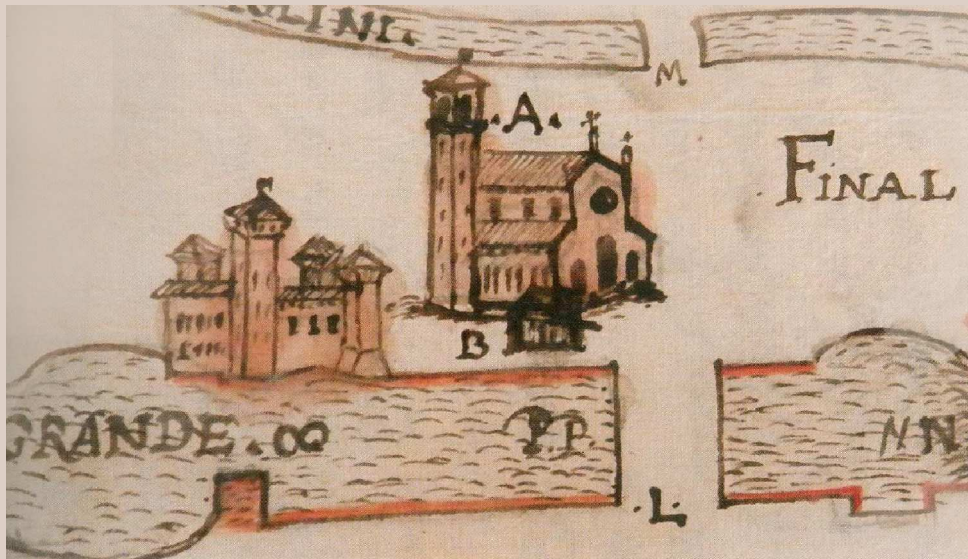


**LAVORI DI RIPRISTINO CON MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA CHIESA DEI SANTI FILIPPO E GIACOMO (DUOMO) DI FINALE EMILIA DANNEGGIATA DAL SISMA DEL 20/29 MAGGIO 2012** – ID 2163 - CIG: 6489971D7B CUP: I79G13000680005

**PROGETTO ESECUTIVO**



Committente:

**Arcidiocesi di Modena - Nonantola**

Via Sant'Eufemia, 13  
41121 Modena

pec: arcidiocesi.modena-nonantola@pec.chiesacattolica.it

Progettisti:

**POLITECNICA**  
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Via Galilei n.220 - 41126 Modena (MO)  
tel: 059.356527 fax: 059.356780

**RESPONSABILE DI PROGETTO**  
Ing. Arch. Micaela Goldoni

**DIRETTORE TECNICO**  
Ing. Paolo Muratori

**PROGETTO OPERE ARCHITETTONICHE  
E DI RESTAURO**  
Ing. Arch. Micaela Goldoni

**PROGETTO OPERE STRUTTURALI**  
Ing. Fabio Camorani

**COORDINATORE IN FASE DI  
PROGETTAZIONE**  
Ing. Stefano Simonini

**PROGETTO IMPIANTI MECCANICI**  
Ing. Marco Balestrazzi

**PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI**  
Ing. Francesco Frassinetti  
P.I Emanuela Becchi

**IMPIANTI MECCANICI**

**RELAZIONE TECNICA**



PARTE D'OPERA	DISCIPLINA	DOC. E PROG.	FASE REV.
0001	IM	RT01	3 0

Cartella	File name	Prot.	Scala	Formato
01	01_IM_RT01_30_4715	4715	-	A4

5					
4					
3					
2					
1					
0	EMISSIONE PER GARA DI APPALTO	MARZO 2018	L.Ventre	M.Balestrazzi M.Goldoni	
REV.	DESCRIZIONE	Data	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE INTERVENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>STATO ATTUALE IMPIANTI MECCANICI.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>PROGETTO IMPIANTI MECCANICI.....</b>	<b>7</b>
4.1	Dati tecnici di progetto .....	7
4.2	Impianto di riscaldamento e climatizzazione.....	7
4.3	Impianto aeraulico .....	10
4.4	Impianto di distribuzione gas metano.....	10
4.5	Risparmio energetico atteso.....	11

## **1 DESCRIZIONE INTERVENTO**

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le scelte e le dotazioni degli impianti meccanici previsti nell'ambito del progetto di ripristino con miglioramento sismico della Chiesa dei Santi Filippo e Giacomo, Duomo del Comune di Finale Emilia (MO), di proprietà dell'Arcidiocesi di Modena – Nonantola.

L'edificio è stato danneggiato dal sisma in Emilia del 20/05/2012 e del 29/05/2012 – ID 2163 – CIG:6489971D7B CUP:I79G13000680005, ed è stato incluso nei Piani Annuali 2013-2014 Opere Pubbliche-Beni Culturali-Edilizia Scolastica Università con Ordinanza n° 120 del 11/10/2013 e succ. mod. nell'allegato C1.

L'intervento in progetto prevede la realizzazione e/o il ripristino degli impianti meccanici a servizio del Duomo di Finale Emilia, danneggiati dall'evento sismico del maggio 2012.

Nello specifico gli impianti oggetto di intervento sono:

- Impianto idraulico di riscaldamento;
- Impianto aeraulico;
- Impianto di distribuzione gas metano.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutti gli impianti dovranno essere realizzati a regola d'arte, per quanto riguarda le modalità di installazione e per la qualità e le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali.

In particolare dovranno essere osservate:

- Il Decreto Legislativo 81/08 per la sicurezza sul lavoro e successivi aggiornamenti;
- il DECRETO 22 gennaio 2008 n° 37 “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- Norma UNI 5364 "Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo";
- Legge n. 10/91 “Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”.
- D.P.R. n. 412/93 “Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, legge 9 gennaio n.10”.
- D.P.R. 74/2013 Manutenzione e controllo degli impianti termici
- Delibera della Giunta Regionale 20 luglio 2015, n. 967 “Approvazione dell'atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici”;
- Norma UNI/TS 11300-1:2014 Prestazioni energetiche degli edifici - Parti 1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- Norma UNI/TS 11300-2:2014 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
- Norma UNI/TS 11300-3:2010 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- Norma UNI/TS 11300-4:2012 Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- Norma UNI 10339 “Impianti aeraulici ai fini del benessere – Generalità, classificazione e requisiti”
- UNI 9182:2014 “Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda – progettazione, installazione e collaudo”
- UNI 7129-1:2015 “Impianti a gas per uso domestico e similare alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio – Parte 1 – impianto interno”
- UNI 7129-2:2015 “Impianti a gas per uso domestico e similare alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio – Parte 2 – installazione degli apparecchi di utilizzazione, ventilazione e aerazione dei locali di installazione”

- UNI 7129-3:2015 “Impianti a gas per uso domestico e similare alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio – Parte 3 – sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione”
- UNI 7129-4:2015 “Impianti a gas per uso domestico e similare alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio – Parte 4 – messa in servizio degli impianti / apparecchi”
- UNI 7129-5:2015 “Impianti a gas per uso domestico e similare alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio – Parte 5 – sistemi per lo scarico delle condense”
- le prescrizioni delle Autorità Comunale e/o Regionali;
- le normative e raccomandazioni dell’Ispettorato del lavoro e dell’USL;
- le Norme e tabelle UNI per i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo;
- ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanata da eventuali Enti ed applicabile agli impianti oggetto della presente specifica tecnica.

Il rispetto delle norme sopra indicate si riferisce alla realizzazione dell’impianto nel complesso e ad ogni suo singolo componente.

Inoltre sono stati presi a riferimento i seguenti documenti:

- l’Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei (D. Lgs. N.112/98 art. 150 comma 6);
- Linee guida per la tutela dei beni culturali ecclesiastici, del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo e della Conferenza Episcopale Italiana.

### 3 STATO ATTUALE IMPIANTI MECCANICI

Gli impianti meccanici del Duomo sono stati danneggiati dal sisma del 20/05/2012 e del 29/05/2012, compromettendone il funzionamento e la sicurezza. I danni impiantistici sono dovuti al dissesto strutturale generale dell'edificio che ha compromesso in particolare le tubazioni idrauliche di riscaldamento, le tubazioni di distribuzione del gas metano e l'impianto aeraulico.

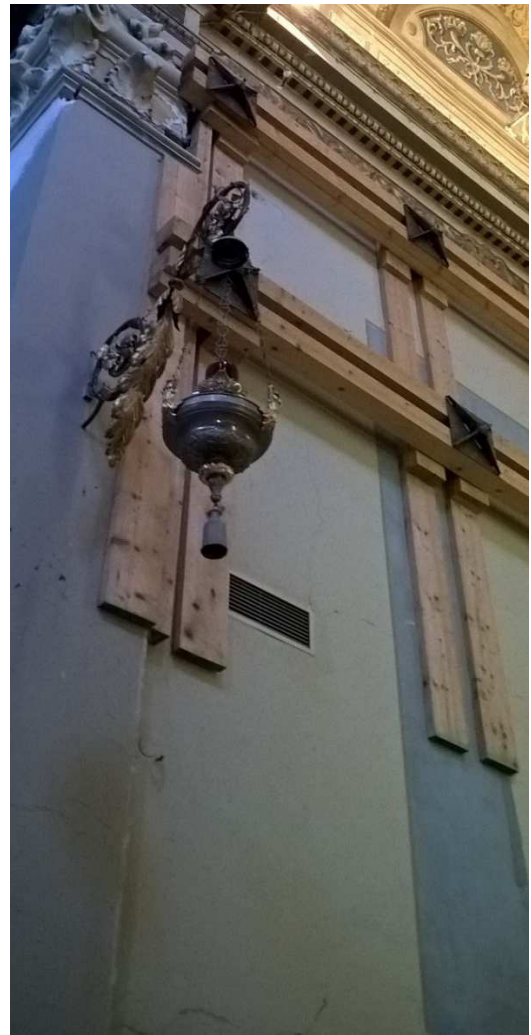
Inoltre i crolli e le lesioni avvenute nel fabbricato hanno lasciato gli impianti esposti alle intemperie, alla polvere e al guano dei piccioni, danneggiando ulteriormente il loro stato di conservazione e rendendo necessario un intervento di sanificazione, in particolar modo per quanto riguarda la distribuzione dell'aria.

Di seguito sono descritte le dotazioni impiantistiche esistenti dell'edificio.

L'edificio è attualmente dotato di un impianto di riscaldamento a servizio della chiesa, della sagrestia e della cappella feriale, facente capo a due caldaie tradizionali alimentate a gas metano, di potenzialità pari a 34,86 kW ciascuna, ubicate nel locale al piano terra del campanile e nel magazzino adiacente alla cappella feriale.

Sono presenti radiatori per il riscaldamento della sagrestia e un ventilconvettore per il riscaldamento della cappella feriale, che non appaiono danneggiati dal sisma. La chiesa invece è riscaldata in inverno tramite un impianto ad aria costituito da due unità di trattamento aria incassate in parete, con funzionamento a tutto ricircolo, dotate di filtri a media efficienza, doppio ventilatore e batteria ad acqua a 4 ranghi. Le due unità termoventilanti prelevano aria dall'ambiente tramite griglie di ripresa posizionate a pavimento rispettivamente nel lato sinistro della navata centrale della chiesa e nella cappella provvisoria al lato destro; l'immissione dell'aria trattata avviene sulla zona occupata dai fedeli e sull'altare centrale tramite bocchette di mandata a parete.





Le batterie di riscaldamento ad acqua delle due unità sono alimentate direttamente dalle caldaie con tubazioni in rame non coibentate.

Tutte le componenti delle due unità di trattamento aria sono attualmente ricoperte dallo sporco e dalla polvere, a causa del deterioramento delle strutture circostanti e dell'inutilizzo negli ultimi anni; non si evidenziano tuttavia altri danni importanti che ne impediscano il mantenimento in opera. Sarà quindi necessario un intervento di riqualificazione di entrambe le unità e di pulizia e igienizzazione delle reti aerauliche esistenti.

È presente un impianto di distribuzione del gas metano dal punto di fornitura all'esterno sul lato di Via Cavour, con valvola di intercettazione generale, alle due caldaie all'interno, in gran parte installato sotto traccia, in posizione non ispezionabile. Le normative vigenti pongono numerose indicazioni relativamente all'installazione delle tubazioni del gas sotto traccia all'interno di edifici, tra cui distanze di rispetto dalle pareti, l'annegamento in malta di cemento, la verifica della tenuta, condizioni impossibili da garantire per il presente impianto, soprattutto a seguito del sisma. Trattandosi di un impianto la cui funzionalità è di vitale importanza per garantire la sicurezza dell'edificio, dovrà essere interamente svuotato dal gas e sostituito con una nuova rete, realizzata secondo la normativa vigente.

Per ragioni analoghe, saranno sostituite anche le due caldaie a gas esistenti e la relativa fumisteria.

## 4 PROGETTO IMPIANTI MECCANICI

### 4.1 Dati tecnici di progetto

#### Dati generali:

- Località: Finale Emilia (MO)
- Località di riferimento: Modena
- Altitudine sul livello del mare: 15 m
- Zona climatica: E
- Gradi giorno: 2189

#### Condizioni di progetto esterne:

- Temperatura esterna: -5,0°C
- Umidità relativa esterna: 90%

L'impianto sarà dimensionato in modo da fornire una potenza termica analoga all'impianto esistente, con l'obiettivo di mantenere condizioni quanto più vicine al comfort termico per gli occupanti.

### 4.2 Impianto di riscaldamento e climatizzazione

L'impianto di riscaldamento di nuova realizzazione sarà costituito da due caldaie murali a condensazione modulanti di nuova installazione, ad alta efficienza, a gas metano, per l'alimentazione delle batterie di riscaldamento delle unità di trattamento aria, delle reti idrauliche esistenti a servizio dei radiatori e del ventilconvettore, che rimarranno invariati in quanto non compromessi dal sisma, e di un sistema a pannelli radianti a pavimento di nuova installazione, posato nelle pedane sottostanti le panche della navata centrale. Nell'ambito della sostituzione dei generatori di calore, saranno effettuati i collegamenti idraulici alle reti esistenti e verrà installato un sistema di termoregolazione per l'ottimizzazione climatica della caldaia. La caldaia nel locale sagrestia alimenterà una delle due UTA e l'impianto a pannelli radianti a pavimento, tramite due partenze da una coppia di collettori di centrale, ciascuna dotata di pompa di circolazione elettronica regolata da inverter. Dal circuito di alimentazione dell'UTA sono derivate anche le reti di alimentazione dei radiatori. Le tubazioni di alimentazione dei pannelli radianti saranno realizzate in acciaio nero e coibentate in conformità alla legge 10/91; saranno realizzate alcune tracce a pavimento per l'attraversamento della navata sinistra e centrale di lunghezza molto limitata, in modo da raggiungere le due pedane nascondendo le tubazioni idrauliche, con il minimo impatto sui pavimenti esistenti. La caldaia nel locale magazzino servirà invece l'altra UTA e il ventilconvettore della cappella feriale, alimentando la rete di tubazioni esistenti sotto traccia, che non saranno sostituite in quanto non danneggiate dal sisma. Entrambe le caldaie saranno dotate di pompa di rilancio condensa, per scaricare con facilità le condense alle reti di scarico a servizio del fabbricato.



Le due caldaie di nuova installazione avranno una potenzialità termica al focolare analoga a quelle esistenti, pari a 34,6 kW, e saranno caratterizzate da un rendimento elevato, a causa della tecnologia a condensazione, pari al 105,5% nelle condizioni nominali di funzionamento, con temperature dell'acqua di 50°C/30°C. Pur mantenendo quasi invariata la potenza termica al focolare installata, l'impianto di riscaldamento di nuova installazione presenterà diversi benefici in termini di efficienza energetica, costi di esercizio e possibilità di gestione da parte degli utilizzatori, come di seguito descritto.

Il riscaldamento della chiesa avverrà per mezzo dell'impianto ad aria esistente, sottoposto a riqualificazione ma mantenuto sostanzialmente invariato, e di un impianto a pannelli radianti a pavimento di nuova installazione, ubicati in due pedane poste al di sotto delle panche nella navata centrale. L'impianto a pannelli radianti funzionerà ad integrazione delle unità di trattamento aria, e viene adottato per le seguenti ragioni:

- Il riscaldamento a pavimento è in grado di garantire un maggior comfort termico per gli occupanti rispetto ad altri sistemi, generando una distribuzione verticale delle temperature quanto più vicina a quella ideale del benessere, e si presta in maniera particolare per la presente applicazione, caratterizzata da ambienti di notevoli dimensioni ed elevato sviluppo in altezza, con occupazione esclusivamente in alcune aree localizzate, al livello del pavimento;
- Il sistema permette l'erogazione di calore nell'ambiente prevalentemente per irraggiamento in corrispondenza delle aree dei pannelli, limitando al minimo la dispersione di calore in ambienti non utilizzati, aumentando quindi il rendimento di emissione dell'impianto rispetto all'impianto ad aria, caratterizzato da un'efficienza molto ridotta a causa di fenomeni di stratificazione dell'aria calda;
- L'impianto è estremamente silenzioso, utilizzabile in maniera continuativa durante le funzioni religiose, a differenza dell'impianto ad aria, il quale, a causa dell'elevata portata di aria necessaria, presenta rumorosità non trascurabile;
- L'utilizzo da parte dei pannelli radianti di acqua a bassa temperatura, compresa tra i 30 e i 35°C, aumenta notevolmente il rendimento di generazione della caldaia a condensazione, rispetto al funzionamento ad alta temperatura proprio dell'impianto esistente, e limita al minimo le dispersioni di calore attraverso le reti di distribuzione;
- La bassa temperatura di funzionamento dei pannelli, inoltre, minimizza le eventuali circolazioni di natura convettiva in ambiente, che sarebbero possibili in locali di notevole altezza in presenza di elevati gradienti di temperatura.

Per i motivi sopra indicati, l'impianto a pannelli radianti, in grado di fornire una potenzialità di circa 13÷15 kW, sarà utilizzato in maniera continuativa durante le funzioni religiose, in presenza di occupazione dei locali da parte delle persone e con il sistema di riscaldamento a regime; l'impianto ad aria, invece, potendo sfruttare quasi l'intera potenzialità termica delle due caldaie, ma meno efficiente e più rumoroso, sarà adottato per portare rapidamente in temperatura l'ambiente, prima dell'inizio delle funzioni, quando il requisito di rumorosità è meno restrittivo.

La tipologia di impianto radiante adottata verrà posata direttamente sulla pavimentazione esistente in una pedana realizzata in corrispondenza delle aree occupate dalle sedute e sarà costituito da: tubazioni in polietilene ad alta densità con reticolazione a perossidi, dotate di barriera di ossigeno; pannelli isolanti in polistirene espanso con grafite, di spessore 25 mm, dotati di scanalature calibrate dritte e curve per l'alloggiamento delle tubazioni; lamelle termoconduttrici in alluminio a forma di Omega rovesciata, montate sul pannello, per distribuire uniformemente il calore e per il fissaggio del tubo; isolante perimetrale in polietilene espanso a cellule chiuse; foglio in polietilene posato sull'isolante a protezione dall'umidità. Al di sopra del pannello è possibile posare un massetto a secco di spessore molto limitato, ottenendo un pannello di spessore complessivo anche inferiore ai 4 cm, sul quale viene posato il pavimento. Lo spessore ridotto si presenta grandi vantaggi per il presente intervento, che richiede il minimo impatto estetico. Inoltre, la bassa capacità termica del massetto a secco, che caratterizza tale tecnologia, riduce molto i tempi di reazione dell'impianto, a differenza dei sistemi radianti tradizionali. La ridotta inerzia termica è utile in applicazioni dove non si ha presenza continuativa di persone e dove potrebbe non essere necessario mantenere in funzione l'impianto per l'intero periodo di riscaldamento, riducendo in questo modo gli sprechi energetici e i costi di esercizio.

Con la sostituzione dei generatori di calore, verranno realizzati anche nuovi sistemi di termoregolazione:

- La caldaia nel locale sagrestia, a servizio di una delle due unità di trattamento aria e dell'impianto a pannelli radianti a pavimento, sarà accompagnata da un ottimizzatore climatico, il quale gestirà l'attivazione delle due pompe di circolazione, e comanderà una valvola a tre vie miscelatrice posta sul circuito dei pannelli radianti, in modo da impostare una temperatura di mandata dell'acqua inferiore a quella del resto dell'impianto, variabile in funzione della temperatura esterna, secondo una curva climatica impostata in fase di avviamento;
- La caldaia nel locale magazzino, a servizio della corrispondente unità di trattamento aria e del ventilconvettore della cappella feriale, sarà regolata direttamente dalla scheda interna alla caldaia stessa, dotata di compensazione climatica, sulla base della temperatura esterna;
- Le due unità di trattamento aria saranno gestite da due regolatori, i quali comanderanno ciascuno una valvola a due/tre vie sul circuito idraulico di alimentazione della batteria quando l'UTA è in funzione, con una regolazione della temperatura di mandata dell'aria a punto fisso, con taratura modificabile in un intervallo di  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  da parte dell'utente.

La termoregolazione, richiesta dalle norme vigenti di efficienza energetica, consente un maggiore controllo dell'erogazione del calore in ambiente, in funzione delle esigenze dell'utente, e un conseguente miglioramento del rendimento dell'impianto.

### **4.3 Impianto aeraulico**

Le due unità di trattamento aria esistenti verranno mantenute sostanzialmente invariate rispetto alla situazione esistente alla data del sisma, ma saranno sottoposte ad un intervento di riqualificazione, per rimuovere la polvere e lo sporco, consentirne il corretto funzionamento e garantire la salubrità dell'aria. L'intervento comprende la rimozione meccanica delle polveri depositate, l'eventuale smontaggio e successivo ricollocamento delle componenti, in modo da consentire la completa pulizia dell'unità, l'eventuale sostituzione dei filtri, con classe di filtrazione G4 in conformità alla norma UNI 10339.

Sempre per garantire la qualità dell'aria richiesta in ambiente e la sicurezza igienica per gli occupanti, la rete aeraulica esistente sarà sottoposta ad un trattamento di pulizia e sanificazione, per rimuovere le polveri depositate all'interno.

### **4.4 Impianto di distribuzione gas metano**

L'intero impianto di distribuzione del gas metano, dal punto di fornitura, in corrispondenza del contatore, ai punti di alimentazione delle due caldaie, sarà interamente sostituito con una nuova rete realizzata in parte in acciaio zincato, nei tratti installati a vista nei locali di servizio (magazzini, ingresso e sagrestia), e in parte in polietilene ad alta densità, nei tratti interrati all'esterno dell'edificio in prossimità dell'abside della chiesa. Non ci saranno, quindi, attraversamenti a vista o sotto traccia all'interno della chiesa, in modo da limitare l'impatto estetico della rete e garantendo la sicurezza per le persone. La rete sarà realizzata in conformità alla norma UNI 7129:2015. Le tubazioni in acciaio saranno conformi alla norma UNI EN 10255. Saranno installate a vista, ancorate alle strutture in modo stabile e sicuro, in modo tale da garantirne la dilatazione, protette dalla corrosione e dagli urti. Le tubazioni in polietilene ad alta densità, adottate esclusivamente per i tratti interrati, saranno conformi alla norma UNI 1555-2. Le tubazioni interrate saranno segnalate per consentirne la corretta individuazione, saranno posate su un letto di sabbia o altro materiale inerte, con un nastro di segnalazione soprastante, e saranno situate a distanza non inferiore a 1000 mm dalle pareti perimetrali dell'abside. In corrispondenza delle giunzioni tra la tubazione in acciaio e la tubazione in polietilene interrata sarà presente un giunto dielettrico, conforme alle norme UNI 10284 e UNI 10285, per interrompere la continuità elettrica della tubazione.

Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, la tubazione del gas non deve presentare giunzioni, ad eccezione della giunzione di ingresso e di uscita, e deve essere protetto con guaina aerata passante impermeabile al gas, come mostrato in figura. La guaina non deve presentare giunzioni e può essere indifferentemente metallica o di materiale polimerico; la guaina deve avere diametro interno non minore di 10 mm rispetto al diametro esterno della tubazione.

Sarà ripristinata anche la guaina in corrispondenza dell'ingresso della tubazione del gas dal punto di fornitura.

L'impianto è già dotato di rubinetto di intercettazione generale, all'esterno del fabbricato. Saranno presenti inoltre rubinetti di intercettazione in corrispondenza degli apparecchi.

Le caratteristiche dei locali di installazione delle due caldaie, entrambi apparecchi di tipo C, saranno conformi alla norma UNI 7129-2:2015. In particolare, i locali saranno aerabili tramite i serramenti apribili esistenti.

Saranno installati nuovi condotti per l'essalazione dei prodotti di combustione e per la presa d'aria delle due caldaie a condensazione, in quanto a seguito del sisma non è più possibile garantire l'integrità di quelli esistenti. Saranno realizzati in polipropilene e saranno installati in conformità alla norma UNI 7129-3:2015.

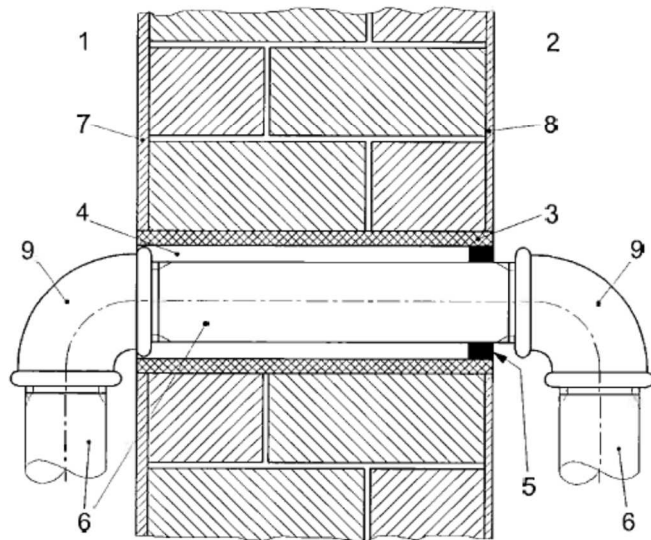
#### 4.5 Risparmio energetico atteso

Come già descritto nei capitoli precedenti, l'impianto di riscaldamento previsto in progetto, che rispetto a quello esistente presenta la novità dei pannelli radianti a pavimento, delle caldaie a condensazione e del sistema di termoregolazione, comporta un aumento dell'efficienza complessiva del sistema, in aggiunta ad una serie di benefici per la gestione dell'impianto e per il comfort termico.

Non essendovi interventi sull'involucro rilevanti ai fini dello scambio termico, per ovvie ragioni dovute alla natura storica e artistica dell'edificio, il fabbisogno termico ideale dell'edificio, dipendente prevalentemente dalle caratteristiche termiche delle strutture e degli infissi, può essere considerato praticamente invariato rispetto alla

##### Legenda

- 1 Ambiente esterno
- 2 Ambiente interno
- 3 Guaina aerata
- 4 Sezione libera
- 5 Sigillatura
- 6 Tubazione gas
- 7 Intonaco esterno
- 8 Intonaco interno
- 9 Raccordo di giunzione



situazione esistente. Gli interventi sull'impianto di riscaldamento, tuttavia, consentono una riduzione del fabbisogno energetico invernale dell'edificio a causa dell'aumento del rendimento globale dell'impianto.

Considerando nello specifico l'impianto a pannelli radianti, che rappresenta la novità più importante rispetto alla situazione esistente, si possono effettuare le seguenti osservazioni, relativamente alle diverse sezioni dell'impianto termico:

- Sottosistema di emissione: l'utilizzo dei pannelli radianti a pavimento come corpi scaldanti, al posto del sistema ad aria calda con bocchette di mandata, comporta un incremento del rendimento di emissione, che può essere stimato dal prospetto 18 della norma UNI TS 11300-2:2014, per locali di altezza superiore a 4 m (considerando un'altezza media di 14 m e un carico termico  $> 10 \text{ W/m}^3$ ); il rendimento passa dal 91%, per bocchette in sistemi ad aria calda, al 95%, per pannelli a pavimento isolati.
- Sottosistema di regolazione: nel passaggio da un impianto con solo il termostato di caldaia ad un impianto con termoregolazione climatica, si può effettuare una stima di prima approssimazione del rendimento di regolazione secondo le indicazioni del prospetto 20 della norma UNI TS 11300-2:2014, ipotizzando il coefficiente  $\gamma$  (rapporto apporti/dispersioni) pari a 0 per semplicità, in assenza di altri dati; il rendimento passa dal 95% per l'impianto esistente al 98% per l'impianto di nuova installazione.
- Sottosistema di distribuzione: le reti di distribuzione dell'impianto esistente, di tipo autonomo posizionato a piano terra, erano non isolate, mentre le reti di nuova installazione presentano un isolamento conforme al D.P.R. 412/93 e convogliano acqua a bassa temperatura ( $35^\circ\text{C}/30^\circ\text{C}$ ); utilizzando i valori del prospetto 21 della UNI TS 11300-2:2014 e i fattori correttivi del prospetto 24, si può stimare una variazione del rendimento di distribuzione dal 95% per l'impianto esistente al 98% per quello di nuova installazione.
- Sottosistema di generazione: la sostituzione della caldaia esistente, di tipo tradizionale, con una caldaia a condensazione modulante, consente un notevole incremento del rendimento di generazione; facendo riferimento in prima approssimazione ai rendimenti in condizioni nominali dichiarati dai fabbricanti, si può osservare che il rendimento della caldaia, passa dal 90,9% (come ricavabile dai dati tecnici indicati sulla targhetta della caldaia esistente) ad un valore che può raggiungere il 105,5%.

Per semplicità, è stato omesso il contributo degli ausiliari elettrici; si tratta di una semplificazione in favore di sicurezza, in quanto l'utilizzo continuativo dell'UTA, come previsto nell'impianto esistente, comporta consumi elettrici molto più elevati a causa della presenza dei ventilatori, i quali sono utilizzati solo per durate molto limitate nel caso dell'impianto a pannelli radianti a pavimento previsti a progetto.

Il rendimento globale, dato dal prodotto dei rendimenti sopra indicati, subisce quindi un notevole incremento, passando dal 74,7% al 96,3%, generando un risparmio energetico stimato pari al 21,6%, che giustifica la scelta della tipologia impiantistica adottata.