

COMUNE DI CASALUCE

Provincia di Caserta

OGGETTO: REALIZZAZIONE DI UN TEMPIO CREMATORIO

*Realizzazione con il sistema di progetto e finanza ai sensi dell'art. 183 D.Lgs
50/2016 comma 15 (soggetto promotore)*

ELABORATO N°

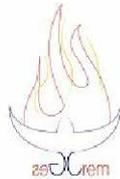
T. 17

SCALA:

DENOMINAZIONE:

RELAZIONE TECNICA

SOGGETTO OFFERENTE



GesCrem S.r.l.
Via Colonnelle, 6
82100 Benevento
Iscr. Reg. Imprese BN, C.F. e P. IVA 01657190623
REA BN - 137956
Tel. e Fax 0824.21269
gescrem@pec.it
gescrem@gmail.com

STUDIO TECNICO ROSIELLO S.R.L.

Viale Mario Rotili, 148 - 82100 BENEVENTO
Tel. 0824 52096 - Fax 0824 274963
E-mail: studiotecnicorosiellosrl@legalmail.it

IL PROGETTISTA

Prof.Ing. Vincenzo ROSIELLO

CODICE PROGETTO

...

DATA PROGETTO

Luglio 2016

N° STESURA ELABORATO

1

COLLABORAZIONE ALLA PROGETTAZIONE:



Comune di Casaluce

Provincia di Caserta

Proposta ai sensi dell'art. 183, comma 15 del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50
per l'affidamento in concessione della progettazione, realizzazione e gestione del Tempio Crematorio

“Specificazione delle caratteristiche del servizio e della gestione”

Volume IV – Documento n. 17

“Relazione Tecnica”

Il Progettista

Studio Tecnico Rosiello S.r.l.
Prof. ing. Vincenzo Rosiello

La Proponente

Gescrem S.r.l.



SOMMARIO

01. PREMESSA.....	3
02. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO	3
03. LA STRUMENTAZIONE URBANISTICA.....	4
04. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	4
05. CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE DELL'IMPIANTO DI CREMAZIONE.....	6
a. Zona di carico del feretro	7
b. Zona di cremazione	7
c. Camera di cremazione.....	8
d. Suola di cremazione	10
e. Raccolta ceneri	11
f. Camera di postcombustione	12
g. Bruciatori.....	13
h. Sistema di alimentazione dell'aria comburente.....	14
i. Attrezzi di governo	15
j. Valvole di by-pass.....	15
k. Camino di emergenza e relativa valvola di by-pass	15
l. Zona di riduzione della temperatura fumi e recupero energetico.....	16
m. Condotto fumario	16
n. Scambiatore di calore fumi-acqua.....	16
o. Scambiatore acqua-aria (dry cooler).....	18
p. Impianto idraulico	18
q. Sistemi anti-condensa dello scambiatore primario.....	19
r. Sistema di abbattimento chimico - fisico degli inquinanti	19
s. Sistema di pre-abbattimento polveri ad effetto centrifugo	20
t. Sistema di iniezione dei reagenti.....	20
u. Camera di reazione	22
v. Filtro a maniche	22
w. Tubazione di collegamento tra filtro ed aspiratore fumi.....	24
x. Ventilatore di estrazione finale	24
y. Camino di evacuazione fumi.....	24
z. Dispositivo di accumulo energia termica.....	24
aa. Polverizzatore delle ceneri.....	25
bb. Sistema supervisione e controllo parte tecnologica	26
cc. Sistema di produzione e di distribuzione dell'aria compressa.....	27
dd. Dotazione e qualità delle varie attrezzature.....	28
ee. Dati tecnici principali del forno crematorio	29
ff. Sistema di raffreddamento e recupero energetico	30
gg. Scambiatore a piastre	30



hh. Sistema di trattamento dei fumi	31
06. DESCRIZIONE DELLE OPERE EDILI.....	31
07. REQUISITI IGIENICO SANITARI ED AMBIENTALI	44
08. CLASSIFICAZIONE SISMICA	45
09. ACCESSIBILITÀ E SUPERAMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE	45
10. SICUREZZA ANTINCENDIO	45

01. PREMESSA

Nella presente si riporta la relazione tecnica redatta in conformità dell'articolo 19 del D.P.R. 207/2010, a corredo del Progetto di Fattibilità relativa alla realizzazione di un Tempio Crematorio da ubicarsi nel Comune di Casaluce (CE), in cui si definiscono in maniera sintetica gli interventi relativi alle opere inerenti all'oggetto, per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi.

Sono state ricercate soluzioni architettoniche ed impiantistiche atte a ridurre per quanto possibile i costi di gestione legati all'utilizzo dell'impianto, pur tenendo come esigenza fondamentale e primaria il rispetto per l'ambiente.

Oggetto dello studio è la progettazione di un impianto per la cremazione di salme alimentato a gas metano, che risponda ai seguenti requisiti:

- contenimento delle emissioni inquinanti;
- elevata flessibilità del sistema in termini di prestazioni, intese come numero di cremazioni effettuabili nell'arco di 1 giornata lavorativa;
- semplicità ed economicità di gestione ed utilizzo;
- semplicità ed economicità di manutenzione;
- possibilità di recupero energetico.
- Tecnologicamente adeguato alla cremazione delle casse in zinco.

Altresì è prevista la realizzazione di urne cinerarie e la sistemazione delle aree scoperte.

02. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento sarà realizzato nel Comune di Casaluce (CE), all'interno dell'area cimiteriale comunale.

Il Comune di Casaluce:

- è dotato di Piano Regolatore Generale;
- si presenta con morfologia pianeggiante, con quote variabili da 15,00 a 25,00 mt circa s.l.m.;



- dal punto di vista idrogeologico ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale ma non rientra tra le aree soggette a rischio;
- è incluso nell'elenco dei comuni a medio rischio sismico essendo classificato come zona 2 (sismicità media).

L'attuale struttura cimiteriale comunale risulta ubicata su di un'area posta a Nord del centro abitato, lungo Via Vittorio Emanuele - Strada provinciale per Carditello, su cui presenta gli accessi.

Il lotto oggetto d'intervento è situato nell'area confinante a Sud-Est del cimitero Comunale esistente.

L'area oggetto dell'intervento è riportata al N.C.T. del comune di Casaluce al foglio 7 particella 55 per quanto concerne il lotto di sedime del tempio crematorio. Essa non necessita di acquisizione da parte del Comune mediante esproprio per pubblica utilità, in quanto già in piena proprietà pubblica. Al contrario la strada di progetto, che consentirà l'accesso al tempio crematorio, rientra nelle seguenti particelle: foglio 7 particelle 79 (da espropriare in quota parte) e 119 (di proprietà comunale).

03. LA STRUMENTAZIONE URBANISTICA

L'area destinata all'intervento di realizzazione dell'impianto di cremazione ricade all'interno della zona "Fb3 - Zona cimiteriale" del P.R.G. in vigore.

04. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Nel presente progetto si è cercato di trovare la migliore soluzione architettonica per fornire il giusto grado di funzionalità al progetto, in quanto si sono cercate le migliori condizioni per ottimizzare le caratteristiche distributive interne dei vari ambienti, rispettando le superfici massime e le destinazioni funzionali.

La soluzione progettuale in esame prevede in sintesi i seguenti interventi:

- Tempio di cremazione di circa 720 mq;
- Area di pertinenza esterna all'edificio: Giardino pubblico circa mq 1.240,00;
- Area retrostante l'edificio: Giardino del silenzio - dispersione delle ceneri: circa mq 1.040,00;
- n. 150 nicchie cinerarie.

La dimensione del lotto su cui insiste il progetto è di mq 4.090,00.

L'accesso principale all'impianto di cremazione avverrà dalla strada provinciale (Via Carditello - Corso Vittorio Emanuele) attraverso una strada di progetto sul lato ovest dell'area di sedime, che conduce all'area esterna di pertinenza con gli stalli auto destinati ai familiari e agli addetti, i quali accederanno alla struttura attraverso dei viali pavimentati che conducono



all'impianto di cremazione ed alle urne cinerarie. Da un ingresso separato carrabile sul lato nord dell'impianto sarà fatta entrare la vettura contenente il feretro.

E' stato altresì previsto un collegamento con il cimitero esistente attraverso il muro perimetrale in modo da garantire una continuità con l'attuale struttura cimiteriale.

L'impianto oggetto della presente progettazione si presenta costituito da un corpo di fabbrica che si estende su di una superficie coperta di circa 720 mq, di disegno semplice e pulito, con ingressi separati per il feretro, gli addetti ed i parenti, ed in cui, per ragioni di sicurezza, la zona tecnologica risulta separata dalle altre zone aperte al pubblico.

Mentre la salma verrà condotta verso la zona della cremazione, i parenti, attraverso un ingresso separato porticato, accederanno alle sale del commiato dedicate alla commemorazione del defunto ed attenderanno l'urna all'interno di una sala d'attesa e di ristoro o passeggiando nei viali circostanti.

La struttura del crematorio sarà composta da una serie di ambienti che si sviluppano intorno al locale contenente il forno propriamente detto, distinguendosi da quest'ultimo per forma e dimensione dei vani; in particolare saranno realizzate:

- n°2 sale del commiato: sono sale dove si svolgerà la cerimonia da parte dell'officiante e non sarà allestita con nessun paramento religioso, bensì verrà offerta la possibilità, a seconda del rito religioso, di addobbarla a cura dell'officiante;
- una sala di attesa con relativa saletta di ristoro per i familiari con ingresso porticato;
- servizi igienici separati per i parenti e gli addetti;
- spogliatoi per gli addetti;
- ufficio: nel locale ufficio vengono svolte le pratiche di ricezione del feretro, cremazione, verbali di consegna dell'urna ecc.;
- depositi per urne e feretri con celle;
- locale attrezzature hardware e software (CED);
- vano tecnologico contenente il forno, bruciatori, scambiatore e sistema di depurazione dei fumi, nonché un'area libera da adibire ad un futuro ampliamento, con la previsione di un ulteriore forno di supporto al primo in caso di manutenzione.

In prossimità del tempio crematorio sarà realizzato, inoltre, un manufatto adatto a contenere delle singole urne cinerarie, e sarà previsto lungo il lato est dell'area di intervento.

La struttura delle urne sarà realizzata in cemento armato e prevede la costruzione di un totale di n. 150 nicchie di dimensione (0.30 x 0.30 x 0.50 metri), posizionate su 5 file.



05. CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE DELL'IMPIANTO DI CREMAZIONE

L'impianto di cremazione oggetto del presente progetto sarà quanto di più tecnologicamente avanzato il mercato può offrire, capace di elevate prestazioni sia per i tempi di cremazione sia per le emissioni in atmosfera.

La struttura compatta a monoblocco con forno a suola calda dell'impianto di cremazione permetterà di ottenere consumi di energia primaria estremamente contenuti (grazie alla configurazione della camera di cremazione ed alla qualità del rivestimento refrattario), emissioni in atmosfera contenute entro i limiti previsti dalle normative nazionali ed europee, elevata potenzialità di cremazione, minima manutenzione (grazie alla elevata qualità ed affidabilità di tutti i componenti costituenti l'impianto) e silenziosità di funzionamento durante tutto il processo di cremazione (grazie al rivestimento fonoassorbente).

Questi forni associano, all'accurato controllo del processo, importanti migliorie costruttive e funzionali ed in particolare la piena rispondenza alle disposizioni vigenti per l'incenerimento dei rifiuti non pericolosi e alle emissioni in atmosfera, pur non ricadendo, a rigor di termini, i forni crematori nell'ambito di applicazione delle norme che valgono invece per i rifiuti in genere.

In particolare, come per i forni inceneritori, al fine di garantire la completa ossidazione dei prodotti della combustione e di conseguenza l'assenza di fumo nero o di odori sgradevoli è prevista la presenza di una camera di postcombustione dimensionata in funzione dei seguenti parametri operativi:

1. temperatura di funzionamento **> 850°C**
2. tempo di permanenza dei fumi di **almeno 2 secondi**
3. concentrazione di ossigeno nei fumi **> 6%**
4. velocità di ingresso dei fumi **> 10 m/s**

Il rispetto dei limiti alle emissioni in atmosfera solitamente stabiliti dalle Province o, più genericamente, dal D.Lgs. 152/2006, dal D. Lgs. 133/2005 di attuazione della Direttiva 2000/76/CE in materia di incenerimento dei rifiuti, dal D.M. 25/02/2000 e, infine dal D.M. 19/11/1997 n. 503, è assicurato dall'installazione di un sistema di condizionamento e di abbattimento chimico - fisico, costituito da un sistema di raffreddamento, da un dispositivo di iniezione di reagenti e, infine, da un depolveratore a secco costituito da filtro a maniche.

Al fine di rendere maggiormente comprensibile la configurazione dell'impianto crematorio, le vari componenti impiantistiche risultano identificate come di seguito meglio specificato. La descrizione che segue è redatta secondo un percorso logico che va dall'introduzione del feretro fino allo sbocco in atmosfera dei fumi prodotti con il processo di cremazione, passando attraverso le diverse sezioni dell'impianto.



a. Zona di carico del feretro

Per dare all'operatore la possibilità di introdurre agevolmente il feretro in camera di cremazione rimanendo a debita distanza dal boccaporto di carico ed evitare così l'esposizione al riverbero di calore proveniente dalle strutture refrattarie della stessa, è previsto l'impiego di un apparato di caricamento, ovvero un carica feretri totalmente automatico e azionabile a quadro così da conseguire l'obiettivo di inserire automaticamente la cassa nel forno crematorio, mantenendo l'operatore in condizioni di massima sicurezza. La concezione del carica feretri in questione deriva infatti dall'esigenza – considerata prioritaria – di meccanizzare l'introduzione del feretro, in modo tale da non esporre l'operatore al riverbero di calore proveniente dalla camera di cremazione.

Il carica feretri è sostanzialmente un carrello costituito da una struttura in profilati di acciaio avente portata massima di carico pari a 350 kg, mobile su rotaie, che presenta un piano fisso con rulli folli sul quale viene posizionato il feretro, all'estremità del quale è posto uno spintore, azionato da catena di trasmissione e motoriduttore, che ha il compito di eseguire l'introduzione del feretro nel forno. Il movimento del dispositivo lungo le rotaie avviene per spinta da parte dell'operatore.

L'introduzione del feretro nella camera di cremazione consta per l'operatore delle seguenti fasi:

- posizionamento del carica feretri nella corretta posizione di carico;
- spostamento del feretro dal tavolo carrellato al carica feretri;
- attivazione a quadro del carico automatico.

La sequenza automatica prevede:

- apertura della porta di carico;
- introduzione del feretro nel forno con avanzamento dello spintore;
- ritorno dello spintore in posizione intermedia di riposo;
- chiusura della porta di carico;
- ritorno dello spintore in posizione di riposo.

In caso di temporanea interruzione dell'alimentazione elettrica, il piano a rulli folli consente comunque di eseguire l'introduzione del feretro a spinta manuale e utilizzando l'opzione di chiusura manuale della porta di carico.

b. Zona di cremazione

Per zona di cremazione si intende in pratica il forno crematorio propriamente detto, ossia il complesso costituito dalla camera di cremazione vera e propria, dalla suola di cremazione e dal sistema per la calcinazione ed il recupero delle ceneri ed, infine, dalla camera di trattamento termico dei fumi o postcombustore.

L'involucro esterno del forno crematorio, di forma parallelepipedica, è realizzato interamente in lamiera di acciaio al carbonio e in profilati metallici elettrosaldati di grosso



spessore, opportunamente disposti per conferire alla struttura la rigidità necessaria a contenere e a supportare convenientemente i rivestimenti refrattari ed isolanti.

Dal punto di vista funzionale il forno crematorio si compone di due camere:

- la *camera di cremazione*, dove avviene il processo di cremazione del feretro,
- la *camera di postcombustione*, dove le sostanze volatili incombuste presenti nei fumi provenienti dalla camera di cremazione completano la loro ossidazione.

La camera di cremazione e quella di postcombustione sono ricavate _ sul quale sono praticati i passaggi che le mettono in comunicazione diretta.

Oltre alla struttura costituente il forno crematorio propriamente detto, gli altri principali accessori e componenti dell'impianto di cremazione sono:

- Il bruciatore ausiliario di cremazione
- Il bruciatore di supporto del postcombustore termico
- Il ventilatore di alimentazione dell'aria comburente che alimenta sia il processo che le teste di combustione costituenti i bruciatori
- La serie di valvole motorizzate, modulate in maniera automatica dal PLC di gestione e controllo, per la regolazione dell'aria comburente primaria e secondaria in camera di cremazione, dell'aria terziaria in postcombustione e delle arie comburenti richieste per il combustibile convenzionale alle teste di combustione
- Le 2 sonde di rilevazione della temperatura in camera di cremazione
- Le 2 sonde di rilevazione della temperatura in postcombustione,
- La sonda di rilevazione della concentrazione di ossigeno libero nei fumi posta nell'ultimo quarto della camera di postcombustione
- La sonda di rivelazione della depressione in camera di cremazione
- Il camino di emergenza

c. Camera di cremazione

L'involucro esterno, di forma parallelepipedica, è realizzato interamente in lamiera di acciaio al carbonio e in profilati metallici elettrosaldati di grosso spessore, opportunamente disposti per conferire alla struttura la rigidità necessaria a contenere e a supportare convenientemente i rivestimenti refrattari ed isolanti.

Le dimensioni interne della camera di cremazione sono state significativamente aumentate rispetto alle precedente versione, in modo da permettere, senza problemi, l'introduzione anche di feretri di notevoli dimensioni, del tipo di quelli "americani" che da qualche tempo a questa parte si presentano sempre più frequentemente.

Il rivestimento interno è realizzato con prodotti e materiali di diversa forma e composizione, di primissima qualità e con spessore complessivo di oltre 250 mm.

Il rivestimento delle pareti laterali della camera di cremazione è costituito, per la parte in vista, da una muratura di mattoni refrattari rispettivamente al 42% o al 60% di allumina, con spessore di circa 115 mm, integrata ove necessario (ad esempio: cono bruciatore, ugelli



aria, fori ispezione) da getti in calcestruzzo refrattario ad alta densità, e refrattarietà perlomeno analoga.

Il rivestimento del soffitto della camera di cremazione è invece realizzato, per la parte in vista, sempre con muratura dello stesso tipo ma con mattoni sagomati a cuneo, posti a formare una volta atta a conferire alla struttura una maggiore stabilità e a favorire un maggiore irraggiamento del calore in direzione del feretro.

Immediatamente a ridosso dei rivestimenti refrattari di cui sopra, è posta una muratura di mattoni isolanti (spessore 115 mm) a basso coefficiente di conducibilità termica, mentre esternamente alla muratura di mattoni isolanti, a contatto con la struttura in lamiera, è posto un pannello di fibra minerale (spessore 25 mm) provvisto, sul lato a contatto della carpenteria, di rivestimento in alluminio rinforzato avente funzioni di barriera al vapore, particolarmente indicato per impieghi in cui si richieda una funzione anticondensa resistente a temperature di esercizio moderatamente elevate.

Il rivestimento della parete di fondo della stessa camera, che funge da separazione fra la zona di cremazione e la sezione iniziale della contigua camera di postcombustione, è costituito da muratura di mattoni refrattari al 42% di allumina con spessore di 172 mm. Un'apertura praticata in questa parete di separazione con dimensioni tali da assicurare una velocità di transito dell'ordine dei 10 m/s, permette il passaggio dei fumi dalla camera di cremazione a quella di postcombustione.

Alle pareti laterali del crematorio è applicata una pannellatura esterna in lamiera verniciata, con intercapedine d'aria ispezionabile, finalizzata a fornire un'ulteriore protezione termica e a migliorare l'aspetto estetico del forno.

Sulla parete frontale della camera di cremazione è posto il vano di caricamento del feretro (dimensioni utili di introduzione mm 990 x mm 830) con la relativa porta di chiusura, rivestita in materiale refrattario, scorrevole verticalmente con movimento meccanizzato grazie a un sistema di sollevamento di tipo elettroidraulico. Tale sistema consente la chiusura della porta di carico, in caso di mancanza dell'alimentazione elettrica, semplicemente agendo sulla valvola di scarico del cilindro, consentendo alla porta, rivestita di un pannello isolante e di uno strato di materiale refrattario per uno spessore totale di 180 mm, di chiudersi in sicurezza grazie all'azione della gravità (ovviamente l'adozione di opportuni strozzatori nel circuito idraulico del cilindro consente di effettuare una chiusura rallentata). La movimentazione può essere effettuata tramite gli appositi selettori posti a quadro. Inoltre, la presenza di una pompa manuale consente la movimentazione della porta anche in mancanza dell'alimentazione elettrica.

Il particolare meccanismo di chiusura a fine corsa costringe la porta ad andare a battuta contro la parete frontale, con speciali guarnizioni che ne assicurano la tenuta. Una spia d'ispezione, posta al centro della porta, consente all'operatore di controllare in tutta sicurezza lo svolgimento del processo di cremazione.



A fini antinfortunistici, è prevista la disattivazione dell'apertura della porta nel caso in cui si verifichi anche una sola delle seguenti sfavorevoli condizioni:

- temperatura all'interno della camera di cremazione sia superiore ad un valore di sicurezza,
- temperatura operativa del postcombustore inferiore al limite minimo di 850°C,
- alta temperatura in camera di postcombustione.

In ogni caso, all'apertura della porta, il bruciatore posto nella camera di cremazione viene automaticamente disattivato al fine di prevenire l'esposizione dell'operatore alla fiamma e/o ai gas caldi generati dall'apparecchio. La porta è inoltre dotata di un dispositivo di blocco elettromeccanico di sicurezza che si inserisce automaticamente una volta che la porta abbia raggiunto la posizione di apertura.

Sulla parete superiore del forno, inclinata verso il fondo della camera di cremazione, è installata la testa di combustione del bruciatore di supporto al processo di cremazione, che ha lo scopo sia di preriscaldare la camera stessa prima dell'introduzione del feretro, per ottimizzare il processo in termini di efficienza, sia di sostenere la combustione nelle fasi finali del processo stesso. La testa di combustione è di tipo industriale per servizi gravosi, a bassa emissione di NO_x, alimentata con l'aria comburente da ventilatore separato, con erogazione di potenza modulata nel range 10÷100%. La particolare struttura in refrattario della testa di combustione per la parte a contatto con i fumi, conferisce da una parte una notevole resistenza alle alte temperature (temperatura limite del blocco refrattario 1750 °C) e dall'altra la possibilità di poter escludere il funzionamento in ventilazione del bruciatore (cosa non possibile con bruciatori convenzionali) quando il processo lo dovesse richiedere.

Nella camera sono infine installate:

- una sonda di misura della depressione che, tramite PLC e inverter, consente di regolare la portata dell'aspiratore finale dei fumi, onde mantenere nella camera di cremazione una pressione negativa sufficiente ad evitare ogni possibile dispersione di fumi nel locale;
- due termocoppie per la lettura della temperatura dei fumi in uscita verso la camera di postcombustione, che controllano, oltre all'accensione e alla modulazione di potenza del bruciatore primario, tramite l'apposito canale operativo del regolatore a PLC ed il kit di modulazione di cui il bruciatore stesso è provvisto, anche la modulazione dell'aria di combustione sui due livelli presenti.

d. Suola di cremazione

La suola di cremazione, che è la parte del forno più sollecitata, è costituita da sei sezioni contigue ciascuna delle quali si compone a sua volta di due elementi prefabbricati in calcestruzzo refrattario al 59% di Al₂O₃ ad elevata resistenza all'usura, disposti ad incastro a formare una struttura sostenuta al centro dal muretto che divide in due la sottostante camera di postcombustione, in grado di resistere alle sollecitazioni meccaniche e termiche di processo e tale da assicurare la ritenzione dei liquidi che si formano nel corso del processo. Infatti, tale tipologia di suola consente di massimizzare il flusso di calore proveniente dalla camera di postcombustione sottostante, conseguendo:



- Ottimo controllo dei fluidi: suola uniformemente riscaldata che consente di evaporare con continuità i liquidi che si formano durante la cremazione
- Efficienza termica: la combustione delle parti che poggiano direttamente sulla suola risulta evidentemente favorita
- Aumento della vita del refrattario: dato che, essendo riscaldata su entrambe le facce, non è sottoposta ad importanti gradienti e/o a shock termici.

Gli elementi costituenti la suola, oltre ad assicurarle una lunga durata nel tempo (è infatti garantita l'esecuzione di almeno 3500 cremazioni prima che si renda necessario sostituirla integralmente) risultano essere, in quanto prefabbricati, facilmente rimpiazzabili senza dover ricorrere a complessi interventi di manutenzione: ne consegue che l'intervento di rifacimento della suola stessa comporta tempi d'esecuzione minimi, con la possibilità di rimettere l'impianto in condizione di riprendere la sua attività con tempi di attesa particolarmente contenuti.

La particolare conformazione della suola di cremazione rende possibile il corretto posizionamento del feretro da parte dell'operatore senza particolari interventi manuali e senza che alla struttura refrattaria vengano impresse apprezzabili sollecitazioni meccaniche, mentre la raccolta delle ceneri può essere fatta agevolmente senza che l'operatore debba entrare direttamente in contatto con esse, semplicemente utilizzando gli attrezzi forniti a corredo dell'impianto (palette o rastrelli sagomati, ecc).

Qualora ciò si rivelasse necessario in relazione alla cremazione di feretri contenenti fodere metalliche, la suola di cremazione può inoltre essere conformata in modo tale da permettere la raccolta dello zinco fuso separatamente dalle ceneri e da dare almeno parziale soluzione al problema della separazione di queste dagli esiti della fusione del metallo.

e. Raccolta ceneri

In corrispondenza della sezione anteriore del crematorio, lateralmente rispetto all'asse longitudinale della camera, è posto il portello per la raccolta delle ceneri. Questo portello è provvisto anch'esso di un rivestimento in materiale refrattario che consente di contenerne la temperatura esterna in analogia alle altre parti del forno e dà accesso ad un vano, posto al di sotto della suola di cremazione, all'interno del quale si trova il cassetto di raccolta delle ceneri risultanti dal processo di cremazione.

Il vano di raccolta ceneri comunica con la soprastante suola attraverso un apposito condotto refrattariato intercettato da una serranda azionabile manualmente dall'esterno, sulla quale i resti della cremazione vengono temporaneamente depositati al momento della loro rimozione dalla suola di cremazione, al termine della cremazione e prima di essere definitivamente trasferiti per caduta all'interno del cassetto di raccolta. La funzione di questo dispositivo è duplice: per un verso dà modo di liberare la camera di cremazione dalle ceneri, rendendola disponibile per una nuova cremazione in tempi relativamente brevi dopo il termine del processo; dall'altro, grazie all'apporto di una piccola portata d'aria, consente di completarne, eventualmente, del tutto la calcinazione e di raffreddarle, a calcinazione



avvenuta, ad una temperatura tale da consentire all'operatore di eseguire in tutta sicurezza le successive operazioni di polverizzazione e trasferimento nell'urna cineraria. L'operazione di raccolta delle ceneri viene eseguita dall'operatore al termine di ciascun ciclo di cremazione attraverso il portello di cui sopra, prelevando i resti dalla superficie della suola e facendoli cadere nel condotto di raccordo al cassetto ceneri, dove gli stessi si arrestano sulla serranda posta circa a metà del condotto stesso. Esaurite le operazioni di introduzione di un nuovo feretro, per cui la camera di cremazione si era così resa disponibile, l'operatore potrà, con tutto comodo, recuperare le ceneri della cremazione precedente, definitivamente calcinate e raffreddate azionando in apertura la serranda di cui sopra e facendole così cadere nel sottostante contenitore, da cui potranno essere tolte per la macinazione finale e l'introduzione nell'urna cineraria.

Potrà essere inserito un contenitore analogo a quello precedentemente descritto per la raccolta dello zinco fuso, il quale sarà alloggiato all'interno di un apposito vano, adiacente a quello destinato alla raccolta delle ceneri e separato da quest'ultimo da un setto in muratura refrattaria.

f. Camera di postcombustione

La camera di postcombustione forma corpo unico con quella di cremazione ed utilizza la medesima struttura esterna in carpenteria di quest'ultima. Il rivestimento interno delle pareti laterali è realizzato in analogia con quello della camera di cremazione, sia per materiali, sia per spessori utilizzati. All'estremità posteriore del forno, opposta alla porta di carico, è montata la testa di combustione del bruciatore secondario con la funzione di mantenere la temperatura dei fumi sempre al di sopra del valore minimo richiesto per una completa combustione. La testa di combustione presenta caratteristiche e peculiarità del tutto analoghe a quella installata sulla camera di cremazione. L'aria comburente, fornita dal sistema di alimentazione più avanti descritto, viene fornita tramite due serie di ugelli posti immediatamente a valle del varco di ingresso dei fumi in camera. I fumi caldi, complessivamente prodotti dalla camera di combustione e dal postcombustore, seguono un percorso obbligato a doppio giro verso l'uscita grazie ad un setto in mattoni refrattari, che divide in due la camera di postcombustione.

Due portelli d'ispezione, posti lateralmente alla camera rispettivamente all'inizio e al termine dei due rami del percorso ad U su cui la stessa si sviluppa, permettono di controllare l'interno della camera e di accedervi per le operazioni di manutenzione.

Sul fondo della camera di postcombustione, il percorso ad U sfocia in un vano terminale di passaggio disposto verticalmente che, oltre a rappresentare un'estensione volumetrica del postcombustore vero e proprio, costituisce il punto di partenza verso il condotto di raccordo al sistema di condizionamento e di trattamento dei fumi, nonché al camino di emergenza, concepito per rendere possibile l'evacuazione diretta dei fumi per semplice tiraggio naturale nel caso in cui si debbano gestire in sicurezza le situazioni di emergenza come la mancanza di energia elettrica.



La camera di postcombustione, intesa nel suo complesso, è dimensionata in modo da assicurare ai fumi in transito un tempo di permanenza pari ad almeno 2 secondi calcolati alla temperatura effettiva d'esercizio di 850°C e supposto un tenore di ossigeno libero negli effluenti almeno pari al 6%. Inoltre, la configurazione a doppio giro data alla camera di postcombustione, consente di sfruttare al meglio il volume disponibile riducendo le zone morte e migliorando il consumo specifico del dispositivo.

In tutta la camera di postcombustione, e particolarmente nella sezione posta immediatamente a valle del punto d'ingresso dei fumi e d'iniezione dell'aria secondaria, viene inoltre assicurato un elevato livello di turbolenza, riconosciuto come uno dei principali elementi utili a migliorare il rendimento della combustione. Il processo termico di postcombustione consente di ottenere la sostanziale eliminazione delle sostanze organiche e odorifere presenti nei fumi sotto forma gassosa, garantendo il pieno rispetto dei limiti di legge in tal senso.

Nella sezione terminale della camera di postcombustione sono inserite le seguenti sonde:

- due termocoppie per la lettura della temperatura dei fumi in uscita, poste nell'ultimo quarto della camera. Oltre a fornire il segnale che viene inviato al registratore per la stampa in tempo reale della temperatura secondaria, esse permettono di controllare, in analogia con quanto già avviene per il bruciatore primario, l'accensione e la modulazione di potenza del bruciatore secondario.
- una sonda allo stato solido con cella all'ossido di zirconio per la rilevazione della percentuale di ossigeno libero nei fumi che controlla, tramite il PLC, la regolazione continua e modulante dell'apertura della valvola dell'aria secondaria, così da conseguire, per un verso, una concentrazione dell'ossigeno libero sempre superiore al valore limite del 6% e, per l'altro, di evitare un eccesso d'aria inutilmente elevato, con il conseguente dispendio energetico che ciò comporterebbe; anche questa sonda è posta nel quarto terminale della camera di postcombustione.

g. Bruciatori

La dotazione è costituita da teste di combustione alimentate a gas metano a ridotta emissione di ossidi di azoto, equipaggiate di rampa valvole in esecuzione CE (EN 676 e 746), alimentate con l'aria ad alta pressione fornita dal ventilatore centralizzato dell'aria comburente; l'erogazione di potenza viene modulata in funzione delle temperature di esercizio prefissate e di quelle effettivamente presenti nelle camere di cremazione e di postcombustione.

I bruciatori presentano un sistema per l'intercettazione automatica del combustibile in caso di mancanza della fiamma. Tutte le apparecchiature di sicurezza e controllo fornite sono conformi alla normativa vigente. Le teste di combustione sono installate sul forno rispettivamente in corrispondenza della sua parete superiore (bruciatore primario) e di quella opposta al portellone di carico (bruciatore secondario).



L'erogazione del calore di supporto al processo di cremazione (controllata in modo continuo dalla strumentazione fornita a quadro attraverso la modulazione della portata dei bruciatori ausiliari) è in ogni momento quella strettamente necessaria all'effettivo fabbisogno dell'impianto, il che determina di fatto una sostanziale limitazione dei consumi di combustibile e, conseguentemente, l'ottimizzazione dei costi di gestione del sistema.

La logica di controllo prevede che, all'inizio di un ciclo di cremazioni, entrambi i bruciatori vengano attivati per preriscaldare, prima dell'introduzione del feretro, le camere e i condotti da fumo, e ciò sia per rispettare le disposizioni di legge a proposito della minima temperatura di esercizio del postcombustore (>850°C), sia per ottenere, una volta introdotto il feretro, il rapido innesco della cremazione, grazie all'effetto del calore irradiato dalle pareti e al contatto con la suola riscaldata dai gas ad alta temperatura prodotti dal bruciatore secondario.

In ogni caso l'abilitazione all'apertura della porta di carico, e quindi il consenso all'introduzione del feretro in camera di cremazione, non verrà dato prima che in camera di postcombustione sia stata raggiunta – e anzi superata di un margine operativo di sicurezza preimpostato – la minima temperatura di esercizio di cui sopra.

Le caratteristiche principali dei bruciatori installati sono le seguenti:

1. Bruciatore primario

- Max potenza termica erogata : 400 kW
- Max portata gas metano : 40 Nm³/h
- Minima pressione gas ingresso : 40 mbar
- Campo di modulazione : 10 ÷ 100% della max potenza

2. Bruciatore di postcombustione

- Max potenza termica erogata : 650 kW
- Max portata gas metano : 60 Nm³/h
- Minima pressione gas ingresso : 40 mbar
- Campo di modulazione : 10 ÷ 100% della max potenza

h. Sistema di alimentazione dell'aria comburente

Al contenimento di costi sopra richiamato contribuisce anche la distribuzione dell'aria comburente, che viene eseguita su più livelli rispetto alla suola di cremazione e che permette quindi di concentrare il flusso dell'ossigeno comburente nelle aree dove di volta in volta è maggiormente richiesto in funzione dell'avanzamento del ciclo di cremazione.

Il ventilatore che fornisce l'aria è installato in corrispondenza della parete posteriore del forno, all'interno di un apposito vano, che svolge funzioni di barriera fonoassorbente ai fini della limitazione della pressione sonora prodotta sia dal ventilatore, sia dal bruciatore. L'aria viene invece distribuita per mezzo di appositi condotti provvisti di valvole motorizzate di parzializzazione. Dal collettore di distribuzione si dipartono infatti cinque diversi condotti destinati ad alimentare l'aria comburente rispettivamente ai due livelli della camera di



cremazione, al postcombustore e alle teste di combustione dei due bruciatori. Su ciascun condotto di alimentazione dell'aria primaria è prevista una valvola automatica che consente di regolarne la portata in funzione delle effettive esigenze di ciascuna fase del processo, ovvero:

- maggior portata dall'alto: nella fase iniziale immediatamente successiva all'introduzione del feretro quando questo è ancora integro e se ne deve accelerare la combustione per poter esporre la salma all'azione dei gas ad alta temperatura e, successivamente, alla fine del ciclo durante il raffreddamento;
- maggior portata dal basso: su entrambi i lati della suola di cremazione, durante le fasi intermedia e finale del processo quando la salma è già totalmente esposta e se ne deve accelerare la consumazione.

L'alimentazione dell'aria comburente secondaria, è intercettata da una ulteriore valvola motorizzata, controllata direttamente dal PLC montato sul quadro comandi in funzione della concentrazione di ossigeno libero presente nei fumi umidi letta dall'apposita sonda posta all'uscita dalla camera di postcombustione.

Le caratteristiche del ventilatore sono le seguenti:

- Portata di progetto : 1.930 Nm³/h
- Prevalenza totale : 550 kg/m²
- Potenza elettrica installata : 7,5 kW
- Pressione sonora libera : 81 dB(A) (ma sottoposta a fonoisolamento)

i. Attrezzi di governo

Ai fini della corretta gestione dell'impianto crematorio e delle ceneri dallo stesso risultanti, a corredo dell'impianto saranno impiegate le seguenti attrezzature accessorie:

- Due cassette cinerari in acciaio inox AISI 304
- Due palette sagomate per la raccolta delle ceneri e la pulizia della suola di cremazione.

j. Valvole di by-pass

L'impianto è dotato delle valvole di by-pass, la cui attivazione avviene sempre in maniera automatica ad opera della logica di gestione dell'impianto, la quale riconosce in maniera intelligente le situazioni in cui risulta opportuno o necessario la deviazione del flusso dei gas con l'esclusione, a seconda dei casi, di parti dell'impianto.

k. Camino di emergenza e relativa valvola di by-pass

La funzione di questo dispositivo è quella di fronteggiare (contestualmente al rallentamento del processo in corso e facendo comunque sostare i fumi in camera di postcombustione prima di espellerli in atmosfera) non soltanto la semplice interruzione dell'alimentazione elettrica, bensì ad ogni altra situazione di emergenza che dovesse eventualmente verificarsi, come ad esempio l'avaria dell'aspiratore fumi, piuttosto che una qualsiasi disfunzione al sistema di recupero e dissipazione del calore, piuttosto che il verificarsi di temperature anomale a livello di scambiatore.

Il camino di evacuazione fumi di emergenza deve:



- prelevare i fumi dalla sezione terminale del postcombustore, dopo che questi abbiano quanto meno subito il trattamento di termo-depurazione
- poter svolgere la sua funzione anche in assenza della alimentazione elettrica.

È stato quindi concepito come condotto internamente refrattariato con rivestimento in calcestruzzo isolante - refrattario che, opportunamente raccordato alla sezione terminale del postcombustore, passando all'interno dell'esistente cavedio che già ospita i condotti di evacuazione degli impianti esistenti, sbocca verticalmente circa undici metri al di sopra del forno restando comunque nascosto all'interno della struttura sommitale presente in corrispondenza della copertura del fabbricato di ricovero.

L'attivazione del camino di emergenza avviene in conseguenza dell'apertura della valvola a clapet, posta sul tratto di cammino collocato al piano soprastante quello di alloggiamento del forno, in posizione facilmente accessibile per la manutenzione; in condizioni di normale esercizio questa viene mantenuta chiusa ad opera di un dispositivo ad azionamento pneumatico ad azione positiva: mancando l'alimentazione elettrica o in situazioni di emergenza dell'impianto, al dispositivo che la mantiene chiusa viene tolta la pressione necessaria e la serranda si apre automaticamente per gravità, dando ai fumi, comunque trattati in postcombustione, la possibilità di sfogarsi liberamente in atmosfera per tiraggio naturale.

l. Zona di riduzione della temperatura fumi e recupero energetico

I fumi uscenti dal postcombustore subiscono, prima della loro espulsione in atmosfera, un trattamento di depurazione chimico - fisico atto a ridurre il contenuto di inquinanti a valori compatibili con quelli accettati dagli organi di controllo. I fumi uscenti dal postcombustore hanno tuttavia temperatura superiore a 850÷900°C ed è pertanto necessario raffreddarli preventivamente a livelli di temperatura compatibili con quella di normale esercizio del filtro a maniche.

La soluzione impiantistica posta alla base della nostra più recente proposta prevede che ciascun forno venga associato ad una propria linea indipendente di raffreddamento costituita da uno scambiatore - recuperatore del tipo fumi - acqua seguito da un'altrettanto indipendente linea di trattamento chimico - fisico di depurazione dei gas.

La sezione in questione è composta da:

m. Condotto fumario

atto a convogliare i fumi uscenti da ciascun postcombustore al punto di innesto sul camino di emergenza e da questo alla sezione di ingresso dello scambiatore; realizzato in acciaio al carbonio con rivestimento interno refrattario-isolante.

n. Scambiatore di calore fumi-acqua

del tipo a fascio tubiero, con configurazione orizzontale a doppio giro di fumi. La sua concezione è derivata da quella delle tradizionali caldaie a tubi di fumo, con la differenza che, essendo in questo caso il dispositivo alimentato con fumi prodotti da un processo di



combustione condotto all'interno di una camera separata, invece che coi prodotti della combustione di un combustibile convenzionale, al posto della tradizionale camera di combustione, qui si trova una ulteriore serie di tubi, aventi lo scopo di trasferire al liquido termovettore, soprattutto per conduzione e convezione, la maggior quantità possibile del calore posseduto dai fumi in transito.

L'ingresso dei gas nello scambiatore, così come la loro fuoriuscita, avviene dalla medesima parte del dispositivo, così da costringere i gas a compiere un percorso ad U passando, dalla parte opposta, in corrispondenza della camera di inversione dei fumi, che funge anche da punto di accesso per l'ispezione.

Tenuto conto che all'uscita del postcombustore i fumi sono solitamente caratterizzati da una concentrazione di polveri che varia indicativamente fra i 100 ed i 150 mg/Nm³, e che si rende pertanto necessario prevedere la possibilità di ripulire periodicamente le superfici di scambio dai possibili depositi di materiale particellare, in corrispondenza della camera di inversione sono installate le elettrovalvole del sistema di pulizia automatico ad aria compressa dello scambiatore lato fumi, che, in maniera completamente automatica, durante il funzionamento dell'impianto, provvede a tenere pulito le tubazioni dello scambiatore, eliminando in maniera definitiva i tempi di fermo impianto che, in mancanza di tale sistema, bisognerebbe prevedere per tale intervento.

Sono previsti degli accessi per il prelievo delle polveri accumulate nelle trappole grazie al sistema di pulizia di cui sopra. Lo scambiatore è, comunque, provvisto degli accessi necessari all'ispezione e alla pulizia manuale, operazione, quest'ultima da prevedere con cadenza annuale, a seconda dell'utilizzo dell'impianto. Il fluido termovettore impiegato sarà costituito da una miscela di acqua e glicole, così da prevenire ogni possibile problema di congelamento del fluido stesso all'interno dell'impianto idraulico che collega lo scambiatore - recuperatore al dissipatore, posto all'esterno del locale di ricovero.

Lo scambiatore è così realizzato:

- Il mantello esterno e le camere da fumo sono realizzati in acciaio al carbonio per caldareria. L'intera struttura è adeguatamente coibentata verso l'esterno mediante un materassino di materiale isolante in lana minerale ad elevata densità, protetto esternamente con lamierino di alluminio; le pareti delle camere da fumo poste a contatto con i gas da raffreddare vengono protette con rivestimento in calcestruzzo refrattario ed isolante.
- I tubi del fascio (tipo Mannesmann diametro 60.3) e le piastre tubiere sono realizzati in acciaio al carbonio.

Queste le principali caratteristiche dello scambiatore:

- Portata fumi di progetto : 1.500 Nm³/h
- Temperatura ingresso fumi di progetto : 950 °C
- Temperatura uscita fumi : 180 °C
- Superficie di scambio : 25 m²



- Max. Potenza termica scambiata : 380.000 kcal/h
- Temperatura ingresso acqua : 70 °C
- Temperatura uscita acqua : 80 °C
- Portata acqua : 37 m³/h
- Potenza elettrica pompa gemellare : 4 kW (x2)

o. Scambiatore acqua-aria (dry cooler)

Il dissipatore di calore, previsto al fine di raffreddare il fluido termovettore nel caso di totale o parziale mancato utilizzo delle calorie recuperate, sarà costituito da uno scambiatore di raffreddamento in circuito chiuso di fluidi del tipo di quello in uso, senza che questi vengano minimamente in contatto con l'aria di raffreddamento.

Realizzato con materiali adeguatamente scelti e/o trattati per far fronte alle possibili corrosioni dovute all'esposizione agli agenti atmosferici, presenta un corpo in pannelli modulari assemblati tra loro per mezzo di una struttura in acciaio zincata a caldo dopo la lavorazione; la batteria di scambio termico è costituita da un pacco di tubo alettato di prima qualità, zincato a caldo dopo la lavorazione.

I ventilatori di raffreddamento, in numero di tre, montati nella parte superiore del dry cooler, sono elicoidali a basso numero di giri (bassa rumorosità). Essi sono invertizzati, con il duplice vantaggio di conseguire un controllo più fine del raffreddamento del liquido e una minore rumorosità. E' comunque previsto l'utilizzo di pannelli fonoisolanti per rientrare comunque nei valori di emissioni sonore previsti per legge.

Le caratteristiche principali vengono riportate di seguito:

- Potenzialità max. : 380.000 kcal/h
- Temperatura progetto ingresso aria : 25°C
- Temperatura uscita aria : 60°C
- Temperatura ingresso acqua : 80°C
- Temperatura uscita acqua : 70°C
- Ventilatori previsti : 2
- Potenza elettrica installata : 2,2 kW

p. Impianto idraulico

Comprendente, oltre alle tubazioni in acciaio zincato DN 150 di collegamento fra scambiatore di calore e dry-cooler, il gruppo di due pompe da 80 m³/h (servizio + stand-by) di circolazione necessario per assicurare il ricircolo del fluido termovettore, le valvole di intercettazione e deviatrici di flusso, la coibentazione in poliuretano espanso con fasciatura in lamierino di alluminio.

Nell'impianto saranno altresì compresi tutti i sistemi di espansione termica e sicurezza dei fluidi previsti dalle norme vigenti per questo tipo di apparecchiature (vaso di espansione da 500 litri, pressostati differenziale e di sicurezza, valvole sicurezza e di scarico termico),



nonché le apparecchiature integrative per il funzionamento automatico dell'impianto (termometri, termostati, manometri, valvole a tre vie).

q. Sistemi anti-condensa dello scambiatore primario

Sono previsti tre sistemi anti-condensa dei fumi nello scambiatore primario:

- *Dispositivo di mantenimento della temperatura minima dell'acqua dello scambiatore primario fumi – acqua al di sopra di un valore minimo di sicurezza*: si tratta di una apparecchiatura montata sullo scambiatore primario, che, grazie alla presenza di termo-resistenze elettriche corazzate e termostatate, consente, allorché necessario, il riscaldamento del fluido termo-vettore.
- *Sistema anticondensa tipo idraulico*: nella strumentazione dell'impianto idraulico è presente una valvola a tre vie che, al di sotto di una temperatura di sicurezza impostabile da PLC, ricircola il fluido termo-vettore sullo scambiatore stesso in modo da raggiungere nel più breve tempo possibile la temperatura di funzionamento di progetto. Una volta raggiunta tale temperatura, la valvola regolatrice provvederà a richiamare il fluido termo-vettore presente nell'accumulo sempre mantenendo la temperatura di progetto.
- *Sistema anticondensa by-pass fumi*: si tratta di un sistema di by-pass dei fumi provenienti dal forno crematorio sul secondo giro dello scambiatore primario; in tal modo detti fumi attraversano il primo giro dello scambiatore, cedendo calore al fluido termovettore, ma non il secondo giro, dove si raffredderebbero ulteriormente e in modo eccessivo. In corrispondenza della camera di inversione fumi, infatti, è previsto il raccordo ad una tubazione, che, grazie alla presenza di due valvole servocomandate poste su detta tubazione e all'uscita fumi dello scambiatore, preleva i fumi e li invia direttamente all'uscita dello scambiatore.

r. Sistema di abbattimento chimico – fisico degli inquinanti

I fumi provenienti dal postcombustore, adeguatamente raffreddati con le modalità sopra descritte, subiscono, prima della loro espulsione in atmosfera un trattamento di depurazione chimico – fisico atto a ridurre il contenuto di inquinanti a valori inferiori a quelli solitamente previsti dalle autorizzazioni provinciali all'emissione in atmosfera.

Essi presentano, infatti, un contenuto di particelle solide di granulometria anche estremamente fine (ad esempio attribuibili agli ossidi di metalli pesanti) in concentrazione variabile fra i 100 ed i 150 mg/Nm³ e sono caratterizzati dalla presenza in concentrazione variabile e comunque eccedente i valori limite di accettabilità, di diversi altri inquinanti, inorganici e non, soggetti a limitazione.

Nella soluzione proposta, l'impianto di depurazione fumi al quale spetta il compito di rendere possibile e di provvedere alla rimozione delle sostanze presenti nei fumi sotto forma di particolato oltre che alla neutralizzazione delle componenti acide gassose e all'abbattimento delle sostanze organiche, dei metalli potenzialmente presenti come vapori (Hg) e delle sostanze organo clorate, presenta tre stadi di abbattimento delle emissioni



inquinanti, che, associati al postcombustore termico, costituiscono nel loro complesso la “migliore tecnologia disponibile” in relazione alle prestazioni che vengono abitualmente richieste nel caso della cremazione di salme e resti mortali:

- Il primo stadio è rappresentato da un dispositivo di abbattimento ad effetto centrifugo, che svolge la duplice funzione di
 - a) proteggere il filtro da eventuali particelle incandescenti che dovessero oltrepassare lo scambiatore di calore,
 - b) separare preventivamente particelle solide di diametro significativo, onde evitare il sovraccarico delle superfici filtranti;
- Il secondo stadio consiste nell’iniezione nel flusso dei fumi di un mix di reagenti costituito da bicarbonato e carbone attivo al 10%; infatti, al fine di consentire all’impianto di fornire prestazioni in emissione in linea con le prescrizioni richieste dalla norma. A monte del sistema di filtrazione, è previsto l’inserimento di un dispositivo finalizzato al dosaggio e all’iniezione nel flusso gassoso dei reagenti necessari per l’assorbimento degli inquinanti a componente acida e/o dei metalli pesanti e delle diossine.
- A valle di tale dispositivo e a monte del filtro, è previsto l’inserimento di un reattore, che svolge la funzione di miscelare più uniformemente i reagenti nel flusso gassoso aumentandone il tempo di contatto;
- Il terzo stadio è infine rappresentato dal filtro a maniche, il quale provvede alla filtrazione dei fumi, precedentemente opportunamente raffreddati alla temperatura compatibile con il filtro stesso, trattenendo il particolato solido e i reagenti esausti.

s. Sistema di pre-abbattimento polveri ad effetto centrifugo

Questo dispositivo ha la funzione di evitare che eventuali particelle grezze, o scintille con diametro indicativamente superiore ai 10 micron, possano essere trasportate sino alla zona di filtrazione in tessuto. Trattasi sostanzialmente di un separatore a ciclone, realizzato interamente in acciaio che viene corredato di un contenitore rimovibile, fissato con sistema a scatto, per il recupero degli incombusti, in grado di consentire il facile recupero delle particelle grezze che vengono separate dal flusso gassoso dal ciclone stesso.

t. Sistema di iniezione dei reagenti

Al fine di consentire all’impianto di fornire prestazioni in emissione in linea con prescrizioni anche più restrittive di quelle imposte dagli organi di controllo, a monte del sistema di abbattimento è previsto l’inserimento di un dispositivo accessorio finalizzato al dosaggio e all’iniezione nel flusso gassoso dei reagenti (mix bicarbonato-carboni attivi al 8%) necessari per l’adsorbimento degli inquinanti a componente acida e/o dei metalli pesanti e delle diossine.

La tecnologia applicata è tanto semplice quanto efficace e consiste in un dispositivo che, oltre a stoccare in quantità ragionevole il/i reagente/i, ne esegue il dosaggio e l’iniezione nel flusso gassoso (per aspirazione ottenuta con un tubo venturi posto a monte del filtro),



rimanendo il filtro - o meglio le maniche pretrattate - il luogo deputato allo sviluppo delle reazioni di neutralizzazione e dei processi di adsorbimento.

Le prestazioni ottenibili da un sistema così concepito, con forno in fase di cremazione e/o mantenimento, utilizzando il gas metano come combustibile ausiliario, permetteranno di ottenere in emissione le seguenti concentrazioni di inquinanti:

Inquinante	Valore medio orario garantito	Unità di misura
Particolato	1	mg/Nm ³
COT	1,5	"
CO	20	"
SO ₂	10	"
NO _x	200	"
HCl	1	"
HF + HBr	0,5	"
HCN	0,2	"
Metalli pesanti totali	0,01	"
Pb	0,003	"
Cd	0,002	"
Hg	0,001	"
IPA	0,01	"
PCDD/PCDF	< 0,1	ng/Nm ³

Il dispositivo di che trattasi è costituito dai seguenti elementi:

- Tramoggia di stoccaggio del reagente in carpenteria di acciaio al carbonio verniciata, con sistema di fluidificazione, completata superiormente di struttura metallica chiusa, con portello per introduzione e griglia dentellata di rottura del sacchetto reagenti,
- Microdosatore volumetrico azionato da motovariatore da 0,25 kW;
- Rompiponte con utensile omogeneizzatore a vomeri in AISI 304 da 0,25 kW;
- Motovibratore elettrico per tramoggia reagenti da 0.1 kW;
- Tubazioni di collegamento alla sezione di iniezione (tubo Venturi);
- Dispositivi elettrici di azionamento e controllo inseriti a quadro.



Per maggior comodità dell'operatore nel gestire le operazioni di rabbocco del reagente, sia il dispositivo che il punto di iniezione sono collocati nel medesimo locale tecnico in cui sono collocati sia il forno che il filtro in prossimità dei filtri ed in posizione tale da assicurare una facile accessibilità da parte del personale per le operazioni di reintegro del reagente. Il consumo medio di reagente è stimato in circa $1 \div 2$ kg per cremazione.

u. Camera di reazione

Il reattore di miscelamento e pre-abbattimento assolve alla duplice funzione di miscelare più uniformemente i reagenti nel flusso gassoso aumentandone il tempo di contatto e, contemporaneamente, di evitare che eventuali particelle grezze, o scintille con diametro indicativamente superiore ai 10 micron, possano essere trasportate sino alla zona di filtrazione in tessuto; il reattore, cilindrico verticale ad inversione di flusso, è realizzato in acciaio inox AISI 304 con strutture portanti in acciaio al carbonio, dimensionato per assicurare ai fumi in transito il necessario tempo di contatto con il reagente iniettato; presenta un rivestimento in lana minerale rifinito esternamente con lamierino d'alluminio, spessore 6/10 di mm e una portella di accesso per l'ispezione e la pulizia.

v. Filtro a maniche

E' preceduto da una tubazione di collegamento alla camera di reazione, realizzata in acciaio inox con coibentazione esterna in lana minerale e rivestimento protettivo in lamierino di alluminio che comprende un sistema di regolazione e sicurezza a miscelazione con aria esterna per il controllo finale della temperatura, consistente in una valvola a farfalla motorizzata, montata in derivazione al condotto di adduzione al filtro e comandata da un sistema di controllo della temperatura con sonda PT.

Il sistema utilizzato consiste in un dispositivo ad elementi filtranti in feltro agugliato in Nomex teflonato, lavati in controcorrente da getti di aria compressa in base ad una sequenza determinata automaticamente in funzione della caduta di pressione differenziale misurata fra le bocche di ingresso e uscita.

Nel caso specifico, in ossequio alla regola che vuole l'efficacia di captazione inversamente proporzionale alla velocità di filtrazione, il dimensionamento del filtro è fatto per assicurare ai fumi una velocità di attraversamento del mezzo filtrante tale da garantire, a fronte di una perdita di carico relativamente modesta, una concentrazione di particolato in emissione anche decisamente più bassa dei 10 mg/m³ solitamente richiesti, con un rendimento globale di captazione pari ad almeno il 99,5%.

Il dispositivo di filtrazione di che trattasi è costituito dai seguenti elementi:

- involucro in carpenteria (acciaio verniciato) con tramogge per la raccolta delle polveri poste alla base del filtro e complete di portelli di ispezione e pulizia;
- coibentazione in lana minerale sp. 80 mm con rivestimento protettivo esterno in lamierino d'alluminio



- sistema antiumidità costituito da elementi riscaldanti “Pyrotenax” autoregolanti, per evitare condense ed umidità, nella fase di avvio dell’impianto o durante il suo normale funzionamento;
- maniche filtranti in Nomex teflonato disposte orizzontalmente su cestelli di acciaio con finitura epossidica,
- testata porta maniche completa di collari di sostegno, di collettori di diffusione dell’aria di lavaggio, ugelli di insufflaggio a venturi,
- serie di valvole pneumatiche ad alta velocità complete di elettrovalvola pilota, per effettuare la pulizia automatica degli elementi filtranti in maniera ciclica e programmata,
- quadro elettronico di comando del dispositivo di lavaggio, con possibilità di regolazione dei tempi di intervento in funzione della pressione differenziale misurata a monte e a valle del filtro stesso
- tramoggia di raccolta polveri e reagenti esausti con coclea di evacuazione e contenitore terminale di raccolta a tenuta concepito in modo da non richiedere alcuna manipolazione da parte del personale addetto. I residui, infatti, verranno raccolti negli appositi contenitori a perdere, pronti per essere conferiti e smaltiti, senza alcuna possibilità di spargimento in aria e conseguente pericolo per gli operatori.

Le principali caratteristiche del filtro sono le seguenti:

- portata nominale di progetto : 2.475 m³/h @180 °C
- superficie filtrante : 55 m²
- tipo tessuto filtrante : Nomex teflonato
- grammatura tessuto filtrante : 550 g/m²
- velocità normale di attraversamento maniche : 0,75 m/1’
- massima perdita di carico : 100 mm c.a.
- consumo aria compressa : 350 Nl/1’ a 6 bar
- rendimento di captazione : 99%

Le prestazioni ottenibili da un sistema così concepito, con forno utilizzando il gas metano come combustibile ausiliario, permetteranno di rispettare i seguenti limiti di emissione:

Inquinante	Valore medio	Unità di
Particolato	10	mg/Nm³
CO	50	“
HF	1	“
HCl	10	“
HCN	0,5	“
SO₂	50	“
NO₂	300	“
Metalli pesanti totali	0,5	“
Cd +Tl	0,05	“
Hg	0,05	“
COT	10	“



w. Tubazione di collegamento tra filtro ed aspiratore fumi

Realizzata in acciaio inox con coibentazione esterna in lana minerale e rivestimento protettivo in lamierino di alluminio.

- Diametro interno tubazione: 450 mm
- Spessore coibente: 50 mm

x. Ventilatore di estrazione finale

Collegato al filtro tramite una condotta realizzata in acciaio inox con coibentazione esterna in lana minerale e rivestimento protettivo in lamierino di alluminio, all'aspiratore posto in coda all'impianto spetta in compito di provvedere al regolare deflusso dei gas trattati, assicurando nel contempo all'intero impianto la depressione necessaria a vincere le perdite di carico complessivamente indotte dal sistema; esso è collegato al filtro tramite una tubazione realizzata in acciaio inox con coibentazione esterna in lana minerale e rivestimento protettivo in lamierino di alluminio e sarà comandato dal PLC con il controllo in retro-azione della depressione in camera di cremazione (tramite sonda apposita) in base al valore stabilito come set-point.

La modulazione della portata avviene tramite inverter che regola il numero dei giri del motore di azionamento, cosa che consente di lavorare sempre e comunque nel campo del più alto rendimento e di avere minori emissioni sonore; a tal proposito, l'aspiratore sarà comunque previsto in esecuzione silenziata, utilizzando una cella fonoassorbente costruita allo scopo.

Le caratteristiche principali del ventilatore di aspirazione sono le seguenti:

- Tipo : Centrifugo a pale rovesce
- Portata : 2.500 m³/h
- Prevalenza a 20°C : 530 mm c.a.
- Potenza mediamente assorbita : 7kW
- Potenza installata : 11 kW

y. Camino di evacuazione fumi

Il camino di processo, realizzato in acciaio austenitico inox AISI 304, è raccordato al ventilatore di aspiratore sopra descritto ed è provvisto di rivestimento in materassino di lana minerale protetto esternamente da lamierino in alluminio. In posizione idonea rispetto al punto di raccordo all'aspiratore fumi è prevista la postazione di prelievo dei campioni dei fumi. La postazione prevede il manicotto normalizzato per i campionamenti periodici.

z. Dispositivo di accumulo energia termica

Si tratta di un accumulatore zincato della capacità di 750 litri, concepito per l'accumulo di acqua calda sanitaria. È coibentato con poliuretano flessibile per uno spessore di 100 mm (densità 18 kg/mc; coefficiente di conducibilità termica=0.045 W/mK) e dotato di tutti gli attacchi per i collegamenti con scambiatore primario, dry-cooler, scambiatore a piastre, delle



sonde di temperatura per l'attivazione del dry-cooler e per l'inibizione al funzionamento dello scambiatore a piastre.

aa. Polverizzatore delle ceneri

Ha la funzione di polverizzare le ceneri che, all'uscita dal crematorio, possono presentare dimensioni e/o aggregati disomogenei incompatibili con quelle del contenitore finale, rendendone possibile il trasferimento finale nell'urna cineraria.

Il sistema è costituito da un macinatore a sfere d'acciaio disposte dentro un cestello rotante con fori laterali per la fuoriuscita del prodotto che viene raccolto, tramite una tramoggia, in un apposito contenitore.

Il tutto è contenuto in un armadio ermetico realizzato in acciaio inossidabile di aspetto essenziale ma gradevole.

Il funzionamento dell'apparecchio si basa sul principio del mulino a sfere, il cui cilindro rotante è costituito in parte dallo stesso cassetto che ospita le ceneri, ed in parte da un settore solidale all'asse di rotazione, che essendo forato funge da crivello. Il motoriduttore di azionamento è del tipo a vite senza fine, con albero cavo e braccio di reazione, rapporto di riduzione 1:28, accoppiato a motore elettrico trifase da 0,25 kW di potenza installata (0,2 kW mediamente assorbiti), autofrenante, protezione IP 55, isolato in classe F.

Le ceneri vengono sottoposte all'azione di frantumazione delle sfere che vengono poste entro il cilindro, e ruotano con esso. Ad ogni giro del cilindro, la porzione di ceneri che ha raggiunto la finezza adeguata, passa attraverso il settore di setacciamento e viene trasferita direttamente all'urna attraverso la tramoggia sottostante il cilindro, mentre le viti e le altre parti metalliche incluse nelle ceneri vengono trattenute dal setaccio ed eliminate a fine ciclo.

L'urna cineraria viene alloggiata in apposita sede predisposta all'interno dell'armadio e trattenuta con un sistema a molla che consente l'impiego di urne con differenti geometrie.

Poiché il trasferimento delle ceneri polverizzate si realizza automaticamente per effetto della loro frantumazione e del loro passaggio attraverso il crivello di setacciamento, il dispositivo in esame rende del tutto superflua qualunque dispositivo accessorio destinato al travaso nell'urna delle ceneri.

Un armadio insonorizzato contiene ed isola il mulino interno, sospeso elasticamente alla struttura portante; le pareti ed il portello dell'armadio di contenimento sono isolati da vibrazioni e rumore, così da contenerne il livello di rumorosità ben al di sotto dei limiti prescritti dalla normativa vigente in materia. Il rumore emesso dall'apparecchio non supera infatti i 70 ± 2 dB(A) misurati a 1,5 m di distanza dal dispositivo, che non richiedono l'uso da parte del personale addetto di dispositivi di protezione individuale dell'udito.

Un dispositivo di sicurezza arresta il mulino, in caso di intempestiva apertura dello sportello dell'armadio di contenimento. L'armadio è realizzato in lamiera di acciaio sciolata e di adeguato spessore, il mulino e la tramoggia sono in acciaio inossidabile. Sul fianco dell'armadio è posta una presa da connettere ad un aspiratore, per captare ed abbattere la



porzione di polveri che, liberandosi durante la frantumazione, dovessero superare le guarnizioni di tenuta del mulino. Tale aspiratore, che monta motore elettrico da 0,1 kW, provvede a mantenere in depressione l'armadio del macinatore per evitare fuoriuscite di polvere inviando le polveri più volatili ad una manica filtrante e al relativo sacchetto di raccolta. L'aria circolante sarà convogliata e portata all'esterno da apposita condotta, mentre le polveri arrestate potranno essere periodicamente evacuate e versate nel cinerario comune.

Al fine di adeguarsi ad ogni possibile esigenza, il ciclo di macinazione – che comunque può essere normalmente completato nel giro di 5 ÷ 15 minuti al massimo – ha comunque durata regolabile ed impostabile mediante temporizzatore, ospitato nel quadro elettrico di alimentazione e governo fornito a corredo.

Tenuto conto che, per comodità dell'operatore, l'apparecchio deve essere installato il più possibile vicino al punto di raccolta delle ceneri, si ritiene che esso sarà collocato all'interno dello stesso locale tecnico all'interno del quale è alloggiato il forno crematorio, non comportando alcun problema quanto a distribuzione del carico (il peso dell'apparecchio è peraltro modesto) e a trasmissione di vibrazioni.

bb. Sistema supervisione e controllo parte tecnologica

Il sistema di supervisione e controllo dell'intero impianto è costituito dal quadro di comando e controllo. Racchiuso in armadio metallico a tenuta con grado di protezione IP55, il quadro comandi comprende:

- interruttore generale sezionatore di linea con blocco porta, contattori, fusibili, relais e relativi cablaggi a norme CEI,
- spie di funzionamento per i diversi utilizzi,
- regolatore a microprocessore (PLC) "touch screen" concepito per il totale controllo del processo,
- pannello interfaccia operatore sul PLC, attraverso il quale visualizzare tutte le variabili di processo e impostare i diversi parametri operativi controllati dallo strumento,
- registratore a traccia continua a tre canali per la registrazione su carta a velocità di avanzamento impostabile dei valori di temperatura e di ossigeno libero rilevati all'uscita della camera di postcombustione.
- sistema di controllo e regolazione della depressione in camera di cremazione, costituito da rilevatore-trasduttore della pressione (in campo) collegato al PLC sopra descritto.
- Regolatore inverter per il ventilatore di aspirazione

La logica di funzionamento del quadro comandi è concepita per evitare possibili errori di conduzione che si tradurrebbero inevitabilmente in un cattivo funzionamento dell'impianto; in particolare:

- l'interdipendenza realizzata fra funzionamento dei bruciatori e l'attivazione del sistema di abbattimento, ne impedisce l'accensione se quest'ultimo non dovesse risultare correttamente funzionante;



- l'interdipendenza fra temperatura di postcombustione e l'apertura della porta di carico impedisce di dar luogo a un processo di cremazione prima che la camera secondaria abbia raggiunto la temperatura minima di sicurezza alla quale è assicurata la buona ossidazione dei gas;
- l'interdipendenza fra temperatura di camera di cremazione e l'apertura della porta di carico impedisce di aprire la porta di carico con temperature in camera di cremazione al di sopra di valori di sicurezza;
- l'interdipendenza fra l'apertura della porta di carico e il funzionamento delle valvole dell'aria primaria e del bruciatore primario impedisce che possa essere aperta la porta di carico con bruciatore di cremazione funzionante o con immissione di aria di combustione;
- l'interdipendenza fra l'apertura della porta per il prelievo delle ceneri e il funzionamento delle valvole dell'aria primaria e del bruciatore primario impedisce che possa essere aperta la porta di carico con bruciatore di cremazione funzionante o con immissione di aria di combustione;
- al termine della fase attiva di cremazione, il passaggio da regime di fiamma termoregolata a quello di sola ventilazione del bruciatore secondario è ritardato in modo da permettere, all'inizio della fase finale di raffreddamento, l'idoneo trattamento termico anche agli effluenti prodotti dalla combustione degli ultimi residui presenti in camera primaria.

L'eventuale anomalia di uno dei valori operativi di riferimento determina l'innescò automatico di una segnalazione di allarme, luminosa e sonora, al fine di richiamare l'attenzione dell'operatore e dargli modo di intervenire con le azioni necessarie a ristabilire la regolarità di funzionamento.

A corredo del quadro comandi, in campo, è posta una serie di termocoppie e di sonde che consentono di tenere costantemente sotto controllo i seguenti parametri operativi:

- Temperature in camera di cremazione e di postcombustione (tramite 4 termocoppie, con visualizzazione presente sul sinottico);
- Temperatura fumi in ingresso allo scambiatore di calore primario (solo soluzione A);
- Temperatura fumi in ingresso al filtro;
- Temperatura acqua in uscita dallo scambiatore di calore primario (solo soluzione B);
- Temperatura acqua in uscita dal dry-cooler (solo soluzione B);
- Percentuale di ossigeno libero all'uscita del postcombustore;
- Depressione in camera di combustione.

cc. Sistema di produzione e di distribuzione dell'aria compressa

E' costituito da un compressore a vite ad alta efficienza e per servizi industriali, completo del relativo essiccatore a doppio circuito frigorifero e del serbatoio di stoccaggio da 200 litri. L'aria viene messa a disposizione dell'impianto già essiccata, filtrata e lubrificata ad opera dei dispositivi previsti allo scopo immediatamente a monte e a valle del serbatoio di stoccaggio. L'impiantistica di collegamento fra compressore e serbatoio e fra quest'ultimo e le diverse utenze (polmoni di lavaggio degli scambiatori e dei filtri a maniche e valvola di



emergenza) è realizzata con tubazioni di acciaio zincato e/o rame ricotto con corredo di raccorderia, valvole e strumentazione di misura. Il gruppo di cui sopra sarà opportunamente fono-isolato così da poterne contenere la rumorosità a soli 62 dB(A).

- potenza installata : 4 kW
- capacità di erogazione a 10 bar : 320 Nlt/1'

dd. Dotazione e qualità delle varie attrezzature

- **Requisiti acustici.**

L'obiettivo della silenziosità di funzionamento durante tutto il processo di cremazione è stato perseguito a tutti i livelli, tramite:

- adozione di soluzioni mirate a conseguire, non solo il comfort del pubblico eventualmente presente nei locali circostanti la sala di cremazione ma anche la maggiore silenziosità nel locale tecnologico;
- adozione di apparecchiature con emissioni sonore il più possibile contenute;
- utilizzo di inverter su ventilatore di aspirazione e sui ventilatori del dry-cooler, in grado di conseguire, oltre a un ridotto consumo di energia elettrica, anche il regime di rotazione minimo indispensabile sulla base della richiesta del processo;
- particolare lay-out impiantistico: ove possibile, le apparecchiature (ventilatore di aspirazione e compressore) saranno poste al piano soprastante quello nel quale è alloggiato il forno.

- **Requisiti dimensionali e di stabilità**

- Dimensioni di ingombro contenute delle macchine grazie alla razionalizzazione dei volumi: esempio il forno crematorio, che a dispetto delle dimensioni dei locali messi a disposizione consta di:
 - o camera di cremazione in grado di accogliere feretri di grosse dimensioni;
 - o postcombustore termico con volume totale di 3.3 m³;
- La scelta impiantistica di collocare tutte le macchine non strettamente soggette ad essere frequentemente controllate al piano superiore, migliorando sensibilmente la "vivibilità" del locale forno e minimizzando gli spostamenti richiesti al personale per l'esecuzione delle operazioni ed i controlli più frequenti.
- Alla stessa logica di semplificazione risponde la scelta di collocare il forno crematorio su di una struttura di sostegno appositamente creata, idonea a svincolare la struttura edilizia da pesi elevati, minimizzando gli interventi di rinforzo sulla stessa;

- **Requisiti di igiene, gestione e conduzione**

- Soluzioni progettuali che evitano il contatto dell'operatore con polveri, fumi e gas:
 - o dispositivo di stoccaggio e iniezione reagenti: la sua particolare concezione consente l'apertura e lo svuotamento del sacchetto dei reagenti in completa sicurezza per l'operatore e senza alcuna manipolazione diretta;
 - o la presenza della coclea installata alla base della tramoggia del filtro fa sì che i residui della filtrazione (ceneri e reagenti esausti) siano direttamente trasferiti



e stoccati nei relativi recipienti senza il pericolo di spargimenti nell'ambiente di lavoro; l'adozione, poi, di recipienti a perdere, consente di conferire direttamente il prodotto senza alcuna ulteriore manipolazione da parte del personale;

- o analogamente il ciclone presenta un contenitore rimovibile, fissato con sistema a scatto, per il recupero degli incombusti, in grado di consentire il facile recupero delle particelle grezze che vengono separate dal flusso gassoso dal ciclone stesso.
- Accorgimenti per la gestione automatica del processo:
 - o utilizzo di apparecchiature di controllo e gestione e di software di primissima qualità e affidabilità;
 - o adozione di una filosofia di gestione con ridondanza delle sicurezze: doppia termocoppia in ciascuna sezione di controllo del processo, set-points ulteriori di intervento delle apparecchiature in campo;
- Predisposizioni per ovviare a un eventuale errore dell'operatore:
 - o Grazie all'implementazione di un'interfaccia uomo-macchina interattiva, sia con il PLC touch-screen sul quadro elettrico, sia con il PC dedicato alla duplicazione del sistema di comando e controllo, all'operatore viene sempre indicata l'operazione da effettuare e il momento in cui effettuarla;
 - o Verifica da parte del software di gestione e controllo del processo delle condizioni di sicurezza per l'operatore e eventuale inibizione dei comandi errati.

ee. Dati tecnici principali del forno crematorio

INGOMBRI FUORI TUTTO del FORNO (Abbattimento escluso)

lunghezza	mm	4.850
Larghezza	mm	1.760
altezza	mm	2230 -
Massa	kg	ca. 16000

DIMENSIONI CAMERA CREMAZIONE (interne)

lunghezza	mm	2.700
larghezza	mm	990
altezza (max.)	mm	920
volume	m ³	2,4 circa

MASSIME DIMENSIONI AMMISSIBILI DEI FERETRI

lunghezza	mm	2.400
larghezza	mm	950
altezza (max.)	mm	830

DIMENSIONI APERTURA CARICO

larghezza	mm	990
altezza	mm	800



TEMPERATURA ESERCIZIO CAMERA CREMAZIONE

normale	°C	900
massima	°C	1.100

CAMERA SECONDARIA

Volume utile	m ³	2,8
Tempo permanenza	s	> 2
Volume fumi di progetto	Nm	1100
Temp. normale esercizio	°C	850 +5%
Temp. massima esercizio	°C	1.200

BRUCIATORI

	tipo	potenza
Bruciatore primario	mo	400
Bruciatore camera di postcombustione	mo dulante	650

IMPIANTO ARIA COMBURENTE

portata max. nominale aria a	Nm	1930
prevalenza max. ventilatore	mm	550
potenza elettrica installata.	kW	7,5
valvole regolazione	n°	5

ff. Sistema di raffreddamento e recupero energetico

SCAMBIATORE DI CALORE FUMI - ACQUA

Tipo	-	A tubi di
Max portata in ingresso a	N	1500
Potenzialità massima	Kc	380.000
Temperatura ingresso fumi	°C	950
Temperatura fumi all'uscita	°C	180
Temperatura ingresso acqua	°C	70
Temperatura uscita acqua	°C	80
Sistema di pulizia	-	Aria
Pressione aria	ba	6
N. elettrovalvole sistema pulizia	n°	8

gg. Scambiatore a piastre

DISSIPATORE FUMI - ARIA (DRY COOLER)

Tipo	A convezione su batteria tubo alettato	
Potenzialità max.	Kc	380.000
Temperatura progetto ingresso	°C	25
Temperatura uscita aria	°C	60
Temperatura ingresso acqua	°C	80
Temperatura uscita acqua	°C	70
Ventilatori previsti	n.	2
Potenza elettrica ventilatori	kW	2,2 (x 2)
Pompe di circolazione impianto	n.	1+1
Potenza elettrica pompa	kW	2 (x 2)



hh. Sistema di trattamento dei fumi

DISPOSITIVO DI FILTRAZIONE

Tipo	-	A
Mezzo filtrante	-	Nomex
Superficie filtrante	m ²	55
Max portata in ingresso	Em	2475 @
Velocità filtrazione @ 180°C	m/	0,75
Temperatura di esercizio	°C	180
Efficienza di captazione	%	99,9
Sistema di pulizia	-	Aria
Pressione aria	bar	6
N. elettrovalvole sistema pulizia	n°	8

VENTILAZIONE ASPIRAZIONE FUMI

Tipo	-	Centrifugo a pale
Portata	m	2500
Prevalenza a 20°C	M	530
Potenza mediamente	k	7
Potenza installata	k	11

06. DESCRIZIONE DELLE OPERE EDILI

CARATTERISTICHE STRUTTURALI

Il corpo di fabbrica sarà realizzato con struttura portante intelaiata in conglomerato cementizio armato e solai latero-cementizi gettati in opera (prefabbricate nel caso dell'ambiente destinato al forno crematorio dalle ampie luci), nel rispetto di quanto previsto dal Decreto Ministeriale 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e dalla Circolare Esplicativa del 02/02/2009 n.617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

Il fabbricato è stato progettato in modo da avere una regolarità strutturale tale da conferire un buon comportamento in presenza di un evento sismico.

FONDAZIONI

Dall'esame delle caratteristiche geotecniche del suolo e per la particolarità delle sovrastrutture si sono previste fondazioni in c.a. in opera del tipo diretto, nella fattispecie travi rovesce continue e platee di fondazione a seconda delle tipologie edilizie da eseguire.

Il conglomerato cementizio gettato in opera sarà in Classe di Resistenza C25/30 (Rck300), dosato con almeno 350 kg/m³ di cemento tipo 325, inerte max Ø 25, slump S3, Classe di Esposizione XC2 secondo (UNI EN 206-1); l'acciaio per c.a. sarà del tipo B 450 C controllato in stabilimento.



Per la realizzazione delle parti interrato si realizzeranno opportune opere di contenimento dei terreni ed ove necessario, paratie di pali affiancati, collegati alla testa da un cordolo.

STRUTTURE IN ELEVAZIONE

Le strutture portanti in elevazione sono previste del tipo in cemento armato gettato in opera. Esse saranno costituite da elementi verticali, pilastri e/o setti, aventi sezioni rettangolari dalle dimensioni variabili a seconda delle esigenze di ordine statico, disposti secondo un reticolo quanto più regolare possibile.

Le travi saranno per lo più emergenti in modo da avere, sotto l'azione sismica, una struttura a bassa capacità deformativa e quindi con ridotti drift di piano.

Le membrature verticali saranno collegate con le membrature orizzontali, su cui si alloggeranno i solai, il tutto realizzato in modo da creare una struttura intelaiata.

Il conglomerato cementizio gettato in opera sarà in Classe di Resistenza C25/30 (Rck300), dosato con almeno 350 kg/m³ di cemento tipo 325, inerte max Ø 25, slump S3, Classe di Esposizione XC2 secondo (UNI EN 206-1); l'acciaio per c.a. sarà del tipo B 450 C controllato in stabilimento.

COPERTURE

Le coperture saranno realizzate in elementi prefabbricati nel caso dell'ambiente del forno crematorio, del tipo a tegoli a doppio T, e con solai gettati in opera per tutti gli altri ambienti, del tipo latero-cementizio con laterizi di altezza adeguata e soletta superiore di cm.5.

La copertura delle urne cinerarie sarà realizzata con soletta in c.a. dello spessore di circa 25 cm.

Tutte le coperture saranno adeguatamente coibentate ed impermeabilizzate con materiali idonei, limitando lo scambio igrometrico tra ambienti. A tal fine sul solaio di copertura dovranno porsi in opera idonei strati di materiale atti a garantire l'impermeabilizzazione e l'isolamento termico.

I muri di margine a tutte le superfici piane impermeabilizzate, saranno realizzati lasciando al piede incassature alte 20-25 cm sul piano di posa del manto. Il fondo di dette incassature verrà intonacato con malta cementizia e raccordato con ampie fasce al piano di posa stesso. Un idoneo solino, formato con lo stesso materiale impiegato per le impermeabilizzazioni, raccorderà le superfici orizzontali con quelle verticali.

TAMPONATURE E PARTIZIONI



Le tamponature delle urne cinerarie sono state previste in paretine in c.a. dello spessore di circa 25 cm, con finitura del lato esterno con intonaco tradizionale e successiva tinteggiatura.

Le tamponature del tempio di cremazione sono state previste in blocchi di laterizio intonacati e successivamente tinteggiati. Verranno utilizzati anche idonei interventi per garantire un isolamento termico e ove necessario, acustico.

Le pareti esterne o le partizioni interne, costituite a base di elementi di laterizio, saranno realizzate in relazione alle funzioni attribuite alle pareti ed al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione si cureranno con attenzione le interferenze con altri elementi (impianti), l'esecuzione dei vani di porte e finestre, la realizzazione delle camere d'aria o di strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati ed installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche. Il posizionamento degli elementi di completamento sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc. che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti e sarà completato con sigillature, ecc. Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi previsti; analogamente verranno eseguite, secondo gli schemi previsti e con accuratezza, le connessioni con le strutture portanti, con i soffitti, ecc.

I singoli elementi della muratura dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempi tutte le connessioni. La larghezza dei giunti non sarà maggiore di 8 mm né minore di 5 mm. I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura. Le malte da impiegarsi per la esecuzione delle pareti esterne dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i forati di laterizio riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Nella costruzione delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi, e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori.

INTONACO E TINTEGGIATURA

L'esecuzione dell'intonaco interno ed esterno verrà effettuata dopo che le malte di allestimento abbiano fatto conveniente presa. L'esecuzione sarà sempre preceduta da un'accurata preparazione di pulitura, rabboccatura e bagnatura delle superfici.



Le operazioni di pitturazione saranno le seguenti:

a) su intonaci esterni:

- tinteggiatura della superficie con tinte ai silicati inorganici;

b) su intonaci interni:

- tinteggiatura della superficie con pitture organiche a tempera;

Ogni operazione di pitturazione dovrà essere preceduta da una conveniente ed accurata preparazione delle superfici e, precisamente, da raschiature, scrostature, stuccature, levigature e lisciate con le modalità, ed i sistemi più atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

Le superfici delle murature da tinteggiare dovranno essere state portate a perfetto grado di uniformità. Le superfici interne saranno preparate con rasatura e stucco a colla.

Si utilizzeranno, in generale, prodotti in una permeabilità al vapore tale da permettere la traspirabilità delle murature ed evitare quindi la formazione di muffe.

La scelta dei colori è demandata alla Committenza, e potrà essere di qualsiasi tinta e tono e tinte e toni differenti per singoli tratti, sia di facciata, che interni.

In dettaglio sono previste le seguenti opere di tinteggiatura e verniciatura:

- le pareti ed i soffitti saranno tinteggiati con idropittura lavabile con tre passate ed alla prova di lavabilità essa non dovrà presentare distacchi o rammollimenti;
- tutte le superfici esterne degli edifici saranno tinteggiate con materiali naturali non sintetici o plastici. Tale pitturazione, sulla base di idonea documentazione, dovrà dimostrare la traspirabilità delle murature onde evitare la formazione di muffe;
- tutte le opere in ferro saranno pitturate con smalto sintetico, a due passate, previo spazzolatura e doppia mano di antiruggine al cromato di zinco.

SERRAMENTI

I serramenti saranno di tipologia diversa a seconda dei diversi ambienti dell'impianto di cremazione ed in base alle differenti e specifiche funzioni svolte in essi.

La posa dei serramenti deve essere effettuata secondo le prescrizioni classiche, in particolare le finestre devono essere collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti, in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Tutti i serramenti esterni dovranno assicurare una buona tenuta all'aria e all'acqua ed l'isolamento acustico e termico. Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, viene eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo; se ciò non fosse sufficiente si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;



- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o di carichi dovuti all'utenza.

La eventuale posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate dal contatto con la malta.

Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si devono curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Gli infissi esterni saranno muniti di vetri termoisolanti. La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal capitolato ma dovranno assicurare almeno le prescrizioni seguenti:

Le lastre di vetro, in relazione al loro comportamento meccanico, devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, alle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti ed alle deformazioni prevedibili del serramento. Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.). I materiali di tenuta, devono essere definiti in relazione alla conformazione e dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e dimensioni in genere, capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili, resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori. Per le lastre posate senza serramento, gli elementi di fissaggio devono avere adeguata resistenza meccanica, essere di metallo non ferroso o comunque, protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche. La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata. La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi, si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione e le condizioni ambientali di posa e di manutenzione.

Nel montaggio bisognerà tenere in opportuno conto la forza di apertura e chiusura dei serramenti, l'assenza di punti di attrito non previsti, e la tenuta all'acqua.

PAVIMENTAZIONI



Saranno previste di tipo diversificato a seconda delle specifiche attività che si svolgeranno nelle singole unità in progetto. Per la parte adibita agli uffici ed ai servizi per il pubblico si utilizzeranno pavimentazioni in materiali più specifici per ambienti destinati a tali attività, come il gres porcellanato e la ceramica smaltata, mentre per il locale forno sarà preferibile una pavimentazione dalla maggiore resistenza meccanica, come il pavimento industriale.

La pavimentazione avrà quali elementi o strati fondamentali:

- 1) lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- 2) lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- 3) lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- 4) lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore;
- 5) lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.
- 6) strato impermeabilizzante, con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;
- 7) strato di isolamento termico, con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- 8) strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- 9) strato di compensazione, con funzione di compensare quote, pendenze, errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti.

La posa in opera di pavimenti di qualsiasi tipo e genere dovrà essere eseguita in modo che le superfici risultino perfettamente piane. In particolare, ai fini della sicurezza degli utenti, i singoli elementi dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato, senza il minimo salto od ineguaglianza, le connessioni pressoché invisibili ed a fughe delineate, la loro linea dritta ed "infilata", anche nel passaggio tra due ambienti il pavimento deve risultare continuo e senza elementi spezzati. L'orizzontalità dei pavimenti sarà controllata opportunamente durante la posa.

Le pavimentazioni esterne, per i viali interni dell'impianto di cremazione, saranno previste in betonelle in c.a.v., mentre per l'area a parcheggio si utilizzerà una pavimentazione in grigliato erboso in c.a.v.

Le pavimentazioni esterne saranno realizzate secondo una metodologica tale da garantire il massimo della permeabilità riducendo al minimo indispensabile le parti cementificate.

L'adozione di autobloccanti, con una superficie drenante fino al 50%, consente, oltre al calpestio e al transito di automezzi, un buon drenaggio delle acque meteoriche e, nel caso delle aree adibite a parcheggio, la semina di un manto erboso tale da far risultare, con le



aiuole e il verde d'alto fusto, l'intero complesso circondato e immerso nel verde.

RIVESTIMENTI

La posa in opera dei rivestimenti interni e dei battiscopa dovrà essere eseguita in modo che le superfici finite risultino perfettamente piane, rispondenti con gli elementi assolutamente aderenti alle murature.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare tra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco, dovranno risultare allineate e debitamente "infilate" nelle due direzioni.

I contorni degli apparecchi sanitari, sporgenze, incavi, ecc. dovranno essere disposti con elementi appositamente tagliati e predisposti a regola d'arte, senza incrinature e stuccature.

SISTEMAZIONI ESTERNE

Tutta l'area è stata articolata in modo da consentire agevolmente il flusso pedonale, privilegiando, in particolar modo, l'aspetto della funzionalità e favorendo l'amalgama tra le diverse attività e servizi svolti nell'area d'intervento.

I salti di quota dei percorsi pedonali potranno essere superati grazie alla realizzazione di rampe con pendenze fino all'8% e le rampe saranno pavimentate con masselli autobloccanti in cls antiscivolo.

Tutti i tipi di percorsi pedonali saranno, in misura proporzionale agli usi pianificati, dotati di spazi di sosta formali (con panchine, sedili, schienali di appoggio, eccetera) o informali (con muretti, massi-sedile, ecc.). Ad essi sarà affiancato in ogni caso un punto di raccolta immondizia da tenere sempre sotto controllo.

I parcheggi per gli addetti ed i parenti garantiranno almeno uno stallo per persone diversamente abili. Gli stalli saranno ben delimitati e separati dal resto della sistemazione per evitare la possibilità di facili sconfinamenti dei veicoli sulle aree verdi. Lo stazionamento degli autoveicoli potrà avvenire di fianco alle vie di comunicazione o in spazi autonomi e comunque con schemi di posizionamento e dimensionamento nel rispetto della normativa vigente

Si è inoltre dotata l'area di un adeguato sistema di pubblica illuminazione posto lungo l'area esterna, caratterizzato da pali con sovrastante armatura di illuminazione di tipo stradale. Il sistema di illuminazione sarà proporzionato in modo da garantire un idoneo grado di luminosità nelle ore serali.

Tutti gli impianti saranno fatti eseguire da imprese aventi requisiti tecnico - professionali specifici in materia relativa ai singoli impianti eseguiti a " Perfetta regola d'arte" utilizzando allo scopo materiale e componenti realizzati secondo le norme



tecniche di sicurezza dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI) e dei Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

OPERE DI SISTEMAZIONE A VERDE

La sistemazione a verde sarà ricavata in appositi spazi disposti tra le aree di pertinenza della struttura. Inoltre sarà realizzato il “giardino del silenzio”, pensato come un recinto sacro esterno dove viene individuata un’area per la dispersione delle ceneri (vasca sacra). Le aree a verde saranno realizzate con terreno di riporto vegetale delimitate in ogni caso da cordonature in cemento prefabbricato. Lo strato di terreno verrà poi seminato con miscuglio di erbe atte a resistere alle condizioni climatiche locali.

Tutte le essenze arboree da mettere a dimora saranno esclusivamente del tipo autoctono, o comunque legate alla tradizione paesaggistica campana. Saranno posizionati arbusti sempreverdi con funzione intimizzante e antirumore.

IMPIANTO ELETTRICO INTERNO

Per ciascuna unità funzionale l'impianto elettrico sarà realizzato in conformità alla DM 37/08 ed ai regolamenti CEI vigenti. Si è previsto un circuito principale che arriva alla quadristica generale, dalla quale poi si diramano diversi circuiti di zona; tutte le linee saranno protette sia a monte che a valle di ogni circuito con adeguati dispositivi contro le sovracorrenti e i corti circuiti, mediante interruttori magnetotermici e differenziali conformi alla normativa DM 37/08. L'intero impianto sarà sezionato in modo da garantire una flessibilità nell'uso dello stesso. Esso sarà successivamente collegato ad un collettore di terra realizzato con corda di rame nuda di 50 mmq, munita di un numero idoneo di dispersori di terra posti in pozzetti ispezionabili, di protezione dei contatti indiretti.

IMPIANTO IDRICO

L'impianto idrico sarà realizzato in tubazione di idoneo materiale, con rete di distribuzione d’acqua calda e fredda nelle aree adibite ai servizi. L'approvvigionamento idrico, avverrà dalla rete idrica comunale.

- a) Gli accumuli devono possedere le seguenti caratteristiche:
- essere a tenuta in modo da impedire inquinamenti dall'esterno;
 - essere costituiti con materiali non tossici e che mantengano le loro caratteristiche nel tempo;
 - avere le prese d'aria ed il troppopieno protetti con dispositivi filtranti;



- essere dotati di dispositivo che assicuri il ricambio totale dell'acqua contenuta ogni due giorni per serbatoio con capacità fino a 30 m³ ed un ricambio di non meno di 15 m³ giornalieri per serbatoi con capacità maggiore;
 - essere sottoposti a disinfezione prima della messa in esercizio.
- b) le reti di distribuzione dell'acqua devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
- le colonne montanti devono possedere alla base un organo di intercettazione (valvola, ecc.), con organo di taratura della pressione, e di rubinetto di scarico (con diametro minimo 1/2 pollice), le stesse colonne alla sommità devono possedere un ammortizzatore di colpo d'ariete. Nelle reti di piccola estensione le prescrizioni predette si applicano con gli opportuni adattamenti;
 - le tubazioni devono essere posate a distanza dalle pareti sufficiente a permettere lo smontaggio e la corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi e/o isolanti. La conformazione deve permettere il completo svuotamento e l'eliminazione dell'aria. Quando sono incluse reti di circolazione dell'acqua calda per uso sanitario, queste devono essere dotate di compensatori di dilatazione e di punti di fissaggio in modo tale da far mantenere la conformazione voluta;
 - la collocazione dei tubi dell'acqua non deve avvenire al di sopra di quadri apparecchiature elettriche, od in genere di materiali che possono divenire pericolosi se bagnati dall'acqua. Inoltre i tubi dell'acqua fredda devono correre in posizione sottostante i tubi dell'acqua calda. La posa entro parti murarie è da evitare. Quando ciò non è possibile, i tubi devono essere rivestiti con materiale isolante e comprimibile, dello spessore minimo di 1 cm;
 - la posa interrata dei tubi deve essere effettuata a distanza di almeno un metro (misurato tra le superfici esterne) dalle tubazioni di scarico. La generatrice inferiore deve essere sempre al disopra del punto più alto dei tubi di scarico. I tubi metallici devono essere protetti dall'azione corrosiva del terreno con adeguati rivestimenti (o guaine) e contro il pericolo di venire percorsi da correnti vaganti;
 - nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali i tubi devono scorrere all'interno di controtubi di acciaio, plastica, ecc. preventivamente installati, aventi diametro capace di contenere anche l'eventuale rivestimento isolante. Il controtubo deve resistere ad eventuali azioni aggressive; l'interspazio restante tra tubo e controtubo deve essere riempito con materiale incombustibile per tutta la lunghezza. In generale si devono prevedere adeguati supporti sia per le tubazioni sia per gli apparecchi quali valvole, ecc., ed inoltre, in funzione dell'estensione ed andamento delle tubazioni, compensatori di dilatazione termica;
 - le coibentazioni devono essere previste sia per i fenomeni di condensa delle parti non in vista dei tubi di acqua fredda, sia per i tubi dell'acqua calda per uso sanitario. Quando necessario, deve essere considerata la protezione dai fenomeni di gelo.

L'impianto di adduzione dell'acqua al fabbricato sarà realizzato mediante un collettore principale, in ferro zincato trafilato tipo Mannesmann, dal quale si dirameranno le colonne montanti in ferro zincato trafilato tipo Mannesmann.



All'inizio di ogni colonna montante ci sarà una saracinesca di arresto posta all'interno di apposito pozzetto con relativo chiusino in ghisa.

Dalla colonna montante partirà un tubo di raccordo, munito di limitatore di pressione del diametro di 1/2", che va nel contatore (quest'ultimo escluso dal forfait) allocato nell'apposito vano.

All'uscita del contatore ci sarà una saracinesca di 1/2" da cui partirà sotto traccia un tubo di rame tipo "sanco" omologato alimentare, rivestito in polipropilene da 1/2" che terminerà nel collettore di un modulo complanare in tubo di ottone tipo MODUL o similare con intercettazione, mediante niples, per ogni singola derivazione (distribuzione in parallelo).

Il modulo a sistema complanare sarà contenuto in una cassetta incassata a muro con sportello ispezionabile in PVC, o lamiera zincata.

Da detta cassetta partiranno, sotto traccia e senza soluzione di continuità per ogni rubinetto erogatore d'acqua calda o fredda, i tubi di rame rivestiti in polipropilene fino al raccordo per l'attacco del rubinetto che sarà in acciaio e saldato al tubo di rame mediante saldatura in Argenti.

Le tubazioni di scarico all'interno degli alloggi saranno realizzate in PVC serie pesante, tipo UNI 7443/75, complete di cassette sifoniche e pezzi speciali.

Ai fini della limitazione della trasmissione del rumore e delle vibrazioni, oltre a scegliere componenti con bassi livelli di rumorosità, in fase di esecuzione si curerà di adottare corrette sezioni interne delle tubazioni in modo da non superare le velocità di scorrimento dell'acqua previste, limitare le pressioni dei fluidi soprattutto per quanto riguarda gli organi di intercettazione e controllo, ridurre la velocità di rotazione dei motori di pompe.

In fase di posa si curerà l'esecuzione dei dispositivi di dilatazione, si inseriranno supporti antivibranti ed ammortizzatori per evitare la propagazione di vibrazioni, si useranno isolanti acustici in corrispondenza delle parti da murare.

IMPIANTO SMALTIMENTO ACQUE

Lo smaltimento dei reflui biologici provenienti dagli scarichi dei servizi igienici, avviene mediante una serie di canalizzazioni interrato che confluiscono in un impianto di fitodepurazione. Lo scarico delle acque bianche (acque meteoriche) avviene attraverso due linee differenziate, che raccolgono, separatamente, l'una, le acque dei piazzali mediante chiusini e griglie e l'altra, quelle provenienti dalle coperture, per poi convogliarle verso il recapito finale.

I materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- a) minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;



- b) impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori;
- c) resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
- d) resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa;
- e) opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
- f) resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
- g) resistenza agli urti accidentali;
- h) conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
- i) stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
- j) sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
- k) minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
- l) durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.
- m) gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo.

Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza stabilita. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o similari o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile, devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta.

I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc.

Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T.

I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.



I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento.

Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma UNI 9183 e suo FA 1-93.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

Punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi.

La loro posizione deve essere:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere accessibili ed avere spazi sufficienti per operare con gli utensili di pulizia. apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni.

Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40 ÷ 50 m.

I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione; ed inoltre quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale, costituente il tubo.

Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente.

Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione, possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.



Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

Si intende per impianto di scarico acque meteoriche, l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento a collettori fognari.

Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto attiene la possibilità di inquinamento.

Gli impianti si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

- converse di convogliamento e canali di gronda;
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature).

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti che rispettano le prescrizioni seguenti:

- i materiali ed i componenti, resistono all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, oltre a quanto detto in a), rispondono alle prescrizioni per i prodotti per le coperture;
- i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori rispondono, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;
- per i punti di smaltimento valgono per quanto applicabili le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la norma UNI EN 124.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno le prescrizioni seguenti:

- I pluviali montati all'esterno, saranno installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i fissaggi saranno almeno uno in prossimità di ogni giunto ed saranno di materiale compatibile con quello del tubo.
- I bocchettoni ed i sifoni saranno sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate, sarà interposto un sifone.

Tutte le caditoie a pavimento saranno sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale avverrà ad almeno 1,5 ml. dal punto di innesto di un pluviale.

Per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti) saranno prese tutte le precauzioni di installazione per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.



Le colonne delle acque bianche, raccoglieranno lo scarico dei lavandini, delle lavatrici e delle lavastoviglie. Esse saranno formate con tubi in PVC per acque calde del diametro esterno di cm 12.

Le colonne delle acque nere, saranno in PVC e tipo pesante per acque calde, esse raccoglieranno gli scarichi degli apparecchi igienico sanitari e dei vasi W.C. e saranno affiancate da una canna di ventilazione del diametro di cm.8.

Al piede di ogni colonna di scarico verrà installato un sifone direzionale da mm. 125 contenuto in un apposito pozzetto di altezza non inferiore a cm. 70. Il sifone dovrà garantire un'altezza d'acqua dal pelo libero di uscita a quello di entrata di almeno cm.5 e dovrà essere collegato alla colonna di ventilazione.

La rete fognaria all'interno del lotto residenziale sarà realizzata con tubazioni in PVC orizzontali di sezione circolare ed il loro diametro non dovrà essere inferiore a cm. 150 pari a quelle indicate nei grafici del progetto.

I pozzetti delle reti saranno prefabbricati o realizzati con calcestruzzo cementizio dosato a q.li 2 di cemento e dovranno avere il chiusino e/o griglia in ghisa del tipo da traffico medio, installato su un anello di raccordo di calcestruzzo prefabbricato dell'altezza di cm.20 posto, al di sopra del pozzetto.

Gli impianti devono essere collocati in posizione tale, da consentire la facile gestione sia per i controlli periodici da eseguire sia per l'accessibilità dei mezzi di trasporto che devono provvedere ai periodici spurghi.

07. REQUISITI IGIENICO SANITARI ED AMBIENTALI

Il presente fabbricato sarà realizzato in rispetto alle normative vigenti e in relazione ai regolamenti locali sull'igiene del suolo e dell'abitato. In particolare l'altezza media dei locali è conforme a quella minima di 3,00 mt. prevista dalla legge e dai regolamenti locali d'igiene. Ciascun locale dell'attività in oggetto è fornito di idonea superficie illuminante proporzionata in modo da assicurare un fattore di luce adeguato e, comunque, il rispetto del rapporto di 1/8 tra la superficie illuminante e la superficie di ogni singolo locale.

Le strutture dei fabbricati, così come prevista, garantiscono le condizioni microclimatiche (ventilazione, umidità e temperatura), tali da assicurare in ogni periodo dell'anno condizioni igienico - sanitarie idonee all'uso a cui sarà destinato.



08. CLASSIFICAZIONE SISMICA

La Regione Campania è caratterizzata da una sismicità che si distribuisce lungo fasce (Zone sismo-genetiche) a caratteristiche sismiche omogenee, allungate preferenzialmente NW-SE, nella direzione della costa tirrenica e della catena montuosa appenninica. Lungo queste fasce la sismicità si distribuisce in modo omogeneo e gradualmente crescente dalla costa verso l'Appennino.

L'ultima zonizzazione sismica effettuata a livello Regionale risale all'anno 2002 quando è stata approvata con D.G.R. n.5447 del 07/11/2002 la nuova classificazione sismica con la quale i comuni venivano divisi in bassa media e alta sismicità. Nel caso del comune di Casaluce, quest'ultimo ricade in zona S2 (media sismicità).

09. ACCESSIBILITÀ E SUPERAMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE

L'impianto sarà progettato nel rispetto della Legge n.13/89 (*Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati*) e del Decreto Ministeriale n.236/89 (*Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche*) ed al D.P.R. 06.06.2001 n° 380 Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati, pubblici e privati aperti al pubblico

Sarà garantita l'accessibilità agli spazi esterni, marciapiedi e percorso di collegamento tra lo spazio pubblico (strada, marciapiede, parcheggio, ecc.) e l'ingresso all'impianto attraverso la realizzazione di almeno un percorso agevolmente fruibile (marciapiedi, rampe) anche da parte di persone con ridotte o impedito capacità motorie o sensoriali. In particolare è stata garantita la rispondenza ai criteri di progettazione e alle specifiche dimensionali e/o soluzioni tecniche, così come riportato nel citato Decreto.

Sarà garantita la totale accessibilità di tutte le parti comuni e sarà garantito il requisito della visitabilità, che si ritengono soddisfatti se è consentito l'accesso da parte di persona su sedia a ruote.

In particolare è stato garantito la rispondenza ai criteri di progettazione riguardo porte, servizi igienici e percorsi orizzontali.

10. SICUREZZA ANTINCENDIO

I corpi di fabbrica appartenenti al complesso saranno progettati nel rispetto della sicurezza antincendio e saranno conformi al Decreto Ministeriale n.246 del 16 maggio 1987, nonché al D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 ed al D.M. del 07/08/2012 e ss. mm. e ii.

La rete del Forno crematorio è classificata come "*Nuova classificazione UNI10779*" e, secondo le indicazioni della UNI 10779, presenta un livello di pericolosità di tipo II ed è



utilizzata per la protezione interna. I terminali utilizzati sono naspi con attacco DN25. Questa classificazione prevede 4 elementi operativi la cui portata minima è di 60.00 l/min, con una pressione residua di funzionamento di 300.00 kPa e funzionamento dei terminali garantito per una durata di almeno 60 minuti.

Il livello di pericolosità è classificato come *Livello II*: aree nelle quali c'è una presenza non trascurabile di materiali combustibili e che presentano un moderato pericolo di incendio come probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza. Le aree di livello II possono essere assimilate a quelle definite di classe OH 2, 3 e 4 della UNI EN 12845.

Le tubazioni dell'impianto idrico antincendio per installazione fuori terra sono conformi alla specifica normativa vigente e installate in modo da essere sempre accessibili per interventi di manutenzione ed i raccordi, le giunzioni e i pezzi speciali sono utilizzati tenendo conto delle caratteristiche di resistenza meccanica ed alla corrosione che assicuri la voluta affidabilità dell'impianto. Le tubazioni fuori terra sono di materiali conformi alle normative di riferimento (rame /acciaio legato), con le relative specifiche valide nel luogo in cui è utilizzato l'impianto. Ciascun tronco di tubazione è supportato da un sostegno, ad eccezione dei tratti di lunghezza minore di 0.6 m, dei montanti e delle discese di lunghezza minore a 1 m. In generale, la distanza tra due sostegni non è maggiore di 4 m per tubazioni di dimensioni minori o uguali a DN65 e 6 m per quelle di diametro maggiore.

I naspi, conformi alla UNI EN 671-1, sono posizionati in modo che ogni parte dell'attività e dei materiali pericolosi presenti, sia raggiungibile con il getto d'acqua di almeno un naspo. I naspi sono posizionati considerando ogni compartimento in modo indipendente, sono installati in posizione ben visibile e facilmente raggiungibili, rispettando i seguenti requisiti:

- ogni apparecchio protegge non più di 1000 m²;
- ogni punto dell'area protetta dista al massimo 30 m dai naspi.

I naspi sono posizionati soprattutto in prossimità di uscite di emergenza o delle vie di esodo, in posizione tale da non ostacolare, anche in fase operativa, l'esodo dai locali.

L'alimentazione idrica a servizio dell'impianto antincendio è realizzata tramite un gruppo di serbatoi con pompe di Portata Q: 229.29 l/min e Prevalenza H: 43.00 m.c.a.

La presenza dell'attacco di mandata per l'autopompa darà la possibilità di immettere acqua nella rete per meglio affrontare le condizioni di emergenza. Esso sarà accessibile dalle autopompe in modo agevole e sicuro, anche durante l'incendio. L'attacco sarà contrassegnato in modo da permettere l'immediata individuazione dell'impianto che alimenta e sarà segnalato mediante cartelli o iscrizioni.

