

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTI MECCANICI

SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI CALORE E DELLE LINEE DI DISTRIBUZIONE DELL'IMPIANTO DI RISCALDAMENTO DEL PLESSO SCOLASTICO DI VIA PELLOUX

Ubicazione impianto

Identificativo dell'impianto
Proprietà
Indirizzo
CAP - Comune

**IMPIANTO TERMICO DI RISCALDAMENTO
COMUNE DI BORDIGHERA
Via Pelloux
18012 Bordighera (IM)**

Tecnico

Nome Cognome
Qualifica
Codice Fiscale
P. IVA
Indirizzo
CAP - Comune
Telefono
Fax
E-mail

**Marco Galperti
Ingegnere
GLPMRC59A27L741V
00953760089
Via Braie, 266
18033 CAMPOROSSO (IM)
0184 254251
= = =
ing.galperti@tiscali.it**

INDICE

1. Premesse	Pag.	03
2. Criteri e scelte della progettazione esecutiva	Pag.	03
3. Principali aspetti tecnici del progetto	Pag.	04
4. Riferimenti normativi	Pag.	05
5. Soluzioni impiantistiche	Pag.	06
6. Descrizione delle opere	Pag.	09
7. Materiali e disposizioni di posa	Pag.	10
8. Operazioni preliminari di messa in servizio	Pag.	24
9. Prove e tarature impianti	Pag.	24
10.	Pag.	

ALLEGATI:

- Rilievo e determinazione con il Metodo Dimensionale previsto dalla UNI 10200, della potenza convenzionale dei corpi scaldanti
- Dimensionamento colonne di distribuzione verticali
- Fabbisogno termico degli ambienti

PREMESSE

Scopo della presente relazione è la verifica delle condizioni attuali dell'impianto termico a servizio dell'edificio scolastico e gli interventi da attuarsi per il rifacimento della rete di adduzione del calore e la sostituzione del generatore termico, con un corretto bilanciamento dei circuiti e del sistema di regolazione.

In seguito alla Deliberazione Comunale n° 228 del 26/10/2018 ad oggetto: "Servizio Manutenzione e Giardini - Sostituzione del generatore di calore e delle linee di distribuzione dell'impianto di riscaldamento del plesso scolastico di Via Pelloux" veniva affidato incarico al sottoscritto professionista.

CRITERI E SCELTE DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

In generale, i criteri utilizzati e le scelte effettuate danno attuazione a quanto già approvato dall'Ente nei precedenti livelli di progettazione. In particolare le scelte progettuali sono state motivate dall'obiettivo di dotare l'esistente edificio destinato a scuola materna e media di sistemi impiantistici semplici e funzionali, conformi agli standard dettati, oltre che dalle norme cogenti, anche da norme di indirizzo emanate da enti sovra ordinati o dalle stesse esperienze dell'Ente in altre simili strutture. Ciò in considerazione del fatto che gli impianti tecnologici sono elementi di fondamentale importanza per la vita quotidiana della scuola e dei suoi ospiti, siano essi i bambini, il personale o gli stessi genitori che con l'ambiente della scuola si rapportano. Non potendo sottovalutare i problemi economici nei quali si dibatte oggi la finanza pubblica, che costringono numerosi enti locali a comprimere in modo a volte eccessivo le risorse da destinare alla realizzazione di nuove opere anche quando esse sono necessarie per soddisfare bisogni essenziali dei cittadini, si è cercato comunque di fare in modo che le scelte progettuali, soprattutto in termini di materiali e tecnologie, non siano rapportate esclusivamente al valore del budget o agli aspetti economici, ma – oltre a tener conto dei requisiti irrinunciabili del progetto – valutino con attenzione l'esigenza di non spostare alcuni costi dalla fase di investimento a quella di esercizio. In particolare, a tale proposito, si è cercato di fare in modo che l'efficienza energetica del sistema "edificio – impianto" risulti particolarmente performante, mediante l'impiego sinergico di adeguate tecnologie riferite in particolare agli impianti termici, non avendo risorse per attuare miglioramenti all'involucro edilizio.

In sintesi, con riferimento agli aspetti evidenziati, le scelte effettuate riguardano principalmente i seguenti punti:

- la realizzazione di impianti termici con distribuzione orizzontale e colonne montanti verticali di distribuzione da connettere agli elementi radianti esistenti.
- contenimento del fabbisogno di energia da combustibile fossile per la climatizzazione invernale, migliorando sensibilmente il rendimento energetico complessivo del sistema e la sostenibilità ambientale dell'intervento attuata con la sostituzione del generatore di calore e la regolazione dell'impianto.

PRINCIPALI ASPETTI TECNICI DEL PROGETTO

Attualmente il complesso scolastico è costituito da tre piani fuori terra in cui sono distribuite le aule scolastiche ed un piano seminterrato adibito a servizi cucina e mensa, con locali accessori.

Il fabbricato ha un'impronta pressoché rettangolare con direzione prevalente sull'asse E-W.

La copertura dell'edificio è a falde con sottotetto non agibile.

Gli infissi sono in legno con vetro semplice.

La struttura è costituita da ossatura in C.A. con elementi di tamponamento costituiti da doppio foglio in laterizio con intercapedine non isolata e spessore prevalente pari a 40 cm.

La diagnosi energetica semplificata condotta nell'indagine preliminare ha riscontrato indici di prestazione energetica globale non rinnovabile del fabbricato e dei servizi energetici abbastanza bassi, evidenziandone le criticità, e l'analisi svolta ha permesso di definire il pertinente indice di prestazione energetica globale non rinnovabile del fabbricato e dei servizi energetici presenti che corrisponde a 171,7630 kWh/m²anno.

Dal rilievo degli elementi radianti e dalla corrispettiva tabella di riferimento è stato evidenziato come vi sia una notevole differenza tra la potenza termica erogata dai corpi radianti e la reale necessità di apporto termico per i locali (carichi termici riferiti ad ogni singolo ambiente), cercando, sempre nell'ottica di privilegiare gli interventi strettamente necessari, di effettuare gli interventi che possano risanare le condizioni pessime in cui versa l'impianto, senza apportare modifiche sostanziali agli elementi radianti presenti, anche se spesso sottodimensionati per le reali necessità energetiche del plesso scolastico.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Con particolare riferimento alla costruzione, al funzionamento ed alla sicurezza degli impianti meccanici, al rendimento energetico in edilizia, all'antincendio, di seguito sono citate le principali norme di legge e norme tecniche applicabili al progetto:

DPR 6 giugno 2001, n. 380: "Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"

D.M. 18 dicembre 1975: "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica"

Legge 9 gennaio 1991, n. 10: "Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili"

DPR 26 agosto 1993, n. 412: "Regolamento recante norme per la progettazione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento del consumo di energia, attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10"

DLeg.vo 19 agosto 2005, n. 192: "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia" 6) DPR 2 aprile 2009, n. 59: "Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b) del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente l'attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia"

DM 26 giugno 2009: "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici" 8) DM 22 gennaio 2008, n. 37: "Regolamento di riordino delle normative in materia di installazione di impianti"

Norme UNI

UNI/TS 11300-1: "Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica per la climatizzazione estiva ed invernale"

UNI/TS 11300-2: "Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria"

UNI 10339: "Impianti aerulici ai fini del benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta. l'offerta, l'ordine e la fornitura"

UNI EN 1264-1/5: "Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture"

UNI 7129: "Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione e manutenzione"

UNI 10412-1: "Impianti di riscaldamento ad acqua calda – Requisiti di sicurezza – Parte 1 – Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici"

UNI 9182: "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione"

SOLUZIONI IMPIANTISTICHE

Generalmente intervenire sull'impianto può essere più semplice e comunque può riportare il rendimento entro i valori di legge, come succede nel 15 % dei casi analizzati. La sostituzione del generatore consente per esempio l'adozione di generatori ad elevato rendimento di produzione, il miglioramento della distribuzione di energia termica e, in qualche caso, anche dell'emissione interna ai locali. Attualmente il complesso scolastico è servito da un generatore termico alimentato a gas metano a marca Riello 3900.300 [matricola 51116001208] con anno di costruzione 1996 e potenza termica utile nominale pari a 349,00 kW (382,90 al focolare) con unica pompa gemellare a rotore bagnato a marca Riello modello RGDT 80-25, trifase a tre velocità DN80 (impostata alla velocità massima: 50 m³/h) che alimenta i tratti orizzontali dai quali si diramano le colonne verticali che alimentano i corpi radianti. Le tubazioni, in ferro, presentano, nella parte di distribuzione orizzontale, tratti scarsamente coibentati, tratti in cui la coibentazione risulta assente e soprattutto sono evidenti stati di degrado delle linee dovute a fenomeni di incrostazione e corrosione localizzate. Le colonne verticali hanno subito vari interventi manutentivi succedutisi nel tempo e volti alla riparazione delle problematiche su esposte, ma lo stato delle tubazioni richiede comunque un intervento radicale di sostituzione.

La regolazione è centralizzata (in centrale termica) ed è affidata ad un regolatore climatico a marca Landis & Gyr modello RVL470 che regola una valvola miscelatrice a 3 vie a marca Landis & Gyr modello SQL33, con sonda esterna.

GENERATORE TERMICO:

Il sistema contempla l'utilizzo delle migliori tecnologie a condensazione per la produzione di energia termica. La tecnologia applicata alle caldaie a

condensazione è una tra le più avanzate oggi disponibili sul mercato. Questa consente di ottenere un migliore rendimento utile rispetto ai generatori tradizionali. In questi generatori, il risparmio proviene essenzialmente da due condizioni: da una maggiore quantità di calore sensibile recuperato dai prodotti della combustione, in quanto i fumi escono a una temperatura più bassa e dal recupero del calore latente di vaporizzazione, tramite la condensazione del vapore acqueo contenuto nei prodotti della combustione.

Nelle caldaie a condensazione i fumi sono espulsi in atmosfera a temperature di $40 \div 50$ °C, valori molto inferiori rispetto a quelli di un generatore tradizionale, solitamente tra i $120 \div 160$ °C. Tanto più si riesce a fare funzionare un generatore in condensazione, tanto più calore viene restituito al vettore termico dell'impianto. Ne consegue un miglioramento del rendimento e una riduzione dei consumi di combustibile, a vantaggio della gestione d'impianto. Un generatore a condensazione, in genere, è un concentrato di alta tecnologia; oltre allo scambiatore costruito con materiali speciali in grado di resistere all'aggressione chimica delle condense, con sezione ridotta delle tubazioni rispetto ai tradizionali e superfici di scambio più estese per recuperare la maggiore quantità di calore, esistono anche altri accorgimenti tecnologici che concorrono a migliorare la sua efficacia. Per esempio, tra i più utili troviamo il controllo elettronico della combustione abbinato a un bruciatore tecnologicamente avanzato, costruito con particolari materiali, premiscelato e modulabile; la scelta delle geometrie costruttive della camera di combustione. Questi dispositivi ottimizzano la combustione e consentono anche di abbattere il livello degli inquinanti (NOx) emessi in atmosfera. Inoltre, il ventilatore consente l'espulsione forzata dei prodotti della combustione aventi basse temperature. La sonda termometrica esterna, i cronotermostati, i termostati ambiente, sono dispositivi di regolazione che permettono al generatore di adeguare le temperature ambiente in funzione della temperatura esterna migliorando così il rendimento dell'impianto. Il sistema di produzione dell'energia termica sarà dotato di un generatore ad elevata modulazione, destinato all'impianto di climatizzazione invernale ed alla produzione di acqua calda sanitaria (ACS). Sarà installato un gruppo termico con rendimenti superiori al 105%, o dotato di bruciatore premiscelato modulante a basse emissioni inquinanti. Il generatore avrà una potenza nominale di 270,00 kWt, determinata con riferimento alla potenza termica attuale.

Non viene variato il sistema di produzione di A.C.S. (attualmente affidato a boiler elettrici).

DISTRIBUZIONE IMPIANTISTICA:

Attualmente la distribuzione presenta gravi carenze dovute alla vetustà dell'impianto ed alle numerose problematiche determinate dalla corrosione ed incrostazione dei tubi per cui si rende necessario un intervento improrogabile di sostituzione della rete di distribuzione, in maniera radicale, con abbandono dell'attuale sistema precario nel suo stato di esercizio.

Sono infatti evidenti vari interventi per la sostituzione dei tratti di tubazione (sia verticali e sia orizzontali) resi necessari per le perdite dell'impianto e la situazione risulta precaria per garantire il servizio continuativo.

L'intervento di sostituzione delle reti ed il relativo adeguamento impiantistico, dovrà essere realizzato nel periodo estivo a scuola chiusa (al fine di evitare qualsiasi interferenza), o in alternativa dovrà avvenire in varie fasi, tali da non interrompere il riscaldamento nel periodo invernale e/o l'attività didattica (lavorando ad esempio nelle ore pomeridiane od organizzando le lavorazioni a comparti iniziando con le reti di distribuzione orizzontali operando nel cantinato e successivamente in cooperazione con la responsabile del complesso scolastico redigendo un cronoprogramma che risulti il più possibile meno invasivo e interferente).

REGOLAZIONE IMPIANTO:

Attualmente i radiatori sono provvisti di una valvola manuale e di un detentore: sarebbe auspicabile la sostituzione (abbinata al rifacimento delle colonne) delle valvole con elementi dotati di testina termostatica; le valvole termostatiche consentono di variare la portata di acqua calda che circola nei radiatori e quindi il calore che i radiatori stessi forniscono alla stanza in cui sono installati, attraverso una numerazione indicata sulla testina. Questo sistema di regolazione consente di scegliere una temperatura diversa per ogni stanza in base alla sua funzione e al suo utilizzo. Per esempio se un locale viene usato in modo non continuativo (ad esempio i bagni di servizio) si potrà scegliere di tenerlo ad una temperatura di circa 17/18° C, mentre le aule possono essere programmate ad una temperatura di 21/22° C. Con l'utilizzo di queste valvole, dunque, la regolazione dei singoli termosifoni e del calore viene resa 'autonoma' e viene auto-regolata la temperatura dell'ambiente in funzione dell'esposizione, degli apporti gratuiti, ecc., in pratica, una volta che nel locale viene raggiunta la temperatura impostata il termosifone viene 'isolato' dall'impianto centrale interrompendo il riscaldamento di quell'ambiente fino a quando la temperatura sarà scesa e la valvola si riaprirà rimettendo il radiatore in attività. La valvola termostatica è infatti un regolatore di temperatura del corpo scaldante sul quale è applicata, ed agisce sulla portata

d'acqua che lo attraversa. L'otturatore della valvola è comandato dalla dilatazione del liquido contenuto nella testina/sensore. L'aumento di temperatura ambiente provoca quindi l'avanzamento dell'otturatore finché questo non andrà in battuta e chiuderà completamente la valvola in corrispondenza alla temperatura impostata sulla ghiera di regolazione. In questo modo, il corpo scaldante non verrà più alimentato e quando la temperatura ambiente corrisponderà a quella impostata si raffredderà completamente. Quando la temperatura del locale scenderà nuovamente al di sotto di quella impostata, la valvola inizierà ad aprirsi e circolerà nuovamente acqua calda nel corpo scaldante, immettendo calore nel locale per contrastarne la diminuzione di temperatura. Si può considerare che la valvola termostatica sia un regolatore di tipo P, cioè proporzionale, ciò significa che la potenza erogata dal corpo scaldante sarà all'incirca proporzionale alla differenza di temperatura fra il valore desiderato, impostato sulla manopola, ed il valore reale sentito dalla testina.

Dal punto di vista dell'impostazione progettuale e delle responsabilità esecutive dell'appaltatore sono ricompresi negli impianti meccanici anche gli impianti elettrici direttamente connessi e quelli di regolazione automatica dei medesimi, in quanto costituenti un insieme funzionalmente inscindibile.

DESCRIZIONE DELLE OPERE

Come evidenziato negli elaborati esecutivi di progetto, le opere impiantistiche prevenderanno sommariamente i seguenti interventi:

1. Realizzazione delle opere murarie comprensive dei carotaggi tra i solai e le tracce murarie e/o aperture nelle pareti necessarie per il passaggio delle nuove reti di distribuzione.
2. Realizzazione della linea orizzontale di distribuzione al piano interrato, coibentate con coppelle in ARMALEX SH, con predisposizione degli stacchi delle colonne verticali ed installazione di valvole AUTOFLOW® (stabilizzatori automatici di portata, in grado di mantenere una portata costante di fluido al variare delle condizioni di funzionamento del circuito idraulico; vengono utilizzati per bilanciare automaticamente il circuito idraulico garantendo la portata di progetto ad ogni terminale).
3. Realizzazione delle colonne verticali di distribuzione ai piani e successivo collegamento con i radiatori esistenti, con successivo smantellamento delle attuali dorsali di distribuzione.

4. Collegamento delle nuove linee con gli elementi radianti esistenti (con la nuova fornitura e posa in opera di radiatori a integrazione all'impianto esistente) con installazione di nuove valvole dotate di testina termostatica e detentore.
5. Lavaggio completo impianto (compresi i radiatori connessi) mediante liquido specifico per il trattamento pulente a freddo, dei circuiti di distribuzione dell'acqua degli impianti di riscaldamento.
6. Sostituzione della caldaia con generatore di calore ad acqua calda a condensazione e a basse emissioni inquinanti, di tipo B23-C63, costituito da uno scambiatore con serpentina corrugata bimetallica, bruciatore premiscelato a micro fiamma con singolo elettrodo e a basse emissioni inquinanti con funzionamento modulante, completa di termoregolazione climatica con sonda esterna per la gestione a temperatura variabile della temperatura acqua in mandata all'impianto nella serie M (master), di supporto per caldaia, collettore di mandata, di ritorno isolati e gas.
7. Sostituzione dei circolatori a velocità fissa (che funzionano sempre alla massima velocità), con un circolatore a velocità variabile (che si adatta automaticamente con regolazione in modalità a "Pressione Proporzionale" che permette di modificare la portata e la prevalenza, in funzione dell'effettiva richiesta).
8. Dismissione dell'impianto termico in caldaia e collegamento dei nuovi componenti in centrale termica dotati dei necessari organi di regolazione, sicurezza e controllo.

MATERIALI E DISPOSIZIONI DI POSA

Le tubazioni di qualsiasi tipo dovranno essere installate secondo i disegni di progetto; in ogni caso esse dovranno essere posate in piano, salvo la minima pendenza necessaria allo sfogo dell'aria (non superiore al 1%), quanto più possibile parallelamente alle murature principali e/o agli assi di simmetria dell'edificio. In ogni caso le tubazioni dovranno essere fissate rigidamente alle strutture portanti dell'edificio; inoltre esse dovranno essere dotate di giunti di dilatazione, preferibilmente di tipo a soffietto in acciaio armonico, in tutti i tratti rettilinei eccedenti i m 10. Nei percorsi verticali dovranno essere adottate staffe o collari di supporto in profilato di acciaio di dimensioni adeguate a quelle della tubazione da supportare, fissate alle strutture mediante zanche a murare o tasselli ad espansione; nei punti di contatto tra staffaggio e tubazioni dovranno essere interposte guarnizioni in neoprene compatto di spessore minimo mm.5; la distanza

tra supporti attigui non dovrà essere superiore a m 2,00. Nei percorsi orizzontali le tubazioni saranno appoggiate su profilati in acciaio zincato di adeguata sezione, posti trasversalmente all'asse longitudinale, dotati di selle di supporto con interposizione di guarnizione in neoprene compatto di spessore minimo mm.5; i profilati di supporto saranno fissati alle strutture portanti mediante zanche a murare o tasselli ad espansione di tipo adatto alla struttura di fissaggio; in nessun caso la distanza tra supporti attigui potrà eccedere m 3,00. In ogni caso il sistema di fissaggio degli impianti alle strutture portanti dell'edificio dovrà essere preventivamente ed espressamente approvato dal D.LL. Negli attraversamenti di muri, solai, pareti divisorie, le tubazioni dovranno essere ulteriormente isolati dalle strutture murarie mediante interposizione di pannelli rigidi di lana minerale pressata, di spessore minimo di cm 4; tali pannelli dovranno eccedere da ambo i lati oltre lo spessore dell'attraversamento per almeno cm 20. In tutti i casi di collegamento delle tubazioni a pompe di circolazione, od altre macchine generanti vibrazioni, dovranno essere adottati giunti flessibili in neoprene ad alta resistenza, con caratteristica minima PN 10. In fase di montaggio ogni tronco di tubazione dovrà essere accuratamente pulito sul lato interno e, nei periodi di sospensione dei montaggi, dovranno essere sigillate le estremità aperte delle reti tubazioni già installate, ad evitare intromissioni accidentali di corpi estranei. In caso di reti tubazioni costituenti circuito chiuso, ed in tutti i casi di possibile formazione di sacche d'aria all'interno di dette reti, dovranno essere realizzati sistemi di sfiato automatico o manuale; tali sistemi, se non diversamente specificato saranno costituiti da barilotti di raccolta dell'aria, collegati superiormente ai punti alti delle tubazioni, dotati di tubazione di scarico con rubinetto manuale, in posizione accessibile, o scaricatore automatico d'aria intercettabile. Nei punti bassi dovranno inoltre essere previsti e realizzati rubinetti di scarico per lo spurgo delle impurità e fanghi che dovessero formarsi nel tempo; dovrà inoltre essere assicurata la possibilità di svuotare completamente l'impianto mediante apertura dei necessari rubinetti, opportunamente posizionati. Tutte le tubazioni di spurgo degli impianti, siano esse di sfiato dei punti alti che di scarico dei punti bassi, dovranno essere convogliate in adeguate tubazioni di scarico, dotate di imbuti fissi di raccolta, collegate alla rete di scarico generale dell'edificio.

Le **tubazioni in acciaio nero** saranno prevalentemente utilizzate per il convogliamento di fluidi termovettori in circuito chiuso, con pressioni d'esercizio fino a 6 bar; se non diversamente specificato in progetto saranno utilizzate tubazioni in acciaio trafilato senza saldatura "Mannesmann" rispondenti alle UNI 663, 3824, 5462, 7287, nei diametri indicati; la raccorderia sarà del tipo unificato secondo le UNI-ISO 3419, con estremità lisce per saldatura di testa con sistema ossiacetilenico o all'arco elettrico. Le tubazioni saranno fornite in cantiere in

verghe e le relative giunzioni potranno essere eseguite mediante: saldatura per fusione di testa, ossiacetilenica per diametri fino a 1"1/2; saldatura per fusione di testa ad arco elettrico per diametri superiori a 1"1/2; vite e manicotto filettato secondo UNI-ISO 7/1, con interposizione di guarnizione di tenuta per diametri fino a 2"; flangia e contro flangia con interposizione di guarnizione di tenuta per diametri superiori a 2". Nel caso di giunzione delle tubazioni mediante saldatura di testa dovranno essere rispettate le coincidenze tra gli assi delle rispettive verghe se di ugual diametro, mentre nel caso di diametri diversi dovrà essere assicurata la corrispondenza sul lato inferiore della tubazione; il raccordo tra le tubazioni di diverso diametro dovrà essere realizzato con raccordo troncoconico avente angolo massimo di 20° rispetto all'asse longitudinale della tubazione; tali criteri esecutivi dovranno essere mantenuti su tutte le saldature di testa, compresi raccordi, diramazioni, riduzioni, ecc. Tutte le saldature delle tubazioni e relativi raccordi dovranno essere eseguite da personale specializzato, in possesso del certificato di qualifica di "saldatore" relativo al tipo di saldatura adottata; la saldatura dovrà avvenire a regola d'arte, soltanto dopo accurata preparazione dei lembi di saldatura, e comprenderà nell'ordine: pulizia accurata dei lembi di saldatura con apposita spazzola in acciaio, fino ad ottenere il metallo lucido, per una larghezza di cm 5, rettifica con lima bastarda delle circonferenze dei tubi in modo da assicurare il contatto continuo e regolare dei lembi da saldare; il metallo d'apporto dovrà essere completamente ed omogeneamente fuso con il metallo costituente i lembi di saldatura, formando un cordolo regolare in rilievo rispetto alla superficie esterna della tubazione, per una larghezza minima di 3 volte lo spessore delle tubazioni. Il cordolo di saldatura dovrà essere accuratamente pulito mediante spazzolatura da residui, ossidi e scorie di saldatura per una larghezza non inferiore a cm. 10. Successivamente tutte le tubazioni nere ed i relativi accessori dovranno essere pulite e sgrassate, mediante procedimenti meccanici e chimici, e successivamente verniciate con doppia mano di vernice sintetica antiruggine; le due mani di vernice dovranno avere colore differente ed essere chiaramente distinguibili. A discrezione della D.LL. potrà essere richiesta la realizzazione di staffe forate, saldate direttamente sulle tubazioni, per il collegamento equipotenziale delle masse metalliche costituenti l'impianto alla rete di terra generale; tali staffe dovranno essere di dimensioni tali da non essere coperte dall'isolamento termico, ed il collegamento ai conduttori di terra sarà realizzato mediante bulloni e dadi zincati M8. Le tubazioni in acciaio zincato saranno prevalentemente utilizzate per il convogliamento di fluidi termovettori in circuito chiuso, o fluidi di consumo, con pressioni di esercizio fino a 6 bar, quali: acqua calda con temperatura massima fino a 105 °C; acqua refrigerata con temperatura minima fino a 5 °C, o soluzioni di acqua glicolata per temperature minime fino -25 °C; acqua fredda e calda di consumo per uso igienico; gas

metano. Saranno prevalentemente utilizzate per il convogliamento di fluidi di consumo quali acqua fredda e calda per uso igienico, gas metano, in circuito chiuso o aperto, pressurizzato fino a 6 bar; il loro impiego, se non diversamente specificato, sarà limitato ai diametri inferiori a 4". Se non diversamente specificato in progetto saranno utilizzate **tubazioni in acciaio** laminato a caldo senza saldatura "Fretz-Moon" rispondenti alle UNI 8863, nei diametri indicati, sottoposte a procedimento di zincatura in bagno; la raccorderia sarà del tipo in ghisa malleabile secondo UNI 5192 filettati secondo UNI-ISO 7/1, anch'essi sottoposti a procedimento di zincatura a bagno. Le tubazioni saranno fornite in cantiere in verghe e le relative giunzioni potranno essere eseguite esclusivamente mediante filettature vite-manicotto rispondenti alle UNI-ISO 7/1, con interposizione di guarnizione di tenuta sul filetto costituita da fibre di canapa o, preferibilmente, nastro in PTFE. In qualsiasi caso non saranno accettate saldature per fusione realizzate sulle tubazioni zincate. A discrezione della D.LL. potrà essere richiesta la realizzazione di staffe forate, accoppiate mediante collare a pressione, o fascetta a vite, direttamente sulle tubazioni, per il collegamento equipotenziale delle masse metalliche costituenti l'impianto alla rete di terra generale; tali staffe dovranno essere di dimensioni tali da non essere coperte dall'isolamento termico previsto, ed il collegamento ai conduttori di terra sarà realizzato mediante bulloni e dadi zincati M8.

Le **tubazioni in rame** ricotto saranno prevalentemente utilizzate per il convogliamento di fluidi termovettori in circuito chiuso, con pressioni di esercizio fino a 6 bar, quali: acqua calda con temperatura massima fino a 105 °C o soluzioni di acqua glicolata. Se non diversamente specificato in progetto saranno utilizzate tubazioni in rame ricotto secondo le caratteristiche rispondenti alle UNI 6507, 7773/1-2, nei diametri indicati; la raccorderia sarà del tipo unificato secondo le UNI 8050, con estremità lisce a bicchiere per saldobrasatura capillare mediante sistema ossiacetilenico. Le tubazioni saranno fornite in cantiere in verghe per diametri superiori a 19 mm o rotoli per diametri inferiori, e le relative giunzioni potranno essere eseguite mediante: saldobrasatura capillare ossiacetilenica, con metallo d'apporto in lega d'argento, utilizzando i raccordi a bicchiere; raccordi a compressione per diametri esterni del tubo fino a 18 mm. Nel caso di giunzione delle tubazioni mediante saldatura dovranno essere rispettate le coincidenze tra gli assi delle rispettive verghe se di ugual diametro, mentre nel caso di diametri diversi dovrà essere assicurata la corrispondenza sul lato inferiore della tubazione; il raccordo tra le tubazioni diverso diametro dovrà essere realizzato con raccordo troncoconico avente angolo massimo di 20° rispetto all'asse longitudinale della tubazione; tali criteri esecutivi dovranno essere mantenuti su tutte le saldature, compresi raccordi, diramazioni, riduzioni, ecc. Tutte le saldature delle tubazioni e relativi raccordi dovranno essere eseguite da personale specializzato, in possesso

del certificato di qualifica di "saldatore" relativo al tipo di saldatura adottata; la saldatura dovrà avvenire a regola d'arte, soltanto dopo accurata preparazione dei lembi di saldatura, e comprenderà nell'ordine: pulizia accurata dei lembi di saldatura con apposita spazzola in acciaio, fino ad ottenere il metallo lucido, per una larghezza di cm. 5; rettifica con lima bastarda delle circonferenze dei tubi in modo da assicurare il contatto continuo e regolare dei lembi da saldare, e esportazione delle sbavature conseguenti al taglio del tubo; il metallo d'apporto dovrà essere completamente ed omogeneamente penetrato nel raccordo a bicchiere; il cordolo di saldatura dovrà essere accuratamente pulito mediante spazzolatura da residui, ossidi e scorie di saldatura per una larghezza non inferiore a cm. 10. Per diametri esterni dei tubi fino a 18 mm è ammessa la curvatura del tubo, con raggio di curvatura minimo pari a 5 volte il diametro del tubo, realizzata mediante curva tubi meccanico; il tubo piegato non dovrà presentare schiacciamenti in prossimità delle curve e la sua sezione dovrà essere regolare ovunque. Per diametri esterni dei tubi fino a 18 mm potranno essere adottati raccordi a compressione purché dotati di anello metallico (esterno al tubo) di tenuta alla trazione e contro lo sfilamento accidentale del tubo; i raccordi dovranno inoltre essere completi di anima di rinforzo (interno del tubo) di tenuta allo schiacciamento. Le tubazioni in acciaio pre-isolate avranno impiego e caratteristiche tecniche analoghe alle tubazioni in acciaio nero e saranno adottate nel caso di percorsi interrati. Tali tubazioni, rispetto a quelle in acciaio nero, saranno dotate in fase di costruzione di isolamento termico esterno in poliuretano espanso, avente conduttività termica specifica inferiore o uguale a 0,032 W/m°C, e massa volumica compresa tra 40 e 80 Kg/mc; tale isolamento sarà rivestito esternamente in PEAD di spessore minimo mm. 5, realizzato contemporaneamente all'applicazione dell'isolante sopradescritto, senza giunzioni longitudinali. Tutta la raccorderia, esclusivamente del tipo a saldare, sarà dotata di gusci preformati contenenti l'isolamento termico che dovrà essere omogeneo con quello dei tubi descritti.

Le **tubazioni in PEAD** saranno prevalentemente utilizzate per il convogliamento di fluidi termovettori in circuito chiuso, o fluidi di consumo, con pressioni di esercizio fino a 6 bar e temperatura di esercizio sino a 105 °C. Se non diversamente specificato in progetto saranno utilizzate tubazioni in PEAD rispondenti alle UNI 7611, con pressione nominale non inferiore a PN 10, nei diametri indicati; la tubazione dovrà essere marchiata ogni 2,00 m minimo per tutta la lunghezza, con indicazione di origine, diametro, pressione nominale. La raccorderia sarà del tipo unificato secondo le UNI 7612, per tenuta a pressione costituite da corpo, anelli pressatubo, anime di irrigidimento, ghiera in bronzo. Le tubazioni saranno fornite in cantiere in verghe o rotoli e le relative giunzioni potranno essere eseguite mediante: raccordi a pressione per diametri fino a 2"; saldatura per fusione di testa

senza materiale d'apporto (a specchio) per diametri superiori a 2". Nel caso di giunzione delle tubazioni mediante saldatura di testa dovranno essere rispettate le coincidenze tra gli assi delle rispettive verghe se di ugual diametro, mentre nel caso di diametri diversi dovrà essere assicurata la corrispondenza sul lato inferiore della tubazione; il raccordo tra le tubazioni diverso diametro dovrà essere realizzato con raccordo troncoconico avente angolo massimo di 20° rispetto all'asse longitudinale della tubazione; tali criteri esecutivi dovranno essere mantenuti su tutte le saldature di testa, compresi raccordi, diramazione, riduzioni, ecc. Per diametri esterni dei tubi fino a 2" potranno essere adottati raccordi a compressione purché dotati di anello metallico (esterno al tubo) di tenuta alla trazione e contro lo sfilamento accidentale del tubo; i raccordi dovranno inoltre essere completi di anima di rinforzo (interno del tubo) di tenuta allo schiacciamento.

Se non diversamente specificato in progetto saranno utilizzate **tubazioni in PEX** (polietilene reticolato) rispondenti alle UNI 9338, 9349 con pressione nominale non inferiore a PN 10, nei diametri indicati; la tubazione dovrà essere marchiata ogni 2 m. minimo per tutta la lunghezza, con indicazione di origine, diametro, pressione nominale, misura progressiva di lunghezza del rotolo. La raccorderia sarà del tipo unificato secondo le UNI 7612, per tenuta a pressione costituite da corpo, anelli metallici pressa tubo di tenuta alla trazione e contro lo sfilamento accidentale, anime di rinforzo, ghiera filettate in ottone. Le tubazioni saranno fornite in cantiere in rotoli e le relative giunzioni potranno essere eseguite mediante: Ø raccordi a pressione per diametri fino a 4"; I collettori di distribuzione fluidi saranno adottati quali nodi di collegamento tra i circuiti idraulici derivati in serie, siano essi collocati in c.le tecnologica, che all'interno degli ambienti da climatizzare. Essi saranno costituiti da corpo di diametro adeguato e congruente alle portate di fluido complessivamente avviato ai circuiti derivati, con attacchi per le rispettive tubazioni in partenza, sempre dotate di saracinesche di intercettazione, regolazione, etc; il diametro del collettore in ogni caso sarà non inferiore a 1,5 volte il diametro della tubazione derivata di maggiori dimensioni. Tutti i collettori, a seconda della collocazione rispetto ai circuiti derivati, dovranno essere dotati di rubinetti di scarico posti nella parte inferiore, e/o di valvole di sfogo poste nella parte superiore. I collettori posti in locale tecnologico dovranno inoltre essere dotati di strumenti indicatori di quali termometri e manometri. Nel caso di collettori posti all'interno di ambienti non tecnologici, dovrà essere prevista apposita cassetta di contenimento, del tipo "a murare", con rispettiva portina di chiusura ed ispezione. In tutti i casi i collettori dovranno essere dotati di un numero di attacchi maggiore di uno rispetto al numero delle tubazioni derivate indicate in progetto; ciò quale attacco di riserva per permettere eventuali ampliamenti o modifiche successive. I collettori di distribuzione in acciaio saranno prevalentemente utilizzati

per distribuzione dei fluidi in centrali tecnologiche, dimensionati e collocati secondo quanto indicato in progetto; essi saranno realizzati in acciaio nero delle stesse caratteristiche e con le stesse modalità costruttive delle tubazioni in acciaio nero. Essi saranno dotati di fondelli bombati e di tutti gli attacchi necessari alle tubazioni derivate, siano essi di tipo filettato che di tipo flangiato; la distanza tra gli attacchi delle tubazioni dovrà essere tale da permettere agevolmente la posa dell'isolamento termico previsto in progetto, e le normali operazioni di manutenzione e manovra delle intercettazioni; le modalità di saldatura e trattamento anticorrosivo dovranno essere le stesse adottate per le tubazioni in acciaio nero. Lo staffaggio dei collettori dovrà essere realizzato mediante mensole in acciaio con puntello a sbalzo, fissate a murature mediante zanche "a murare" o tasselli ad espansione; le mensole citate potranno essere altresì integrate o sostituite da adeguati supporti a pavimento sempre in acciaio; tutti i supporti ed ancoraggi in acciaio dovranno essere verniciati con due mani di antiruggine previa spazzolatura, come specificato per le tubazioni, in acciaio nero. Nel caso siano previsti collettori in acciaio zincato, essi dovranno essere obbligatoriamente costruiti in officina, quindi sottoposti a procedimento di zincatura in bagno, come specificato per le tubazioni in acciaio zincato. I collettori di distribuzione pre assemblati in ottone saranno prevalentemente utilizzati per distribuzione dei fluidi in ambiente climatizzato, incassati nelle murature o in controsoffitto, dimensionati e collocati secondo quanto indicato in progetto essi saranno realizzati in ottone lavorato, dei tipo componibile filettato, per diametri nominali fino a DN 40. 57 I collettori saranno dotati di attacchi filettati femmina secondo UNI-ISO 7/1, e dei raccordi a compressione specifici, adatti alle tubazioni derivate, siano esse in rame, polietilene reticolato, o di altro tipo. Le tubazioni dovranno essere installati parallelamente agli assi di simmetria dei locali, alle travi ed alle strutture in genere; solo in caso eccezionale e motivato saranno ammesse installazione di canali obliqui rispetto a quanto precedentemente richiesto. Durante la fase di montaggio e nel caso di stoccaggio a piè d'opera, le tubazioni e tronchi di esse dovranno essere adeguatamente protetti ad evitare l'intromissione di corpi estranei, animali, ecc. Le tubazioni correnti all'esterno dei fabbricati dovranno essere protette mediante applicazione di vernice impermeabilizzante e protettiva contro corrosioni, penetrazioni d'acqua meteorica umidità atmosferica, ecc.. In nessun caso potranno essere utilizzate guarnizioni, o componenti d'installazione, contenenti amianto; inoltre tutti i materiali sintetici utilizzati dovranno essere rigorosamente in classe 0 di reazione al fuoco. Prima dell'applicazione dei materiali isolanti alle tubazioni, e prima della chiusura delle tracce, essere provata e accertata la tenuta idraulica dell'intera rete di tubazioni; la verifica potrà essere realizzata anche sezionando in più parti la rete e procedendo alle singole verifiche parziali. L'accertamento della tenuta idraulica delle reti di distribuzione dei fluidi

consisterà nel caricamento con acqua ed applicazione al circuito di una pressione di 4 bar superiore a quella di esercizio per un tempo non inferiore a 48 ore; prima dello svuotamento dell'impianto si dovrà verificare l'assenza di perdite d'acqua in tutti i punti della rete. Di tali prove, nonché della prova di circolazione dei fluidi, dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalla D.LL.

Dopo la fine dei lavori, e comunque prima della consegna provvisoria degli impianti funzionanti, dovranno essere consegnate al D.L. "note" e parametri di taratura definiti in fase di messa in servizio; documentazioni tecniche di selezione di tutti i componenti di distribuzione dei fluidi, rilasciate dai rispettivi costruttori; "rapporto prove e tarature" debitamente completato secondo quanto previsto nella Specifica Tecnica "Prove e tarature impianti"; certificati di origine, prova, omologazione, delle apparecchiature soggette a verifica da parte di organismi preposti (INAIL ex ISPEL).

Non saranno valutati, essendo inclusi forfettariamente, i seguenti oneri: saldature e relativi materiali di consumo per la realizzazione della rete tubazioni in acciaio e qualsiasi sfrido di lavorazione, sia eseguita in officina che in cantiere;

I componenti d'impianto descritti di seguito dovranno essere installati "a regola d'arte", secondo quanto previsto negli schemi funzionali e planimetrie di progetto, tutto il valvolame prescritto dovrà avere requisiti coerenti con le pressioni nominali e le temperature massime di esercizio dei circuiti in cui sarà installato; in ogni caso non saranno accettati prodotti con caratteristiche di pressione nominale inferiore a PN 10 e temperature di esercizio inferiori a 105 °C.

Il valvolame descritto di seguito, se non diversamente indicato in progetto, sarà del tipo con attacchi filettati secondo ISO 7/1 per diametri delle tubazioni fino a 1"1/2 (DN 40), e del tipo flangiato per diametri superiori; le flange adottate saranno del tipo unificato a 4 fori, con requisiti di pressione nominale non inferiore a quelli del valvolame relativo. Il diametro nominale del valvolame installato, se non diversamente indicato in progetto, dovrà corrispondere al diametro delle tubazioni nelle quali è installato; in ogni caso in cui vi sia differenza tra il diametro dei valvolame utilizzato rispetto al diametro delle tubazioni relative, dovranno essere adottati raccordi troncoconici di collegamento tra i diversi diametri, con angolo di conicità uguale o inferiore a 20° rispetto all'asse longitudinale delle tubazioni. Tutto il valvolame dovrà riportare marchiatura indelebile sul corpo, indicante il diametro nominale, la pressione nominale, la posizione di montaggio (nel caso di valvole di ritegno, o a "flusso avviato"). Per le saracinesche e valvole d'intercettazione se non diversamente indicato in progetto potranno essere adottate i seguenti tipi di saracinesche e valvole di intercettazione:

- Valvole a sfera costituite da corpo in ottone cromato, sfera in acciaio inox AISI 304 a passaggio totale, rotante su sede emisferica in PTFE (teflon); leva di comando in lega leggera verniciata e dotata di innesto ad asola (2 posizioni sfasate di 180°) e dado di fissaggio; tali valvole potranno essere utilizzate per fluidi non incrostanti, a temperatura massima di 95°, e diametri massimi di 1" 1/2 (DN 40);
- Valvole a ghigliottina (saracinesche) a corpo piatto, costituite da corpo in ghisa sferoidale, asta in acciaio inox AISI 304 e anello tenuta asse in PTFE, otturatore a cuneo in ottone, acciaio o ghisa, battente su sede morbida in neoprene, volantino di comando in acciaio verniciato o PVC; tali valvole potranno essere utilizzate per fluidi non combustibili a temperatura massima di 105°, e senza limitazioni sul diametro;
- Valvole a farfalla tipo "Wafer" costituite da corpo in acciaio inox AISI 304 e perno dello stesso materiale, tenuta asse in PTFE, disco di tenuta in ottone con anello di tenuta morbida in neoprene, leva di comando in lega leggera verniciata con leva a scatto di fermo su cremagliera per il bloccaggio su posizioni intermedie; tali valvole potranno essere utilizzate per fluidi non combustibili, né incrostanti, a temperatura massima di 105 °C, e senza limitazioni sul diametro. Per le valvole di ritegno se non diversamente indicato in progetto potranno essere adottate i seguenti tipi di valvole di ritegno: 0 Valvole di ritegno "tipo Europa" costituite da corpo in ottone, otturatore sagomato ad ogiva in PTFE, molla di richiamo; tali valvole dovranno avere caratteristiche portate tali da non introdurre perdite di carico superiori al 3% della prevalenza della pompa relativa al circuito nel quale sono inserite; tali valvole potranno essere utilizzate per fluidi non incrostanti a temperatura massima di 95 °C, e diametri massimi di 1"1/2 (DN 40);
- Valvole di ritegno "a clapet" costituite da corpo in ghisa sferoidale, clapet dello stesso materiale con anello di tenuta morbida in neoprene, adatte per montaggio con asse longitudinale sia orizzontale che verticale; tali valvole potranno essere utilizzate per fluidi non combustibili a temperatura massima di 105 °C, e senza limitazioni sul diametro;
- Valvole di ritegno a disco tipo "vafer" per installazione tra flange, costituite da corpo e disco e molla di richiamo in acciaio inox AISI 304; tali valvole potranno essere utilizzate per fluidi non combustibili a temperatura massima di 105 °C, e senza limitazioni sul diametro.
- Per i filtri a rete a Y se non diversamente indicato in progetto potranno essere adottate i seguenti tipi di filtri a rete a Y: a) filtri a rete costituiti da

corpo in ottone e cestello di raccolta delle impurità in rete d'acciaio inox AISI 304 con maglia adatta a fermare particelle di diametro superiore a 5/10 mm., accessibile mediante rimozione di tappo filettato nella parte inferiore; tali filtri potranno essere utilizzati per diametri fino a 1" 1/2 (DN 40); b) filtri a rete costituiti da corpo in ghisa sferoidale e cestello di raccolta delle impurità in rete d'acciaio inox AISI 304 con maglia adatta a fermare particelle di diametro superiore a 5/10 mm., accessibile mediante rimozione di tappo flangiato nella parte inferiore; tali filtri potranno essere utilizzati senza limitazioni di diametro 60.

- Per i giunti elastici se non diversamente indicato in progetto potranno essere adottate i seguenti tipi di giunti elastici: giunti elastici, utilizzati quali smorzatori di vibrazioni propagantesi da macchine rotanti quali pompe, compressori, ecc, costituiti da soffiutto in neoprene bloccato per compressione sugli attacchi alle tubazioni, con caratteristiche di allungamento utile non inferiori a cm. 10; tali giunti potranno essere utilizzate per fluidi non combustibili a temperatura massima di 95 °C; nei diametri superiori a 1"1/2 (DN40) dovranno avere attacchi flangiati; giunti elastici, utilizzati quali smorzatori di vibrazioni propagantesi da macchine rotanti quali pompe, compressori, ecc, costituiti da tubo in neoprene rivestito di calza in filo d'acciaio zincato, con caratteristiche di allungamento nullo; tali giunti potranno essere utilizzate per fluidi non combustibili a temperatura massima di 45 °C; nei diametri superiori a 1"1/2 (DN40) dovranno avere attacchi flangiati; giunti elastici, utilizzati quali smorzatori di vibrazioni o giunti di dilatazione, costituiti da soffiutto in lamiera di acciaio armonico AISI 304 di tipo ondulato, con caratteristiche di allungamento utile non inferiori a cm.25; tali giunti potranno essere utilizzate per fluidi senza limitazione di temperatura; nei diametri superiori a 1"1/2 (DN40) dovranno avere attacchi flangiati.
- Per le valvole di sfiato automatico se non diversamente indicato in progetto potranno essere adottate i seguenti tipi di valvole di sfiato automatico: valvole di sfiato automatico costituite da corpo in ghisa sferoidale, attacco inferiore e superiore filettati secondo ISO 7/1, piastra flangiata superiormente di ispezione del galleggiante e dell'otturatore; tali valvole potranno essere utilizzate per fluidi non combustibili a temperatura massima di 95 °C. Qualsiasi tipo di valvola di sfiato dovrà essere dotata di valvola di intercettazione (lato circuito), ed installata realizzando anche il convogliamento a tenuta della tubazione di sfiato (lato superiore) fino al pozzetto di scarico più vicino.

- Per le valvole di taratura se non diversamente indicato in progetto potranno essere adottate i seguenti tipi di valvole di taratura: valvole di taratura "a flusso avviato" costituite da corpo in ottone, otturatore sagomato con anello di tenuta morbida in neoprene, asta di comando in acciaio inox AISI 304, tenuta asse in PTFE, volantino di comando in acciaio verniciato o PVC, indicatore delle posizioni dell'otturatore; le valvole dovranno essere corredate da diagramma caratteristico indicante posizione dell'otturatore e relativa perdita di carico prodotta; tali valvole dovranno avere caratteristiche portate tali da non introdurre, a valvola completamente aperta perdite di carico superiori al 6% della prevalenza della pompa relativa al circuito nel quale sono inserite; tali valvole potranno essere utilizzate per fluidi non incrostanti a temperatura massima di 95 °C, e diametri massimi di 1"1/2 (DN 40); valvole di taratura "a flusso avviato" costituite da corpo in ghisa sferoidale, otturatore sagomato con anello di tenuta morbida in neoprene, asta di comando in acciaio inox AISI 304, tenuta asse in PTFE, volantino di comando in acciaio verniciato; le valvole dovranno essere corredate da diagramma caratteristico indicante posizione dell'otturatore e relativa perdita di carico prodotta; tali valvole dovranno avere caratteristiche portate tali da non introdurre, a valvola completamente aperta perdite di carico superiori al 4% della prevalenza della pompa relativa al circuito nel quale sono inserite; tali valvole potranno essere utilizzate per fluidi non incrostanti a temperatura massima di 95 °C, e senza limitazioni sul diametro.

Gli apparecchi accessori descritti, dovranno essere installati parallelamente agli assi di simmetria delle tubazioni; solo in caso eccezionale e motivato saranno ammesse installazione obliqui rispetto a quanto precedentemente richiesto.

Durante la fase di montaggio e nel caso di stoccaggio a piè d'opera, il valvolame, dovrà essere adeguatamente protetto ad evitare l'intromissione di corpi estranei, animali, ecc. In nessun caso potranno essere utilizzate guarnizioni, o componenti d'installazione, contenenti amianto; inoltre tutti i materiali sintetici utilizzati dovranno essere rigorosamente in classe 0 di reazione al fuoco.

Prima della applicazione dei materiali isolanti al valvolame e prima della chiusura delle tracce dovrà essere provata e accertata la tenuta idraulica; la verifica potrà essere realizzata anche sezionando in più parti la rete e procedendo alle singole verifiche parziali. L'accertamento della tenuta idraulica del valvolame consisterà nel caricamento con acqua ed applicazione al circuito di una pressione di 4 bar superiore a quella di esercizio

per un tempo non inferiore a 48 ore; prima dello svuotamento dell'impianto si dovrà verificare l'assenza di perdite d'acqua. Di tali prove dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalla D.LL.

Quando richiesto da D.LL. dovrà essere fornita in cantiere una campionatura dei componenti di impianto descritti nella presente specifica, per la accettazione definitiva da parte della D.LL.. Dopo la fine dei lavori, e comunque prima della consegna provvisoria degli impianti funzionanti, dovranno essere consegnate al D.LL. in triplice copia: documentazioni tecniche di selezione di tutti i componenti di distribuzione dei fluidi, rilasciate dai rispettivi costruttori; "Rapporto prove e tarature" debitamente completato.

ISOLAMENTO TERMICO PER GLI IMPIANTI TERMICI

Il lavoro comprende in senso non limitativo: isolamento termico di tubazioni, valvolame ed accessori per circuiti acqua calda riscaldamento, isolamento termico delle apparecchiature facenti parte degli impianti.

L'impresa, prima di iniziare i lavori, dovrà fornire la documentazione tecnica relativa agli isolanti, mastici, rivestimenti ed altri materiali che intende utilizzare per l'esecuzione delle opere. I materiali forniti dall'Impresa per le opere di isolamento dovranno giungere in cantiere in imballi originali con l'identificazione del nome del costruttore, del tipo e la sigla del materiale contenuto. Sono escluse dallo scopo della presente specifica le seguenti attività:

- Verniciature in genere se non espressamente richieste in specifica;
- Isolamento delle tubazioni preisolate in fabbrica e/o dotate di isolamento termico originale applicato in fabbrica.

Per le tubazioni la posa dell'isolamento dovrà essere effettuata sulle tubazioni dopo che queste sono state protette con una doppia mano di primer anticorrosivo. Per le tubazioni installate in vista, nelle centrali e all'esterno del fabbricato a servizio dei circuiti acqua calda riscaldamento, lo spessore dell'isolamento dovrà essere in accordo al DPR 412 del 26.8.93, all. B, tabella 1. Lo spessore minimo dell'isolamento delle linee sarà di 20 mm. L'isolamento sarà realizzato con guaine in elastomeri espansi adatti per tubazioni convoglianti fluidi da -75 a 100 °C (coefficiente di conducibilità minimo a 50°C = 0,04 w/m°C). I flessibili saranno del tipo resistente al fuoco ed autoestinguenti, avranno una struttura a celle chiuse tali da conferire all'isolamento un'elevata dote di impermeabilità e di barriera al vapore (fattore minimo di resistenza alla diffusione del vapore acque = 1600), il tubo flessibile dovrà essere fatto scivolare sulle tubazioni da isolare evitando per quanto possibile il taglio

longitudinale, nel caso che questo sia necessario, esso sarà eseguito con lame o dime adatte allo scopo al fine di ottenere un taglio preciso. Nell'applicazione dei mastici per l'incollaggio dovrà essere ripristinata la perfetta tenuta in corrispondenza di tutte le interruzioni dell'isolamento, comprese le testate. Questa sarà ottenuta applicando sulla tubazione, prima della chiusura, l'adesivo consigliato dal fornitore per una larghezza di almeno 3 cm. L'isolamento sarà protetto e rifinito esternamente in relazione al luogo d'installazione e pertanto avremo:

- Per le tubazioni passanti in vista all'interno dei locali: foglio saldato in PVC rigido tipo "Isogenopak" con stuccatura e lamierini di alluminio di protezione alle testate oppure lamierino di alluminio dello spessore di 6/10 fissato con viti autofilettanti
- Per le tubazioni passanti in vista all'esterno dell'edificio lamierino di alluminio dello spessore di 6/10 fissato con viti autofilettanti e siliconato nelle giunzioni.
- Per il valvolame e gli accessori: isolamento mediante coppelle in fibra di vetro o lana minerale, e/o coppelle in polistirolo, densità 30 Kg/mc e barriera al vapore. Le coppelle di materiale isolante saranno divise in due metà e assiate mediante fasciatura con garza di vetro e tenuta con applicazione di uno strato di mastice.

ELETTROPOMPE A GIRI VARIABILI

Elettropompe centrifughe, adatte per il fluido da convogliare, saranno a pressione costante, pressione proporzionale, velocità fissa e AUTOADAPT (preimpostato in fabbrica). Ciascuna modalità di controllo presenta tre variabili, offrendo un totale di 10 impostazioni della modalità di controllo, per massima flessibilità ed efficienza energetica; dovranno rispettare la normativa EuP che richiede che tutte le pompe di circolazione presentino un Energy Efficiency Index (EEI) minore di 0,20 e di caratteristiche seguenti:

- corpo pompa con trattamento superficiale a cataforesi
- albero e cuscinetti in ceramica
- motore a magneti permanenti al neodimio
- sensore di portata per ricerca guasti e bilanciamento

GRUPPO TERMICO A CONDENSAZIONE

Il generatore di calore ad acqua calda a condensazione e a basse emissioni inquinanti, sarà costituito da uno scambiatore con serpentina corrugata

bimetallica, bruciatore premiscelato a microfiamma con singolo elettrodo e a basse emissioni inquinanti con funzionamento modulante.

Risulterà completo di termoregolazione climatica con sonda esterna per la gestione a temperatura variabile della temperatura acqua in mandata all'impianto nella serie M (master), di supporto per caldaia, collettore di mandata, di ritorno isolati e gas, con caratteristiche equivalenti a:

- Rendimento utile a Pn max con temperatura 80°/60°C del 98,4%
- Rendimento utile a Pn max con temperatura 50°/30°C del 108%
- Rendimento utile al 30% Pn max con temperatura 80°/60°C del 108,7%
- Temperatura fumi maggiore di 5°C rispetto alla temperatura di ritorno
- mantello esterno formato da pannelli in lamiera, assemblati con innesti a scatto e rimovibili per una totale accessibilità alla caldaia
- bruciatore premiscelato a microfiamma e a basse emissioni inquinanti
- accensione elettronica con controllo di fiamma a ionizzazione con elettrodo unico
- scambiatore con serpentina corrugata bimetallica: rame lato acqua e acciaio inossidabile lato fumi
- rapporto di modulazione > 3:1
- funzionamento in climatico con sonda esterna
- display con visualizzazione stato caldaia, temperatura, parametri ed autodiagnosi
- interruttore bipolare accessibile dall'esterno
- interruttore di sezionamento per ciascun elemento termico
- termostato di sicurezza a riarmo manuale su ogni elemento termico
- sonde caldaia di tipo NTC di mandata e ritorno
- pressostato differenziale per sicurezza circolazione acqua
- valvola sicurezza 5,5 bar per ogni elemento
- valvola di sfiato automatica
- sezionatore mandata e ritorno sul collettore
- valvola di non ritorno
- sonda fumi su ogni elemento
- sistema antigelo di primo livello per temperatura fino a 3°C
- sistema anti-bloccaggio del circolatore e delle valvole a tre vie
- funzione antilegionella per l'eventuale bollitore abbinato
- ingresso 0-10 Vdc lineare per richiesta di calore in potenza o in temperatura
- uscita a relè per segnalazioni a distanza degli allarmi
- supporto metallico per attaccare la caldaia
- collettore di mandata e di ritorno isolato
- collettore gas
- predisposizione per possibile collegamento a bollitore esterno completo di sonda/termostato e circolatore, un impianto diretto con circolatore e

termostato e in impianto miscelato con circolatore, valvola miscelatrice e termostato oppure una valvola miscelatrice indipendente la cui pompa è gestita esternamente da un termostato ed un circolatore caldaia

- pressione massima di esercizio riscaldamento 6 bar
- conforme alle norme CEI
- grado di protezione elettrica IPX4D
- basse emissioni classe 5 NOx : valore ponderato 14 ppm – 25 mg/kWh
- conforme alla direttiva 90/396/CEE - marcatura CE
- conforme alla direttiva 89/336/CEE (compatibilità elettromagnetica)
- conforme alla direttiva 73/23/CEE (bassa tensione)
- conforme alla direttiva 92/42/CEE (rendimenti) – 4 stelle

OPERAZIONI PRELIMINARI DI MESSA IN SERVIZIO PROVE E TARATURE IMPIANTI

Documentazione da produrre in fase di collaudo:

La ditta appaltatrice dovrà fornire alla Committenza la seguente documentazione:

- Certificato di avviamento rilasciato dalla ditta costruttrice della regolazione, attestante l'avvenuta taratura e avviamento con impianto lasciato in funzionamento automatico e valido per l'inizio del periodo di garanzia.
- Manuale d'uso e manutenzione dell'impianto, in duplice copia, riportante tutte le caratteristiche di funzionamento dell'impianto, ivi compresi i dati di taratura impostati in fase di avviamento.
- Fogli tecnici e certificazioni a norme CE della strumentazione installata.
- Elenco completo dei materiali di cui si consiglia una scorta minima per il Manutentore onde evitare fermi impianto.

Prove meccaniche e di funzionalità

Alla fine dei montaggi (sia meccanici che elettrici) la ditta appaltatrice dovrà provvedere alle prove di tenuta meccanica di tutte le valvole, sonde e termostati e al loro corretto posizionamento, in caso di difformità dal progetto ne darà comunicazione alla D.L. Successivamente, con impianto in funzione e regolazione in manuale, provvederà alle prove di funzionamento dei servomotori (accoppiamenti meccanici, corsa del motore, senso di rotazione) e alla rispondenza dei valori misurati dalle sonde, rilevando i valori elettrici misurati ai morsetti di collegamento delle sonde con la periferica di regolazione,

convertendoli attraverso le tabelle di corrispondenza in temperatura, umidità o pressione (fornite dal costruttore) e confrontandoli con quelli misurati da uno strumento di misura.

Tarature e avviamento

Sarà compito della ditta appaltatrice convocare il personale specializzato della ditta costruttrice per la taratura dei parametri di controllo, contemporaneamente si procederà all'avviamento di tutto l'impianto di regolazione verificandone il funzionamento verificando il senso d'azione dei regolatori attraverso il movimento dei servomotori delle valvole. Sarà quindi eseguito, da parte del personale della ditta costruttrice un breve corso d'istruzione alla ditta appaltatrice, la quale ne prenderà nota onde poter eseguire eventuali ulteriori affinamento prima del collaudo e dare tutte le risposte necessarie in fase di collaudo.

Bilanciamento circuiti idraulici

Il bilanciamento dei circuiti idraulici sarà effettuato di norma agendo sulle valvole di taratura. Nel caso siano installate flange tarate o altri sistemi di misura delle portate la rilevazione sarà effettuata con strumenti omologati per il tipo di misuratore in campo. In assenza di mezzi di misura in campo la portata d'acqua sarà determinata utilizzando dati indiretti. Se le elettropompe non saranno in grado di erogare la portata d'acqua richiesta, se si verificano perdite di carico eccessive nelle apparecchiature servite o se l'assorbimento dei motori elettrici sarà superiore al valore di targa, l'impresa dovrà informare immediatamente la Direzione Lavori e realizzare, a proprie spese, gli interventi correttivi. Ultimati gli interventi correttivi l'impresa dovrà ripetere le operazioni di taratura e bilanciamento dell'impianto. Le operazioni di bilanciamento dovranno essere realizzate prima del completamento delle opere civili di finitura al fine di evitare il danneggiamento delle stesse.

Ispezioni e prove finali

Completate le operazioni ai punti precedenti l'impresa potrà richiedere alla Committenza il collaudo degli impianti. Il collaudo sarà effettuato solo dopo che l'impresa abbia fornito almeno una copia della relazione finale illustrante il lavoro di bilanciamento degli impianti firmata dall'operatore che ha eseguito le operazioni. Durante il collaudo la Direzione Lavori provvederà eventualmente alla ripetizione dei 20% delle misure effettuate in sede di messa a punto e taratura. Se nel corso di queste operazioni dovessero riscontrarsi scostamenti apprezzabili rispetto alle misure riportate nel rapporto finale relativo al lavoro di bilanciamento degli impianti, il collaudo sarà considerato negativo e l'impresa dovrà ribilanciare il sistema e stilare un nuovo rapporto.

Operazioni preliminari

Prima dell'inizio delle operazioni di taratura e bilanciamento l'impresa dovrà ispezionare accuratamente gli impianti per verificare la completezza, la funzionalità e l'aderenza alle specifiche e ai disegni di progetto. La verifica funzionale degli impianti dovrà assicurare che gli stessi funzionino in modo regolare senza variazioni repentine di temperatura. Per le tarature e i bilanciamenti potranno essere presi a riferimento i termometri, i manometri e la strumentazione installata in campo. L'Impresa dovrà assicurarsi della attendibilità e precisione degli strumenti installati confrontandone le misure con strumenti campione.

ELABORATI TECNICI

Ad ultimazione dei lavori relativi agli impianti elettrici, oggetto del presente Capitolato, e comunque prima delle operazioni di collaudo definitivo, l'appaltatore consegnerà:

- i certificati di verifica e collaudo di quelle macchine ed apparecchiature utilizzate nella realizzazione degli impianti, per le quali tali certificati siano richiesti dalle vigenti Norme;
- i disegni e gli schemi funzionali e topografici degli impianti, aggiornati con le varianti eventualmente apportate in corso d'opera;
- i libretti con le norme d'esercizio e manutenzione delle apparecchiature.

INDICAZIONI DI PROGETTO

TUBAZIONE DI COLLEGAMENTO TRA IL GENERATORE ED IL VASO DI ESPANSIONE.

La tubazione di collegamento tra generatore e vaso di espansione dovrà essere protetta dal gelo e realizzata in modo da non presentare punti di accumulo di incrostazioni o depositi ed avrà curve con raggio di curvatura "R" non inferiore a 1,5 volte il diametro interno.

PRESCRIZIONI PER IL POSIZIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI SICUREZZA, PROTEZIONE E CONTROLLO.

La tabella seguente descrive le prescrizioni per il posizionamento dei dispositivi di sicurezza, protezione e controllo (riguarda le distanze dal generatore e le tubazioni di installazione).

COMPONENTI	TIPO	COMPONENTE INSTALLATO SUL GENERATORE DI CALORE O SULLA TUBAZIONE AD UNA DISTANZA MASSIMA DALLA CALDAIA DI:	INSTALLAZIONE PRIMA DI QUALSIASI VALVOLA DI INTERCETTAZIONE E TUBAZIONE DI INSTALLAZIONE	RIFERIMENTO RACCOLTA RISPESL ed. 2009
VALVOLA DI SICUREZZA	SICUREZZA	1,0 m	SI - MANDATA	R.3.B - 2
VALVOLA INTERCETTAZIONE COMBUSTIBILE	SICUREZZA	1,0 m	SI - MANDATA	R.2.A - 4
VALVOLA DI SCARICO TERMICO	SICUREZZA	1,0 m	SI - MANDATA	R.2.A - 3
TERMOSTATO DI REGOLAZIONE	PROTEZIONE	1,0 m	SI - MANDATA	R.2.B - 1
TERMOSTATO DI BLOCCO	PROTEZIONE	1,0 m	SI - MANDATA	R.2.B - 1
PRESSOSTATO DI BLOCCO	PROTEZIONE	1,0 m	SI - MANDATA	R.2.B - 1
PRESSOSTATO DI MINIMA	PROTEZIONE	1,0 m	SI - MANDATA	R.3.B - 8
LIVELLOSTATO DI MINIMA	PROTEZIONE	1,0 m	SI - MANDATA	R.3.B - 8
TERMOMETRO	CONTROLLO	1,0 m	SI - MANDATA	R.2.C - 3
POZZETTO PER TERMOMETRO CAMPIONE	CONTROLLO	1,0 m	SI - MANDATA	R.2.C - 3
MANOMETRO CON FLANGIA	CONTROLLO	1,0 m	SI - MANDATA O RITORNO	R.2.C - 2
FLUSSOSTATO	CONTROLLO	(*)	NO	(*)
VASO DI ESPANSIONE	ESPANSIONE	1,0 m	SI - MANDATA O RITORNO	R.3.B - 3

(*) Nessuna prescrizione prevista dalla Raccolta R (ed. 2009)

COLLEGAMENTI ELETTRICI.

L'installatore elettricista dovrà rispettare le prescrizioni di seguito elencate:

- i termostati devono essere indipendenti negli organi di comando e di controllo;
- nel caso di bruciatori monofase è ammesso il collegamento in serie dei termostati di regolazione, di blocco e del pressostato di blocco purché detti dispositivi interrompano direttamente il circuito elettrico di alimentazione (senza fare uso di contattori intermedi);
- nel caso di bruciatori atmosferici i termostati di regolazione e di blocco devono agire su due distinte elettrovalvole di intercettazione del gas (che possono essere riunite in un unico corpo multifunzionale)

- nel caso di bruciatori trifase il termostato di regolazione deve agire su un contattore, mentre il termostato di blocco e il pressostato di blocco devono agire su un secondo contattore; entrambi i contattori devono interrompere direttamente il circuito elettrico di alimentazione.

DOCUMENTI DA CONSERVARE E DA CONSEGNARE PER LA VISITA DI VERIFICA OMOLOGATIVA.

E' onere dell'installatore raccogliere, conservare e consegnare all'utente (con documento di ricevuta) i seguenti documenti:

COMPONENTE	DOCUMENTO DA CONSERVARE	RIFERIMENTO R-2009
CALDAIA	CERTIFICATO DI PROVA IDRAULICA O CERTIFICATO DI COSTRUZIONE DEL GENERATORE	R.4.A 2.1
GENERATORI MODULARI	CERTIFICATO DI RISPONDENZA PROTOTIPO	R.4.A 2.4
VALVOLA INTERCETTAZIONE COMBUSTIBILE	CERTIFICATO DI TARATURA ISPESL	R.4.A 2.1
VALVOLA DI SICUREZZA	CERTIFICATO DI TARATURA ISPESL	R.4.A 2.1
VALVOLA DI SCARICO TERMICO	CERTIFICATO DI TARATURA ISPESL	R.4.A 2.1
VASI DI ESPANSIONE	CERTIFICATO CE ATTREZZATURE A PRESSIONE	R.4.A 2.2
TERMOSTATO DI BLOCCO	CERTIFICATO DI RISPONDENZA PROTOTIPO	R.2.B.2
PRESSOSTATO DI BLOCCO	CERTIFICATO DI RISPONDENZA PROTOTIPO	R.2.B.2
PRESSOSTATO o LIVELLOSTATO DI MINIMA	CERTIFICATO DI RISPONDENZA PROTOTIPO	R.2.B.2

NOTA: Per tutti i componenti di nuova installazione conservare il certificato di omologazione e riporlo nell'apposita cassetta porta documenti, in quanto da presentare al funzionario ISPESL in sede di collaudo.

In caso di smarrimento del certificato il componente dovrà essere sostituito.

ISOLAMENTO TERMICO DELLE TUBAZIONI.

L'isolamento termico delle tubazioni corrisponderà alle indicazioni della legge n. 10/91 e del DPR 412/93. Per tubazioni correnti in centrale termica gli spessori saranno il 100% dell'Allegato B - DPR 412, pari a:

CONDUTTIVITÀ (W/m°C)	DIAMETRO ESTERNO DELLA TUBAZIONE					
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0.030	13	19	26	33	37	40
0.032	14	21	29	36	40	44
0.034	15	23	31	39	44	48
0.036	17	25	34	43	47	52
0.038	18	28	37	46	51	56
0.040	20	30	40	50	55	60
0.042	22	32	43	54	59	64
0.044	24	35	46	58	63	69
0.046	26	38	50	62	68	74
0.048	28	41	54	66	72	79
0.050	30	44	58	71	77	84

RIFERIMENTI NORMATIVI PER LE PRESCRIZIONI DI SICUREZZA, ANTINCENDIO, RISPARMIO ENERGETICO ED IMPIANTI ELETTRICI.

Il locale focolari, l'impianto di alimentazione del combustibile, l'aerazione, gli apparecchi ed i bruciatori, i canali di fumo, i camini, l'impianto elettrico e le strutture edili sono conformi alle vigenti disposizioni di legge:

a) per impianti elettrici:

- Legge n. 186/68
- Norma CEI 64-8
- Norma CEI 31-87
- Norma CEI 31-56
- Norma CEI 31-66

b) per combustibili liquidi (norme antincendio):

- DLgs n. 152/06

- D.M. 28.04.2005
- c) per combustibili gassosi (norme antincendio):
 - D.M. 12.04.1996
 - Legge n. 1083/71
 - Norme UNI – CIG
 - D.M. 24.11.1984
- d) per la sicurezza:
 - D.M. 37/08
 - DLgs n. 81/08
- e) per il risparmio energetico:
 - Legge n. 10/91
 - DPR n. 412/93
 - D.M. 13.12.1993
 - DPR n. 551/99
 - DLgs n. 192/05 e s.m.i.

Alla fine dei lavori l'installatore rilascerà la dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/08, completa degli allegati obbligatori in 5 copie (n.1 per se stesso, n.1 per l'utente, n.1 per il distributore e n. 2 per lo Sportello Unico dell'edilizia del Comune).

Bordighera li, 19/11/2018

Il Tecnico:

RILIEVO CORPI RADIANTI

Piano	Identificazione		Locale	Pot Watt Radiatore	Pot Watt Tubo	Pot Watt Totale	N° riferimento	tipo valvola	tipologia radiatore	N° elem.	largh. elem.	Largh. Rad.	Altezza	Prof.	W elem.
pr	Codice	5	SCALA	2321	104	2425	001	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
pr	Codice	5	RIPOSTIGLIO	locali non riscaldati											
pr	Codice	5	AULA	2321	104	2425	003	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
pr	Codice	5	AULA	2321	104	2425	003	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
pr	Codice	5	AULA	2321	104	2425	004	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
pr	Codice	5	AULA	2321	104	2425	004	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
pr	Codice	5	CUCINA	locali non riscaldati											
pr	Codice	5	DISPENSA	locali non riscaldati											
pr	Codice	5	DISIMPEGNO	locali non riscaldati											
pr	Codice	5	SALA MENSA	1670	104	1774	008	"1/2 DR SX	ghisa	20	50	1000	675	100	16900
pr	Codice	5	SALA MENSA	1670	104	1774	008	"1/2 DR DX	ghisa	20	50	1000	675	100	16900
pr	Codice	5	SALA MENSA	2801	104	2905	008	"1/2 DR SX	ghisa	19	50	950	875	150	16900
pr	Codice	5	SALA MENSA	1983	104	2087	008	"1/2 SQ SX	ghisa	20	50	1000	580	150	16900
pr	Codice	5	SALA MENSA	1306	104	1410	009	"1/2 SQ SX	piastra			630	675	100	22500
pr	Codice	5	SALA MENSA	1306	104	1410	009	"1/2 SQ DX	piastra			630	675	100	22500
pr	Codice	5	SALA MENSA	1306	104	1410	009	"1/2 SQ SX	piastra			630	675	100	22500
pr	Codice	5	SALA MENSA	925	104	1029	009	"1/2 SQ SX	piastra			440	675	100	22500
pr	Codice	5	SALA MENSA	925	104	1029	009	"1/2 SQ SX	piastra			440	675	100	22500

Piano	Identificazione		Locale	Pot Watt Radiatore	Pot Watt Tubo	Pot Watt Totale	N° riferimento	tipo valvola	tipologia radiatore	N° elem.	largh. elem.	Largh. Rad.	Altezza	Prof.	W elem.
pr	Codice	5	SALA MENSA	925	104	1029	009	"1/2 SQ SX	piastra			440	675	100	22500
pr	Codice	5	AULA	3139	104	3243	010	"1/2 DR SX	piastra			1100	675	150	22500
pr	Codice	5	AULA	3139	104	3243	010	"1/2 DR SX	piastra			1100	675	150	22500
pr	Codice	5	AULA	3139	104	3243	011	"1/2 DR SX	piastra			1100	675	150	22500
pr	Codice	5	AULA	3139	104	3243	011	"1/2 DR SX	piastra			1100	675	150	22500
pr	Codice	5	AULA	3139	104	3243	012	"1/2 DR SX	piastra			1100	675	150	22500
pr	Codice	5	AULA	3139	104	3243	012	"1/2 DR SX	piastra			1100	675	150	22500
pr	Codice	5	SCALA	2402	104	2506	013	"1/2 DR SX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
pr	Codice	5	AULA	2402	104	2506	014	"1/2 DR SX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
pr	Codice	5	BAGNI	656	104	760	015	"1/2 DR SX	alluminio	5	55	275	850	70	28100
pr	Codice	5	BAGNI	656	104	760	016	"1/2 DR SX	alluminio	5	55	275	850	70	28100
pr	Codice	5	BAGNI	656	104	760	017	"1/2 DR SX	alluminio	5	55	275	850	70	28100
pr	Codice	5	DEP. CUCINA	locali non riscaldati											
pr	Codice	5	CORRIDOIO	3139	312	3451	039	"1/2 DR SX	piastra			1100	675	150	22500
pr	Codice	5	CORRIDOIO	3139	312	3451	039	"1/2 DR SX	piastra			1100	675	150	22500
pr	Codice	5	BAGNI	757	104	861	020	"1/2 DR SX	alluminio	4	80	320	850	70	28100
pr	Codice	5	BAGNI	1297	104	1401	021	"1/2 DR SX	alluminio	7	80	560	850	70	28100
pr	Codice	5	BAGNI	1117	104	1221	022	"1/2 DR SX	alluminio	6	80	480	850	70	28100
P1	Codice	5	AULA	2402	104	2506	023	"1/2 DR SX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900

Piano	Identificazione		Locale	Pot Watt Radiatore	Pot Watt Tubo	Pot Watt Totale	N° riferimento	tipo valvola	tipologia radiatore	N° elem.	largh. elem.	Largh. Rad.	Altezza	Prof.	W elem.
P1	Codice	5	AULA	2158	104	2262	024	"1/2 DR DX	ghisa	26	50	1300	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2321	104	2425	025	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2321	104	2425	025	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2321	104	2425	026	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2321	104	2425	026	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P1	Codice	5	SALA PROFESSORI	2239	104	2343	027	"1/2 DR SX	ghisa	27	50	1350	675	100	16900
P1	Codice	5	SALA PROFESSORI	2239	104	2343	028	"1/2 DR SX	ghisa	27	50	1350	675	100	16900
P1	Codice	5	ATRIO	2484	104	2588	029	"1/2 DR SX	ghisa	30	50	1500	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2402	104	2506	030	"1/2 DR SX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2402	104	2506	030	"1/2 DR DX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2402	104	2506	031	"1/2 DR SX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2402	104	2506	031	"1/2 DR DX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2402	104	2506	032	"1/2 DR SX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2402	104	2506	032	"1/2 DR DX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2402	104	2506	033	"1/2 DR SX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P1	Codice	5	AULA	2402	104	2506	033	"1/2 DR DX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P1	Codice	5	RIPOSTIGLIO	2321	104	2425	034	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P1	Codice	5	DIS. SCALA	2321	104	2425	035	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P1	Codice	5	PORTINERIA	1646	104	1750	036	"1/2 DR DX	alluminio	13	55	715	850	70	28100
P1	Codice	5	BAGNI	532	104	636	037	"1/2 DR SX	alluminio	4	55	220	850	70	28100

Piano	Identificazione		Locale	Pot Watt Radiatore	Pot Watt Tubo	Pot Watt Totale	N° riferimento	tipo valvola	tipologia radiatore	N° elem.	largh. elem.	Largh. Rad.	Altezza	Prof.	W elem.
P1	Codice	5	BAGNI	532	104	636	038	"1/2 DR SX	alluminio	4	55	220	850	70	28100
P1	Codice	5	PALESTRA	3139	104	3243	039	"1/2 DR SX	piastra			1100	675	150	22500
P1	Codice	5	PALESTRA	4817	104	4921	039	"1/2 DR SX	piastra			1700	675	150	22500
P1	Codice	5	PALESTRA	3978	104	4082	039	"1/2 DR SX	piastra			1400	675	150	22500
P1	Codice	5	PALESTRA	4817	104	4921	040	"1/2 DR DX	piastra			1700	675	150	22500
P1	Codice	5	PALESTRA	4817	104	4921	040	"1/2 DR DX	piastra			1700	675	150	22500
P1	Codice	5	PALESTRA	3139	104	3243	040	"1/2 DR SX	piastra			1100	675	150	22500
P1	Codice	5	ARCHIVIO	2158	104	2262	041	"1/2 DR SX	ghisa	26	50	1300	675	100	16900
P1	Codice	5	CORRIDOIO	2321	104	2425	042	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P1	Codice	5	CORRIDOIO	2321	104	2425	042	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P1	Codice	5	BAGNI	780	104	884	043	"1/2 DR SX	alluminio	6	55	330	850	70	28100
P1	Codice	5	BAGNI	1027	104	1131	044	"1/2 DR DX	alluminio	8	55	440	850	70	28100
P1	Codice	5	VANO SCALA	2402	104	2506	045	"1/2 SQ DX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P1	Codice	5	RIPOSTIGLIO	locali non riscaldati											
P2	Codice	5	AULA	2321	104	2425	047	"1/2 DR SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P2	Codice	5	RISTORO	1263	104	1367	048	"1/2 SQ DX	ghisa	15	50	750	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2158	312	2470	049	"1/2 SQ SX	ghisa	26	50	1300	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2158	104	2262	049	"1/2 SQ DX	ghisa	26	50	1300	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2158	312	2470	050	"1/2 SQ SX	ghisa	26	50	1300	675	100	16900

Piano	Identificazione		Locale	Pot Watt Radiatore	Pot Watt Tubo	Pot Watt Totale	N° riferimento	tipo valvola	tipologia radiatore	N° elem.	largh. elem.	Largh. Rad.	Altezza	Prof.	W elem.
P2	Codice	5	AULA	2158	104	2262	050	"1/2 SQ DX	ghisa	26	50	1300	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2158	312	2470	051	"1/2 SQ SX	ghisa	26	50	1300	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2158	104	2262	051	"1/2 SQ DX	ghisa	26	50	1300	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2158	312	2470	052	"1/2 SQ SX	ghisa	26	50	1300	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2158	104	2262	052	"1/2 SQ DX	ghisa	26	50	1300	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	1670	104	1774	053	"1/2 SQ SX	ghisa	20	50	1000	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2402	312	2714	054	"1/2 SQ SX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2402	104	2506	054	"1/2 SQ DX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2402	312	2714	055	"1/2 SQ SX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2402	104	2506	056	"1/2 SQ DX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2484	312	2796	056	"1/2 SQ SX	ghisa	30	50	1500	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2484	104	2588	057	"1/2 SQ DX	ghisa	30	50	1500	675	100	16900
P2	Codice	5	AULA	2402	312	2714	057	"1/2 SQ SX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P2	Codice	5	LOCALE	2402	312	2714	056	"1/2 SQ SX	ghisa	29	50	1450	675	100	16900
P2	Codice	5	SCALA EST	2321	104	2425	057	"1/2 SQ DX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P2	Codice	6	BAGNO	657	104	761	060	"1/2 DR DX	ghisa	4	50	200	1085	100	20300
P2	Codice	13	AULA	2291	104	2395	061	"1/2 SQ DX	piastra			590	1280	100	22500
P2	Codice	13	AULA	2291	104	2395	062	"1/2 SQ SX	piastra			590	1280	100	22500
P2	Codice	5	AULA	1670	104	1774	062	"1/2 SQ SX	ghisa	20	50	1000	675	100	16900

Piano	Identificazione		Locale	Pot Watt Radiatore	Pot Watt Tubo	Pot Watt Totale	N° riferimento	tipo valvola	tipologia radiatore	N° elem.	largh. elem.	Largh. Rad.	Altezza	Prof.	W elem.
P2	Codice	5	AULA	2291	104	2395	063	"1/2 SQ SX	piastra			590	1280	100	22500
P2	Codice	5	AULA	1670	312	1982	064	"1/2 SQ SX	ghisa	20	50	1000	675	100	16900
P2	Codice	5	CORRIDOIO	2321	104	2425	065	"1/2 SQ DX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P2	Codice	5	CORRIDOIO	2321	312	2633	066	"1/2 SQ SX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P2	Codice	5	CORRIDOIO	2321	312	2633	066	"1/2 SQ DX	ghisa	28	50	1400	675	100	16900
P2	Codice	5	BAGNO	531	312	843	067	"1/2 SQ SX	ghisa	6	50	300	675	100	16900
P2	Codice	5	BAGNO	1100	104	1204	068	"1/2 SQ DX	ghisa	13	50	650	675	100	16900
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	069	"1/2 SQ SX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	069	"1/2 SQ DX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	070	"1/2 SQ SX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	070	"1/2 SQ DX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	071	"1/2 SQ SX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	071	"1/2 SQ DX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	072	"1/2 SQ SX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	072	"1/2 SQ DX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	1279	104	1383	073	"1/2 SQ SX	ghisa	15	55	825	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	1279	104	1383	073	"1/2 SQ DX	ghisa	15	55	825	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	074	"1/2 SQ SX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	074	"1/2 SQ DX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600

Piano	Identificazione		Locale	Pot Watt Radiatore	Pot Watt Tubo	Pot Watt Totale	N° riferimento	tipo valvola	tipologia radiatore	N° elem.	largh. elem.	Largh. Rad.	Altezza	Prof.	W elem.
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	075	"1/2 SQ SX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	075	"1/2 SQ DX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	076	"1/2 SQ SX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	076	"1/2 SQ DX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	077	"1/2 SQ SX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	AULA	2107	104	2211	077	"1/2 SQ DX	ghisa	25	55	1375	580	100	18600
P3	Codice	3	UFFICIO	2355	104	2459	078	"1/2 SQ SX	ghisa	28	55	1540	580	100	18600
P3	Codice	3	INFERMERIA	2355	104	2459	079	"1/2 SQ DX	ghisa	28	55	1540	580	100	18600

DIMENSIONAMENTO COLONNE

Piano	Identificazione		Pot Watt Radiatori	Pot Watt Tubo	Pot Watt Totale	Portata tratto colonna [l/s]	Diametro tubo interno [mm]	Diametro tubo esterno [mm]	Velocità [m/s]
3	Colonna	1	6633	312	6945	0,193	20,40	25,00	0,58
3	Colonna	2	8844	416	9260	0,257	20,40	25,00	0,77
3	Colonna	3	7188	416	7604	0,211	20,40	25,00	0,63
3	Colonna	4	8844	416	9260	0,257	20,40	25,00	0,77
3	Colonna	5	6633	312	6945	0,193	20,40	25,00	0,58
3	Colonna	6	5139	208	5347	0,149	20,40	25,00	0,45
3	Colonna	7	3186	208	3394	0,094	20,40	25,00	0,28
3	Colonna	8	6564	312	6876	0,191	20,40	25,00	0,57
3	Colonna	9	4377	208	4585	0,127	20,40	25,00	0,38
3	Colonna	10	2633	104	2737	0,076	20,40	25,00	0,23
3	Colonna	11	5266	208	5474	0,152	20,40	25,00	0,46
3	Colonna	12	2047	208	2255	0,063	20,40	25,00	0,19
3	Colonna	13	3792	208	4000	0,111	20,40	25,00	0,33
2	Colonna	1	13627	312	13939	0,387	26,20	32,00	0,70
2	Colonna	2	18308	416	18724	0,520	26,20	32,00	0,94
2	Colonna	3	16616	416	17032	0,473	26,20	32,00	0,85
2	Colonna	4	19574	416	19990	0,555	26,20	32,00	1,00

2	Colonna	5	14441	312	14753	0,410	26,20	32,00	0,74
2	Colonna	6	10057	312	10369	0,288	20,40	25,00	0,86
2	Colonna	7	4840	416	5256	0,146	20,40	25,00	0,44
2	Colonna	8	14805	416	15221	0,423	26,20	32,00	0,76
2	Colonna	9	9752	416	10168	0,282	20,40	25,00	0,85
2	Colonna	10	5058	312	5370	0,149	20,40	25,00	0,45
2	Colonna	11	10116	312	10428	0,290	20,40	25,00	0,87
2	Colonna	12	3865	416	4281	0,119	20,40	25,00	0,36
2	Colonna	13	10011	416	10427	0,290	20,40	25,00	0,87
1	Colonna	1	20820	312	21132	0,587	26,20	32,00	1,06
1	Colonna	2	27926	416	28342	0,787	32,60	40,00	0,95
1	Colonna	3	24053	416	24469	0,680	32,60	40,00	0,77
1	Colonna	4	29598	416	30014	0,834	32,60	40,00	1,05
1	Colonna	5	21959	312	22271	0,619	32,60	40,00	0,71
1	Colonna	6	16657	208	16865	0,468	26,20	32,00	0,79
1	Colonna	7	6112	208	6320	0,176	20,40	25,00	0,48
1	Colonna	8	27890	312	28202	0,783	32,60	40,00	0,97
1	Colonna	9	20178	208	20386	0,566	26,20	32,00	1,02
1	Colonna	10	7483	104	7587	0,211	20,40	25,00	0,62
1	Colonna	11	14966	208	15174	0,422	26,20	32,00	0,75
1	Colonna	12	5880	208	6088	0,169	20,40	25,00	0,46
1	Colonna	13	12517	208	12725	0,353	26,20	32,00	0,67
PR	Colonna	1	9700	312	10012	0,278	20,40	25,00	0,78

PR	Colonna	2	3548	416	3964	0,110	26,20	32,00	0,94
PR	Colonna	3	7316	416	7732	0,215	26,20	32,00	0,85
PR	Colonna	4	7135	416	7551	0,210	26,20	32,00	1,00
PR	Colonna	5	6487	312	6799	0,189	20,40	25,00	0,52
PR	Colonna	6	2506	312	2818	0,078	20,40	25,00	0,86
PR	Colonna	7	10169	416	10585	0,294	20,40	25,00	0,44
PR	Colonna	10	9908	312	10220	0,284	20,40	25,00	0,45
PR	Colonna	12	3484	416	3900	0,108	20,40	25,00	0,36
PR	Colonna	13	2506	104	2610	0,073	16,20	20,00	0,31

PR	Tratto orizz.	13-1	15023	832	15855	0,440	20,40	25,00	1,22
PR	Tratto orizz.	1-12	45543	1248	46791	1,300	32,60	40,00	1,00
PR	Tratto orizz.	12-11	54907	1248	56155	1,560	32,60	40,00	1,83
PR	Tratto orizz.	11-CT	69873	1248	71121	1,976	32,60	40,00	1,48
PR	Tratto orizz.	2-3	31474	1248	32722	0,909	32,60	40,00	1,10
PR	Tratto orizz.	3-CT	127841	1248	129089	3,586	51,40	63,00	1,69
PR	Tratto orizz.	5-4	35581	1248	36829	1,023	32,60	40,00	1,38
PR	1° Tratto orizz.	4-3	65179	1248	66427	1,845	40,80	50,00	1,45
PR	2° Tratto orizz.	4-3	72314	832	73146	2,032	40,80	50,00	1,53
PR	Tratto orizz.	6-7	29332	1248	30580	0,849	26,20	32,00	1,66
PR	1° Tratto orizz.	7-10	35444	1248	36692	1,019	32,60	40,00	1,18
PR	2° Tratto orizz.	7-10	41931	1248	43179	1,199	32,60	40,00	1,39
PR	Tratto orizz.	10-8	49414	1248	50662	1,407	32,60	40,00	1,71
PR	1° Tratto orizz.	8/10-CT	77304	1248	78552	2,182	40,80	50,00	1,75
PR	2° Tratto orizz.	8/10-CT	79362	1248	80610	2,239	40,80	50,00	1,80

N° Progr.	Piano	Locale	N° identificativo	Superficie locale [m²]	Altezza locale	Volume riscaldato [m³]	Fabbisogno termico [kW/h]	Potenza radiatori attuali [kW/h]	Differenza [kW/h]
1	PR	SCALA	001	60,95	3,53	215,15	8,756	2,425	6,331
2	PR	RIPOSTIGLIO	002	locali non riscaldati					
3	PR	AULA	003	54,62	3,53	192,81	8,968	4,850	4,118
4	PR	AULA	004	49,39	3,53	174,35	6,082	4,850	1,232
5	PR	CUCINA	005	locali non riscaldati					
6	PR	DISPENSA	006	locali non riscaldati					
7	PR	DISIMPEGNO	007	locali non riscaldati					
8	PR	SALA MENSA	008	137,76	3,30	454,61	15,858	8,540	7,318
9	PR	SALA MENSA	009	131,66	3,30	434,48	15,156	7,316	7,840
10	PR	AULA	010	32,45	3,53	114,55	3,996	6,487	-2,491
11	PR	AULA	011	39,55	3,53	139,61	4,870	6,487	-1,617
12	PR	AULA	012	55,09	3,53	194,47	7,914	6,487	1,428
13	PR	SCALA	013	12,70	3,53	44,83	1,825	2,506	-0,682
14	PR	AULA	014	37,80	3,53	133,43	5,430	2,506	2,924
15	PR	BAGNI	015	5,05	3,53	17,83	0,725	0,760	-0,035
16	PR	BAGNI	016	3,97	3,53	14,01	0,570	0,760	-0,190
17	PR	BAGNI	017	4,51	3,53	15,92	0,648	0,760	-0,112
18	PR	DEP. CUCINA	018	locali non riscaldati					
19	PR	CORRIDOIO EXT.	019	38,33	3,53	135,30	5,507	6,903	-1,396
20	PR	BAGNI	020	2,27	3,53	8,01	0,326	0,861	-0,535
21	PR	BAGNI	021	3,79	3,53	13,38	0,544	1,401	-0,857
22	PR	BAGNI	022	3,85	3,53	13,59	0,553	1,221	-0,668
Totale fabbisogno termico piano TERRA/SEMINTERRATO							87,730	65,120	22,610

N° Progr.	Piano	Locale	N° identificativo	Superficie locale [m²]	Altezza locale	Volume riscaldato [m³]	Fabbisogno termico [kW/h]	Potenza radiatori attuali [kW/h]	Differenza [kW/h]
23	1	AULA	023	30,51	3,52	107,40	4,371	2,506	1,865
24	1	AULA	024	17,93	3,52	63,11	2,202	2,262	-0,060
25	1	AULA	025	53,83	3,52	189,48	6,610	4,850	1,760
26	1	AULA	026	53,83	3,52	189,48	6,610	4,850	1,760
27	1	SALA PROFESSORI	027	26,25	3,52	92,40	3,223	2,343	0,880
28	1	SALA PROFESSORI	028	28,22	3,52	99,33	3,465	2,343	1,122
29	1	ATRIO	029	46,69	3,52	164,35	5,733	2,588	3,146
30	1	AULA	030	54,35	3,52	191,31	6,674	5,012	1,661
31	1	AULA	031	53,30	3,52	187,62	6,545	5,012	1,532
32	1	AULA	032	55,13	3,52	194,06	6,769	5,012	1,757
33	1	AULA	033	56,48	3,52	198,81	8,091	2,506	5,585
34	1	RIPOSTIGLIO	034	15,23	3,52	53,61	1,870	2,425	-0,555
35	1	DIS. SCALA	035	28,64	3,52	100,81	4,103	2,425	1,678
36	1	PORTINERIA	036	12,59	3,52	44,32	1,804	1,750	0,054
37	1	BAGNI	037	10,50	3,52	36,96	1,504	0,636	0,868
38	1	BAGNI	038	4,56	3,52	16,05	0,653	0,636	0,017
39	1	PALESTRA	039	64,44	3,52	226,83	9,231	12,247	-3,015
40	1	PALESTRA	040	63,64	3,52	224,01	9,117	13,086	-3,969
41	1	ARCHIVIO	041	28,89	3,52	101,69	4,139	2,262	1,877
42	1	CORRIDOIO	042	196,60	3,52	692,03	28,164	4,850	23,314
43	1	BAGNI	043	2,73	3,52	9,61	0,391	0,884	-0,493
44	1	BAGNI	044	10,45	3,52	36,78	1,497	1,131	0,366
44	1	VANO SCALA	045	28,55	3,52	100,50	4,090	2,506	1,584
45	1	RIPOSTIGLIO	046	locali non riscaldati					
Totale fabbisogno termico piano PRIMO							126,855	84,123	42,732

N° Progr.	Piano	Locale	N° identificativo	Superficie locale [m²]	Altezza locale	Volume riscaldato [m³]	Fabbisogno termico [kW/h]	Potenza radiatori attuali [kW/h]	Differenza [kW/h]
47	2	UFFICIO	047	17,32	3,25	56,29	2,487	2,425	0,062
48	2	RISTORO	048	5,55	3,25	18,04	0,587	1,367	-0,780
49	2	AULA	049	56,50	3,25	183,63	7,473	4,732	2,741
50	2	AULA	050	53,86	3,25	175,05	5,699	4,732	0,967
51	2	AULA	051	53,86	3,25	175,05	5,699	4,732	0,967
52	2	AULA	052	55,17	3,25	179,30	5,838	4,732	1,106
53	2	AULA	053	46,62	3,25	151,52	4,933	1,774	3,159
54	2	AULA	054	54,61	3,25	177,48	5,779	5,220	0,558
55	2	AULA	055	58,58	3,25	190,39	6,199	5,220	0,978
56	2	AULA	056	50,25	3,25	163,31	5,317	4,488	0,829
57	2	AULA	057	56,98	3,25	185,19	7,106	2,714	4,392
58	2	AULA	058	12,48	3,25	40,56	0,943	2,714	-1,771
59	2	SCALA	059	28,52	3,25	92,69	4,311	2,425	1,886
60	2	BAGNI	060	8,22	3,25	26,72	0,870	0,761	0,108
61	2	AULA	061	31,25	3,25	101,56	4,133	4,790	-0,656
62	2	AULA	062	53,62	3,25	174,27	6,079	4,169	1,910
63	2	AULA	063	42,28	3,25	137,41	5,592	2,395	3,197
64	2	AULA	064	28,90	3,25	93,93	3,823	1,982	1,841
65	2	CORRIDOIO	065	34,48	3,25	112,06	0,652	2,425	-1,773
66	2	CORRIDOIO	066	175,38	3,25	569,99	11,930	5,266	6,664
67	2	BAGNI	067	5,24	3,25	17,03	0,752	0,843	-0,090
68	2	BAGNI	068	20,91	3,25	67,96	2,608	1,204	1,403
Totale fabbisogno termico piano SECONDO							98,810	71,110	27,699

N° Progr.	Piano	Locale	N° identificativo	Superficie locale [m²]	Altezza locale	Volume riscaldato [m³]	Fabbisogno termico [kW/h]	Potenza radiatori attuali [kW/h]	Differenza [kW/h]
69	3	AULA	069	56,48	3,30	186,38	9,102	4,422	4,681
70	3	AULA	070	53,69	3,30	177,18	7,211	4,422	2,789
71	3	AULA	071	53,83	3,30	177,64	7,229	4,422	2,808
72	3	AULA	072	55,22	3,30	182,23	7,416	4,422	2,994
73	3	AULA	073	46,60	3,30	153,78	6,258	2,765	3,493
74	3	AULA	074	54,36	3,30	179,39	7,301	4,422	2,879
75	3	AULA	075	51,86	3,30	171,14	6,965	4,422	2,543
76	3	AULA	076	57,22	3,30	188,83	7,685	4,422	3,263
77	3	AULA	077	54,48	3,30	179,78	7,944	4,422	3,522
78	3	UFFICIO	078	8,75	3,30	28,88	0,940	2,459	-1,519
79	3	INFERMERIA	079	21,33	3,30	70,39	3,274	2,459	0,814
80	3	BAGNI	080	20,72	3,30	68,38	3,180	0,949	2,231
81	3	BAGNI	081	5,06	3,30	16,70	0,777	0,707	0,070
82	3	AULA	082	31,71	3,30	104,64	4,867	2,862	2,005
83	3	AULA	083	65,27	3,30	215,39	10,018	5,380	4,639
84	3	AULA	084	30,54	3,30	100,78	4,688	2,862	1,826
85	3	AULA	085	28,89	3,30	95,34	4,434	2,513	1,921
86	3	BAGNI	086	5,23	3,30	17,26	0,803	0,626	0,177
87	3	BAGNI	087	20,90	3,30	68,97	3,208	1,192	2,016
88	3	AULA	088	30,78	3,30	101,57	4,961	1,797	3,164
89	3	AULA	089	32,06	3,30	105,80	5,536	4,422	1,114
90	3	CORRIDOIO	090	218,54	3,30	721,18	31,028	4,850	26,178
Totale fabbisogno termico piano TERZO							144,824	71,219	73,605