrici con corpo in alluminio a bassa inerzia termica.

Questi radiatori hanno un sistema di controllo a bordo con interfaccia LCD e possibilità di programmazione giornaliera e settimanale. Saranno installati radiatori di potenze variabili in funzione del carico termico degli ambienti, tra le tipologie di seguito elencate.

Modello	Codice	Potenza	Voltaggio	Frequenza	Larghezza	Altezza	Profondità
		W	V	Hz	mm	mm	mm
300	FCA0M1YD30	300	230	50/60	478	933	45
500	FCA0M1YD50	500	230	50/60	528	1143	45
700	FCA0M1YD70	700	230	50/60	528	1563	45
1000	FCA0M1YDA0	1000	230	50/60	628	1815	45

4.5. Impianto monosplit servizi cimiteriali

I locali destinati agli addetti ai servizi cimiteriali saranno serviti da un impianto monosplit a pompa di calore che consiste in una unità esterna con scambio termico refrigerante aria da installare all'esterno degli ambienti e collegata mediante tubazioni frigorifere a una unità interna per la climatizzazione dell'aria, che può funzionare sia in raffreddamento che in riscaldamento e deumidificazione.

L'unità interna sarà installata nello spogliatoio. L'impianto sarà completamente autonomo e allacciato ad una fornitura diversa da quella di alimentazione del Tempio Crematorio.

In questi locali, la produzione di acqua calda sanitaria sarà affidata a un boiler elettrico da 1500 W. I servizi igienici saranno, come in tutto il resto del Tempio, riscaldati con radiatore elettrico.

4.6. Sistema di gestione e controllo

È prevista l'installazione di un sistema di gestione e controllo dell'impianto HVAC, costituito da elementi in campo installati sulle attrezzature connesse ad un sistema di gestione generale.

I comandi remoti installati in ambiente controlleranno temperatura e umidità. La temperatura interna ideale più confortevole sarà garantita dall'impostazione di due set point per riscaldamento e raffrescamento, con commutazione automatica da riscaldamento a raffrescamento (e viceversa) in funzione della temperatura.

Sarà installata una unità per il controllo centralizzato dell'intero impianto, con funzioni di programmazione, visualizzazione di allarmi e anomalie, controllo e visualizzazione delle unità interne, singolarmente o in gruppo, fino a un massimo di 64 unità.

5. IMPIANTO IDRICO SANITARIO

Come già specificato, la produzione di acqua calda sanitaria nell'edificio è affidata al modulo idronico collegato all'impianto VRF. Tale modulo idronico, denominato HydroKit, è a tutti gli effetti una unità interna dell'impianto VRF, in grado di produrre acqua calda ad alta temperatura idonea ad uso sanitario.

L'impianto idrico sanitario sarà del tipo a collettori di distribuzione con rete di ricircolo, e sarà composto da:

- Rete principale di adduzione acqua fredda a partire dal contatore fino ai collettori installati presso i servizi igienici;
- Rete principale di distribuzione dell'acqua calda dal modulo idronico ai collettori installati presso i servizi igienici;
- Distribuzioni secondarie di acqua calda e fredda dai collettori ai sanitari all'interno dei servizi igienici

La rete di distribuzione di acqua fredda e acqua calda sanitaria interna all'edificio sarà realizzata con tubazioni in multistrato. La rete di adduzione esterna sarà realizzata con tubazioni in polietilene PE100 PN16.

6. IMPIANTO DI SCARICO SANITARIO E DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE

Il progetto prevede la realizzazione di una rete di raccolta delle acque reflue dell'edificio, interamente a gravità, che confluirà nel recapito esistente.

Sarà realizzata una rete di raccolta dell'acqua proveniente dagli scarichi di condensa delle unità interne VRF. Tale rete correrà principalmente in controsoffitto e sarà convogliata nella rete delle acque nere.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di una nuova rete di raccolta delle acque meteoriche, che saranno convogliate all'interno di una vasca di accumulo da 10000 litri, per un riutilizzo per uso irriguo o per eventuali altri usi compatibili.

Le reti di raccolta delle acque reflue e delle acque meteoriche saranno realizzate in PVC.

7. IMPIANTO DI IRRIGAZIONE AREE VERDI ESTERNE

Il progetto prevede l'installazione di un impianto di irrigazione automatico, del tipo a pioggia con irrigatori a scomparsa per tutte le aree. Il punto di approvvigionamento idrico è la vasca interrata di raccolta delle acque piovane. Il serbatoio di raccolta sarà dotato di un sistema di pompaggio di potenza adeguata.

L'impianto sarà suddiviso in 11 settori, con irrigatori statici con porta ugelli RAINBIRD modello 1800-4'' e ugelli di diversa gittata come da progetto.

A monte di ciascun settore sarà installata una elettrovalvola. Le elettrovalvole saranno della serie DV, utilizzabili in linea, di diametro 1''-24 V, tipo RAIN BIRD senza regolatore di flusso, in grado di lavorare a pressioni medio alte.

L'impianto sarà gestito da una centralina di programmazione collocata in apposito armadio stradale di tipo conchiglia, con vista sull'impianto per eventuali prove sullo stesso, protetta da manomissioni da parte di personale non autorizzato ma anche di facile accesso per garantire una facile gestione e manutenzione. La posizione della centralina è indicata nell'elaborato grafico di riferimento.

Il programmatore, di tipo RAINBIRD ESP MS, comanderà le elettrovalvole con solenoide a 24V, attraverso un cavo a sezione unica 1x1,5 mmq, protetto con cavo corrugato di diametro 50 mm. Esso consentirà la programmazione dei diversi settori con tempi di irrigazione differenti, in modo da dare la precipitazione necessaria in base alle zone più o meno ombreggiate, con un aggiustamento stagionale programmabile mensilmente.

La rete idrica sarà conforme alle norme ambientali e di sicurezza, dando priorità al controllo e alla gestione dell'acqua, per evitare inutili sprechi di risorse. A tale scopo sarà installato anche un sensore di pioggia, per garantire l'utilizzo dell'impianto solo in caso di reale necessità.

Il progetto prevede la suddivisione dell'impianto in 11 settori. L'impianto è alimentato dal serbatoio di raccolta delle acque meteoriche (10000 litri) attraverso una elettropompa sommersa. La rete di adduzione principale raggiunge le 11 elettrovalvole, posizionate all'interno di 6 pozzetti collocati in posizione baricentrica rispetto ai settori serviti. Il progetto prevede l'articolazione del processo di irrigazione in cinque fasi di durata 15 minuti, ciascuna con attivazione simultanea di più settori.

7.1. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SISTEMA

7.1.1. Tipologia opere previste

Dal punto di vista tecnico le opere idrauliche previste per l'impianto di irrigazione sono le seguenti:

- movimenti di terra per la rete delle tubazioni (scavi, riporti, trasporti in cantiere)
- fornitura e posa tubi in PEAD PN 12,5 nei vari diametri (da 16 mm a 50 mm)
- fornitura e posa in opera di irrigatori statici
- fornitura e posa in opera di valvole elettriche, valvolame vario, raccordi, gomiti manicotti riduzioni calotte ecc.
- fornitura e posa in opera di pozzetti di dimensioni varie.

7.1.2. Tipologie di irrigatori

Saranno utilizzati irrigatori statici a scomparsa, poiché le aree da irrigare sono di dimensioni contenute e necessitano di irrigatori a corto raggio, sia a cerchio intero sia a settore variabile e testine rotanti.

Gli irrigatori statici saranno del tipo a scomparsa a cerchio intero, settore variabile, testina rotante, corpo in materiale plastico, molla di richiamo in acciaio inox e guarnizione autopulente; avranno le seguenti caratteristiche:

- diametro cm. 5,7 altezza cm. 15 circa
- molla di rientro in acciaio inox
- attacco inferiore ½" filettato
- vite di regolazione per portata e gittata
- filtro sotto la testina
- gittata 0,6÷5,5 m
- pressione richiesta: 1÷2 bar in funzione del diametro e dell'angolo di apertura

7.1.3. Tubazioni

Le tubazioni dovranno essere in polietilene ad alta densità (PEAD) del tipo per il convogliamento di fluidi in pressione PE100 PN 12,5 SDR 17, realizzate in resine aventi un valore di MRS pari a 16 Mpa per acque potabili (rispondenti alle prescrizioni igienico sanitarie del ministero della sanità circ. 102 del 2-12-78) conformemente alla norma UNI 1091 e perciò contrassegnate dal marchio IIP dell'Istituto Italiano Plastici e comunque realizzate con materia prima al 100% vergine, previste per una pressione nominale di esercizio pari a 985 Kpa (10 Kg/cm^q). Saranno fornite da un fabbricante la cui produzione soddisfi le normative e la cui scelta dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

7.1.4. Elettrovalvole

Il progetto prevede la fornitura e posa in opera di elettrovalvole da 1", 1 ½" e 2" serie PGA utilizzabile in linea oppure ad angolo con membrana in Buna-N – robusto nylon rinforzato in fibra di vetro (33%) corpo in PVC e viterie in acciaio inossidabile:

- installazione in linea od angolo
- pressione massima di esercizio 10 bar
- filtro sulla membrana
- regolatore di flusso
- dispositivo di apertura e chiusura lenta.

- solenoide EZ-BLEED 24 VAC – 5 Hz.
- assorbimento: apertura 0,41 A – esercizio 0,23 A

Le elettrovalvole saranno rese in opera complete di tee di derivazione valvola di chiusura e collocate all'interno di appositi pozzetti.

7.1.5. Pozzetti

Il progetto prevede infine la fornitura in opera di pozzetti rettangolari in polipropilene, completi di coperchio di chiusura a battuta antisporco in colore verde e chiusura con bullone in acciaio inox, forniti in opera posizionati a secco e con pietrisco di drenaggio sul fondo.

8. IMPIANTO DI ADDUZIONE GAS

È prevista la realizzazione di una nuova rete di adduzione gas a partire dal punto di fornitura esistente. La nuova condotta correrà all'interno del cavidotto appositamente realizzato per l'esistente linea gas, per poi entrare all'interno del locale forni a valle di un apposito pozzetto.

La porzione di tubazione corrente nel cavidotto sarà realizzata in PEAD PE100 idoneo per condotte interrate. La parte interna al locale forni, corrente a vista, sarà realizzata in acciaio ed avrà due stacchi, uno a servizio del forno di cui è prevista l'installazione e uno di predisposizione per il futuro raddoppio dell'impianto di cremazione.