



*Musei
Gallerie d'Arte*

Changes for the Better

milano cagliari





Chardin Jean Baptiste Simeon
Natura morta con gli attributi dell'arte
Museo dell'Ermitage
San Pietroburgo

La Galleria Comunale d'Arte di Cagliari

Un rimarchevole esempio di progettazione integrata, questo della Galleria Comunale d'Arte di Cagliari, eseguita nel contesto di una splendida ristrutturazione rispettosa dei valori d'origine dell'edificio.



La Galleria Comunale d'Arte di Cagliari sorge nell'area dei giardini pubblici, a nord del quartiere Castello. Il prospetto principale è stato realizzato nel 1828, mentre il blocco originario del fabbricato, prima sede della Polveriera Regia, risale alla fine del '700 e venne trasformato in Galleria d'Arte permanente alla fine degli anni Venti del '900. L'edificio è sviluppato su due piani a pianta rettangolare con un corpo centrale principale dal quale si dipartono in modo simmetrico le due ali laterali. A piano terra, oltre alle sale espositive, sono stati ricavati gli uffici e la reception. Al primo piano i locali sono stati adibiti a sale di esposizione e uffici. In totale vi sono quindici sale espositive a pianta rettangolare, di diversa superficie e cubatura, prive di illuminazione naturale.

La Galleria vanta delle ricche collezioni di artisti del '900, tra le quali il lascito Inghrao, con opere di Ardengo Soffici, Umberto Boccioni, Filippo De Pisis, Giorgio Morandi, Ottone Rosai, Francesco Messina, Felice Casorati, Mino Maccari, e altri ancora. È pure conservata una collezione di materiale etnografico della Sardegna.

La ristrutturazione di pochi anni fa, splendidamente eseguita, ha consentito di esaltare il patrimonio artistico conservato, dotando altresì la Galleria di un complesso di impianti indispensabili per assicurare la tutela dei visitatori e delle opere. Il progetto impiantistico, curato dallo studio dell'ing. Carlo Bernardini, di Cagliari, oltre alla climatizzazione, ha perciò dovuto affrontare l'impiantistica elettrica, antincendio, di illuminazione, di sicurezza, e altre ancora. Nel seguito vengono descritte le soluzioni impiantistiche di maggior rilievo e pertinenza per il settore HVAC.

Gli impianti
di climatizzazione

Gli impianti di climatizzazione

La situazione esistente della Galleria d'Arte del Comune di Cagliari constava di un impianto per la produzione di acqua calda e acqua refrigerata realizzato con una caldaia e un gruppo frigorifero, da un sistema distributivo di tubazioni e dai terminali in ambiente che avrebbero dovuto provvedere all'abbattimento dei carichi termici presenti. Tale impianto era però ormai obsoleto, non essendo più oltre in grado di soddisfare le condizioni termoigrometriche ideali dei vari ambienti dell'edificio; da diversi anni inoltre non era più funzionante e risultava inutilizzabile.

La soluzione impiantistica realizzata per il condizionamento dei locali della Galleria Comunale, è consistita in un sistema a portata di refrigerante variabile (VRF), prodotto da Mitsubishi Electric, a pompa di calore aria-aria, ad espansione diretta, che permette la

distribuzione del refrigerante stesso per mezzo di due soli tubi di piccolo diametro (gas e liquido) in modo da offrire la massima flessibilità e facilità per la composizione e gestione dell'impianto. Questi sistemi si sono rivelati particolarmente adatti nelle ristrutturazioni museali, come già avvenuto nel caso del Museo Poldi Pezzoli di Milano, nel quale nel 2003 è stato installato un analogo impianto VRF e, più di recente, la loro applicazione si è confermata inoltre nei locali tecnici e nella sala *dimmer* del Teatro alla Scala di Milano. Questa applicazione ha riconfermato la rispondenza dei sistemi Mitsubishi Electric agli elevati e spesso critici requisiti imposti dalla tutela di opere d'arte e manufatti di valore storico-etnografico.

Nella Galleria d'Arte di Cagliari, macchine e componenti sono stati sapientemente inseriti nel contesto della ristrutturazione, in modo da risultare pressoché invisibili. Non solo, in numerose sale si sono applicate delle soluzioni aerauliche di alto pregio, con canalizzazioni per mezzo di condotti circolari flessibili e uso di diffusori a piccoli ugelli orientabili di alta valenza estetica e del tutto non invasivi, in modo da coniugare il rispetto dei valori formali degli ambienti con una diffusione dell'aria del tutto soddisfacente per il controllo delle condizioni termoigrometriche degli spazi.



Particolare di una delle sale espositive del piano terreno nella quale è evidente una delle unità interne verticali del sistema VRF installata in una nicchia della parete, con l'accorgimento di averne arrotondato la parte superiore per consentire un miglior deflusso dell'aria in ambiente.



Particolare di due diffusori a piccoli ugelli orientabili, installati a parete, per la diffusione dell'aria in una delle sale della Galleria. L'orientabilità degli ugelli ha consentito di diffondere l'aria negli spazi in modo omogeneo e senza disuniformità di temperature.

Il fluido refrigerante utilizzato dall'impianto è l'R 407C, un fluido, come noto, del tutto innocuo per l'ozono stratosferico (ODP = 0) e caratterizzato da un contributo molto basso al riscaldamento dell'atmosfera (GWP, Global Warming Potential).

Le unità esterne - L'impianto comprende quattro unità esterne, ubicate sul retro dell'edificio, in apposita area recintata e opportunamente predisposta per l'alloggiamento, a ciascuna delle quali si possono collegare fino a sedici unità interne di tipo e grandezze differenti, in modo che attraverso le tubazioni del refrigerante circoli solo ed esclusivamente la portata di gas refrigerante necessaria per il riscaldamento o il raffreddamento della zona servita dall'unità interna, permettendo così un notevole risparmio energetico e, conseguentemente, una congrua riduzione dei costi di gestione. In questo caso sono state previste delle unità interne idonee per un'installazione pensile a parete per gli uffici, mentre per le sale esposizione si sono previste delle unità del tipo a pavimento e altre canalizzate in controsoffitto.

Il sistema utilizzato si avvale quindi di un circuito frigorifero che consente di effettuare la distribuzione del refrigerante in modo da trovare sempre una soluzione confacente a qualsiasi esigenza specifica, ottenendo sostanziali risparmi di spazio e una notevole affidabilità funzionale.

Regolazione della capacità con Inverter - Con l'utilizzo di un controllo tramite Inverter è permesso l'inserimento di più unità interne nello stesso circuito, con notevoli vantaggi

Le unità esterne



Due unità esterne degli impianti VRF a pompa di calore installate sul retro dell'edificio (Mitsubishi Electric).



Un'altra delle sale della Galleria nella quale si osserva una unità interna di tipo verticale, installata entro una nicchia.

per tutto l'impianto; è noto infatti che i sistemi di condizionamento tradizionali hanno bisogno di una potenzialità totale pari alla somma dei carichi massimi di ogni ambiente. In svariati edifici si verificano tuttavia sfasamenti anche notevoli per ciò che riguarda il momento in cui ogni locale denuncia il proprio carico massimo. Grazie al sistema a Inverter, invece, sono due le modalità secondo cui vengono contenuti i costi: innanzitutto esso consente di installare un numero di sezioni interne tali che la somma delle loro potenzialità nominali sia compresa tra il 50% e il 130% della capacità nominale della sezione esterna alla quale sono collegate. In secondo luogo esso permette di uniformare il funzionamento di ogni sezione interna alle condizioni ambientali immediate del locale in cui essa si trova. Nelle rare occasioni in cui a tutte le sezioni interne venga richiesto di funzionare alla massima potenzialità, il controllo a Inverter permette di suddividere uniformemente tra di esse la resa erogata dalla sezione esterna.

I DATI DELL'OPERA



L'impianto

- VRF a pompa di calore
- Composizione: 4 unità esterne e 31 unità interne, dalle tipologie seguenti: 16 a pavimento; 12 canalizzate; 2 a parete e 1 tipo "cassette" a 2 vie
- N° 4 recuperatori di calore aria-aria (2 per piano), con portata d'aria di 500 m³/h cadauno.
Totale: 2000 m³/h d'aria esterna per ventilazione
- Potenza frigorifera installata: 112 kW
- Potenza di riscaldamento a pompa di calore installata: 126 kW
- Costruttore del sistema VRF e dei recuperatori di calore: Mitsubishi Electric

Le condizioni di progetto

Condizioni di progetto estive:

- Interno: 25 °C B.S.; 50% U.R.
- Esterno: 32 °C B.S.

Condizioni di progetto invernali:

- Interno: 20 °C B.S.
- Esterno: 3 °C B.S.; 70% U.R.a

Tutto questo, sommato al fatto che i compressori scroll ermetici delle unità esterne sono dotati di Inverter a controllo lineare della frequenza (variabile tra 20 Hz e 115 Hz), che consente di effettuare una regolazione tra il 12% il 100% della potenza nominale della sezione esterna, e che è stato installato un comando remoto a cristalli liquidi in ogni ambiente per poter pilotare le singole sezioni interne impostando le condizioni termoisometriche desiderate, ha consentito a questo sistema di climatizzazione di rispondere in modo ottimale ai requisiti di controllo della temperatura di questo particolare ambiente museale.

Ancora, si deve considerare il fatto che è stata prevista l'installazione di un sistema di gestione di tutto l'impianto, realizzato con un comando centralizzato connesso alle unità esterne e ai comandi remoti dei singoli ambienti, al fine di espletare un controllo su tutte le loro funzioni da un unico punto dell'edificio, consentendo così una gestione dell'impianto ancora più semplice e immediata.

La soluzione progettuale sviluppata ha tenuto conto dei valori estetici e architettonici che l'Amministrazione Comunale di Cagliari ha voluto salvaguardare, necessari per un edificio come quello in oggetto. Per questo motivo si sono studiati appositi percorsi, sia interni che esterni, per il passaggio delle tubazioni di alimentazione dell'impianto di condizionamento e si è individuato il tipo e la posizione più idonea per ubicare le varie unità interne preposte al mantenimento delle condizioni termoisometriche di progetto nei vari ambienti.

Ventilazione e recupero
di calore

Ventilazione e recupero di calore

Essendo assai limitata la disponibilità di spazio per il passaggio della rete di distribuzione di tutti i nuovi impianti previsti nel progetto, si è deciso di realizzare l'impianto di ventilazione meccanica controllata soltanto in una parte limitata dell'edificio in modo da garantire un minimo numero di ricambi d'aria esterna negli ambienti dove si svolgono le esposizioni delle opere d'arte. Tale impianto, infatti, è costituito da alcune macchine per il recupero del calore e da una rete di canali per la distribuzione dell'aria esterna in ambiente attraverso opportuni terminali. Poiché però, per motivi architettonici, al piano terra non è stato possibile controsoffittare i locali, mentre al primo piano lo spazio a disposizione nel controsoffitto era molto limitato, l'impianto ha trovato ubicazione solo nelle zone laterali dove è stato possibile installare i recuperatori di calore.

Gli impianti elettrici

Gli impianti elettrici sono stati progettati in conformità alle norme di legge e ai regolamenti vigenti, e in particolare alle prescrizioni delle autorità locali, comprese quelle dei VV.FF. e alle prescrizioni e indicazioni dell'Enel.

In base alla norma CEI, i locali della Galleria d'Arte possono essere classificati come luoghi di pubblico spettacolo e di intrattenimento (CEI 64-8 sez. 752), e come ambienti a maggior rischio in caso di incendio (CEI 751, allegato A).

Per garantire una continuità di servizio in funzione della sicurezza delle cose e delle persone si è previsto di alimentare tutto l'impianto elettrico, oltre che dalla rete in bassa tensione dell'Enel, da un gruppo elettrogeno di adeguata potenza.

L'impianto elettrico ha origine dal contatore Enel posto in prossimità del locale del gruppo elettrogeno dove trova posto pure il quadro di commutazione dal quale partono le linee elettriche che alimentano il quadro generale e i gruppi pompe antincendio. Nell'interruttore posto a protezione della linea che alimenta il quadro generale vi è un relè di minima tensione che interrompe l'alimentazione elettrica se azionato dal pulsante di emergenza.

Dal quadro generale, ubicato in un apposito locale tecnico all'interno della galleria, partono le linee elettriche di tutte le utenze; le linee sono posate o sotto traccia a pavimento o a muro, oppure poste in controsoffitto con grado di protezione IP₄₄.

Gli impianti di illuminazione

Gli impianti di illuminazione hanno origine dal quadro generale e le linee di alimentazione sono suddivise in modo da realizzare una efficiente continuità di servizio.

L'illuminazione di sicurezza è prevista sia nei locali espositivi, sia lungo le vie di fuga ed è tale da garantire la sicura evacuazione delle persone in caso di necessità con i livelli minimi di illuminazione previsti dalle norme vigenti. Tale impianto è stato affidato ad apparecchi di illuminazione autonomi che assicurano il funzionamento per almeno un'ora in caso di mancanza della tensione di alimentazione primaria utilizzando una apposita batteria tampone.

L'entrata in funzione dell'illuminazione di sicurezza avviene automaticamente entro un tempo di 0,5 secondi, indipendentemente dalla presenza di personale addetto al servizio.

Criteri di progettazione - Poiché non esistono per le gallerie d'arte delle norme precise per la progettazione degli impianti di illuminazione, ma solo dei valori di illuminamento consigliati (UNI-EN 10380), sia per la polivalenza oggi richiesta a un ambito culturale di questo tipo, sia per le diverse opere d'arte ospitate di volta in volta, assume particolare importanza il ruolo che l'impianto illuminotecnico può esercitare nella sfera emozionale in relazione alle diverse situazioni e ai diversi scenari espositivi. Non è quindi possibile stabilire dei valori univoci di illuminamento.

In quest'ambito, pertanto, la principale caratteristica che deve possedere l'impianto di illuminazione è la versatilità.

Pertanto, la soluzione pratica da adottare risulta da un compromesso tra una drammatizzazione e una visione obiettiva dell'opera d'arte illuminata.

Sistemi di illuminazione e gestione - Nel rispetto dei requisiti suesposti, l'impianto è stato realizzato per mezzo di particolari sistemi di illuminazione formati da un profilo conduttore di corrente a Y sospeso al soffitto, sul quale vengono montati i corpi illuminanti. Uno di tali apparecchi consente di ottenere una illuminazione diretta e indiretta; esso è dotato di una sorgente luminosa fluorescente da 28/54 W, con reattore digitale, dimmerabile; con esso viene fornita l'illuminazione generale d'ambiente.

Per l'illuminazione delle opere d'arte sono stati scelti dei faretti a fascio largo e stretto con lampade alogene a bassa tensione, da 50 watt, trasformatore elettronico dimmerabile, filtri anti IR/UVA con resa del colore di classe 1A, temperatura di colore intorno a 3000 K, montati sul profilo conduttore di corrente, senza vincolo di posizione, con possibilità di rotazione orizzontale di 360° e verticale di 180°.

L'impianto così articolato è controllato da un sistema di gestione luce che gestisce i diversi scenari di illuminazione delle sale, anche in modo indipendente, attraverso un apparecchio di programmazione e dialogo che attiva le diverse situazioni di luce per mezzo di una linea bus in collegamento con una serie di componenti periferici che eseguono i comandi.

Con la semplice pressione di un pulsante si possono ottenere situazioni di luce differenti, quali: spegnimento degli apparecchi per l'illuminazione di base; variazione del flusso luminoso mediante dimming da circa 0 a 100; contemporanea accensione dell'illuminazione di base e dei faretti che possono essere dimmerati anche singolarmente in base alle esigenze espositive del momento, con la massima flessibilità e resa scenografica secondo le diverse situazioni di illuminazione.

È previsto anche un rilevatore di presenza in ogni sala per consentire l'accensione automatica delle luci in base alla presenza o meno di visitatori, consentendo pertanto un notevole risparmio energetico, oltre a una maggior durata delle lampade e un minor illuminamento totale annuo, ossia una riduzione delle ore di esposizione al flusso luminoso delle opere d'arte, salvaguardando le stesse da danni derivanti dalla eccessiva esposizione alla luce artificiale .

Gli impianti di sicurezza

I locali della Galleria d'Arte, accogliendo opere di grande valore, richiedevano un sistema di sicurezza in grado di gestire, controllare e monitorare le varie tipologie di allarmi provenienti dai diversi sensori. Per garantire tali prestazioni si è realizzato un impianto di sicurezza multiplo costituito da:

- centrale di controllo con il compito di ricevere gli allarmi e attivare i relativi organi di segnalazione
- impianto antintrusione, antiasportamento, antisfregio con protezione per tutte le 24 ore
- impianto Tvcc con apposite telecamere per interni ed esterni
- impianto di rivelazione incendio
- impianto citofonico e contapersone.

Nel seguito sono descritti in modo più dettagliato tali sistemi.

Centrale di controllo - Un apposito locale ubicato al piano terra e avente accesso indipendente dall'esterno è stato destinato a ospitare la sala di controllo della Galleria; si tratta di un locale costantemente presidiato nel quale trovano alloggio la centrale di controllo del sistema di sicurezza, costituita da un multiprocessore ad alta efficienza in grado di gestire 90 zone programmabili e atto a ricevere tutti gli allarmi provenienti dai sensori di qualunque tipo (antincendio, antisabotaggio, antintrusione, tecnologici ecc.) e attivare gli organi di segnalazione come sirene, modem, combinatori telefonici e personal computer.

Anche quest'ultimo è installato nella sala controllo e, grazie a un idoneo software e a una interfaccia di comunicazione costante e continua con l'unità centrale del sistema di sicurezza, è in grado di associare e visualizzare sul proprio monitor ogni singolo allarme, con l'indicazione, sulla planimetria dei locali, dell'esatta ubicazione del sensore che ha generato l'even-

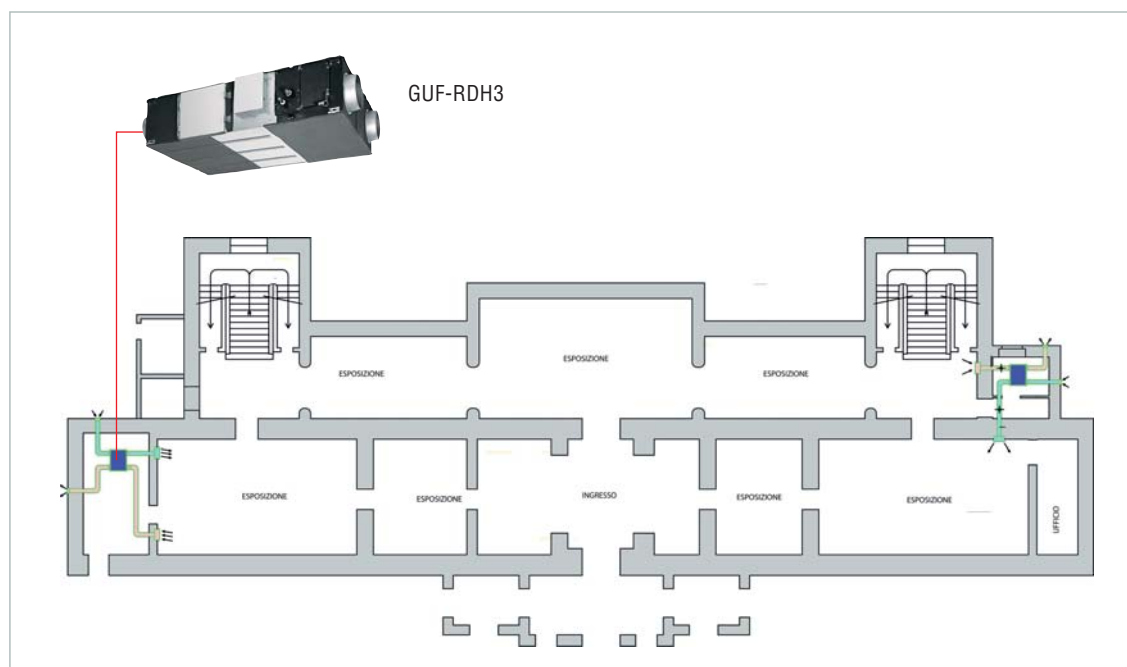
to, in modo da abbreviare i tempi di intervento del personale di sorveglianza.

La centrale è fornita di tre alimentatori ridondanti, uno utilizzato solo per il funzionamento della stessa macchina, mentre gli altri due alimentano i sensori e la ricarica delle batterie di emergenza a servizio degli stessi sensori, per garantire il funzionamento in assenza di rete per oltre 50 ore.

L'intera centrale di controllo del sistema è alloggiata in un armadio robusto antisabotaggio, munito di doppio sportello, idoneo per l'alloggiamento anche dei videoregistratori e di tutta l'elettronica e gli accessori indispensabili per la gestione ottimale dell'impianto di sicurezza che è necessario proteggere in modo particolare.

Impianto antintrusione - All'interno di tutte le sale espositive, sulle pareti che ospitano le opere d'arte più importanti, sono applicate delle fotobarriere di monitoraggio a infrarossi lineari per la realizzazione di sbarramenti in colonna, in modo da segnalare in tempo reale l'incursione in uno spazio prestabilito non consentito al pubblico. L'eventuale infrazione attiva un allarme durante l'orario di chiusura del museo, e un preallarme in orario di apertura, segnalato anche sul luogo dell'incursione, oltre che alla sala controllo, tramite un pannello ottico acustico.

Gli impianti di sicurezza



Questo parziale lay-out del sistema di ventilazione con aria esterna rivela i recuperatori di calore aria-aria a flussi incrociati.

Le finestre e le porte che si aprono sull'esterno sono protette attraverso sensori a contatti magnetici e rilevatori acustici a tecnologia avanzata per segnalare l'eventuale rottura di vetri. Essi sono in grado di riconoscere l'esatta frequenza generata dalla rottura del vetro, anche in caso di rottura silente, e inviare quindi il relativo segnale di allarme alla centrale di controllo.

In alcuni punti strategici dell'edificio, a portata del personale addetto, sono stati ubicati dei pulsanti antirapina da utilizzare nel caso di situazioni pericolose per segnalare a istituti di vigilanza o forze dell'ordine eventuali tentativi di aggressione o atti vandalici.

Tutti gli ambienti della Galleria sono inoltre protetti da rilevatori volumetrici a doppia tecnologia, infrarosso e microonda, ad alta insensibilità alle radiofrequenze, in grado di controllare e segnalare l'eventuale presenza di persone durante l'orario di chiusura della galleria.

In caso di allarme rilevato, la centrale di controllo attiva delle sirene interne ed esterne provvedendo a diffondere degli allarmi ottici ed acustici di pericolo.

Impianto rilevazione incendio - È costituito principalmente da rilevatori ottici di fumo, posizionati in tutti gli ambienti, in grado di segnalare l'eventuale presenza di un incendio nel minor tempo possibile e di attivare, attraverso l'apposita centrale, le chiamate telefoniche ai Vigili del Fuoco e alle forze dell'ordine, nonché da allarmi ottici e acustici antincendio dislocati in prossimità di scale e corridoi. Sono stati anche previsti dei pulsanti manuali di allarme incendio a rottura vetro, ubicati in alcuni punti dell'edificio, per consentire una rapida e immediata attivazione del sistema di sicurezza .

Impianto Tvcc - Un impianto Tv a circuito chiuso è indispensabile per una Galleria d'Arte che accoglie dipinti, sculture, statue ecc. di grande valore; in questo modo infatti attraverso un sistema di telecamere interne ad alta sensibilità e alta risoluzione, posizionate in ogni sala espositiva, e una esterna per il controllo dell'ingresso principale, si sorvegliano i punti strategici dell'edificio e gli ambienti più a rischio. Questo sistema invia le immagini sia in alcuni monitor situati all'interno della sala controllo, sia a un sistema di videoregistrazione digitale su hard disk con elevata qualità e definizione, in grado di garantire, oltre a una estesa autonomia di registrazione, anche un archivio di immagini da poter consultare in qualunque momento.

Impianto citofonico e contapersone - È presente un impianto citofonico che collega l'ingresso principale alla sala controllo, in modo che il personale addetto, anche in orario di

chiusura del museo, sia in grado di controllare e sorvegliare gli accessi all'edificio. È anche presente un impianto contapersone costituito da fotocellule ad infrarossi, display luminoso con numeri, pannello sinottico e centralina di controllo e gestione, per limitare e regolamentare il numero di persone che entrano ed escono dal museo e impedire così che all'interno dell'edificio siano presenti contemporaneamente più di 120 persone, nel rispetto della normativa antincendio e della sicurezza della Galleria stessa.

Conclusioni

La progettazione degli impianti descritti (e di altri, quali gli ascensori, che sono stati volutamente omessi) ha potuto fruire di un elevato grado di integrazione, che ha consentito di raggiungere tutti gli obiettivi posti dalla Committenza, permettendo di riqualificare la Galleria d'Arte e consentire una completa tutela delle opere raccolte. In particolare, l'integrazione degli impianti climatizzazione VRF si è rivelata particolarmente positiva e la loro funzionalità si è dimostrata del tutto rispondente alle attese.

Conclusioni

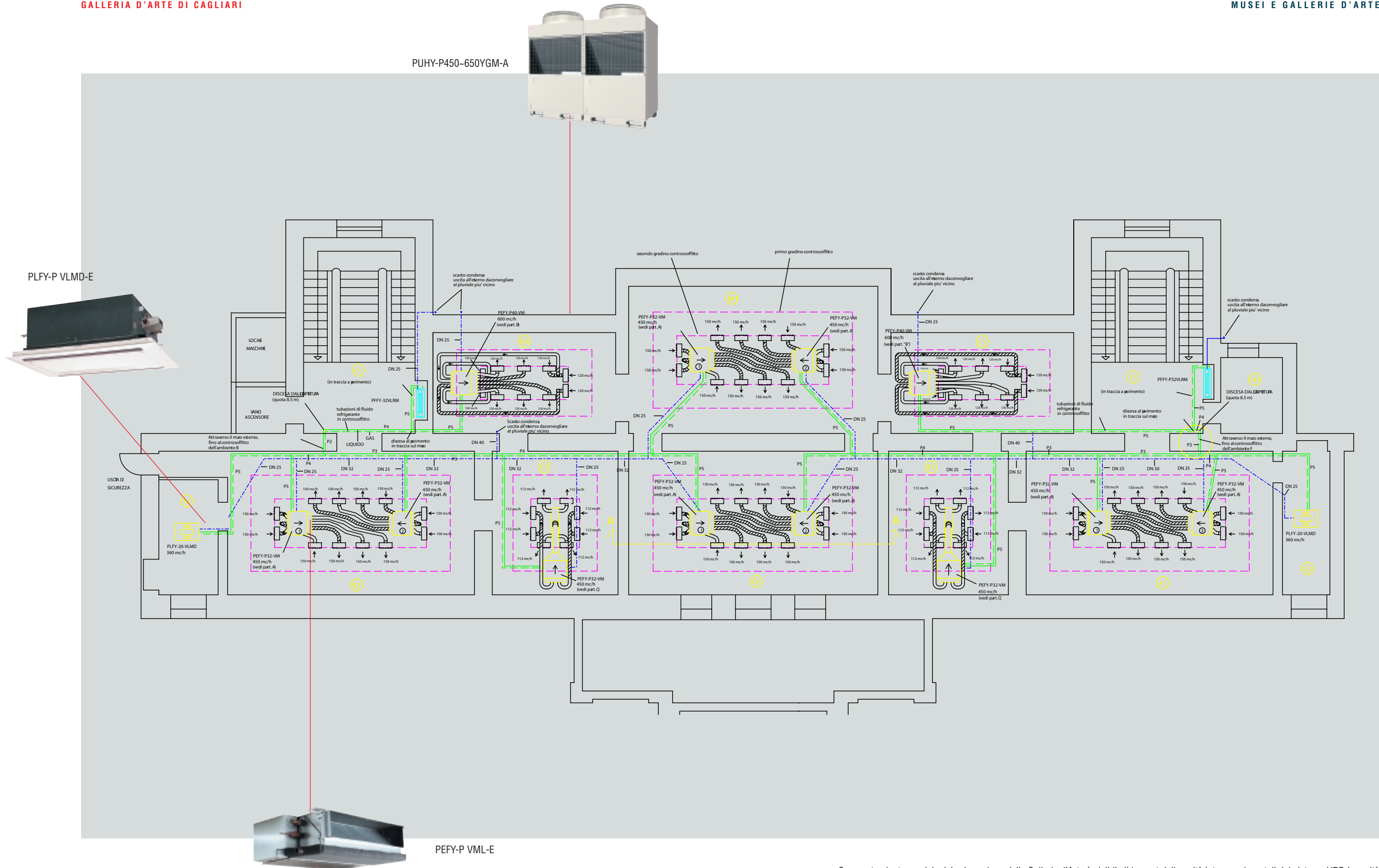
PARTECIPANTI ALL'OPERA

Il progetto dell'impianto è stato eseguito dallo Studio dell'Ing. Carlo Bernardini, di Cagliari.

The image shows a detailed architectural floor plan of a building. A large, dark blue rectangular area is highlighted in the upper portion of the plan. At the center of this highlighted area is a red circle containing the white number '2'. The floor plan includes various rooms, a central staircase, and structural elements like columns and walls. The overall style is technical and precise, typical of architectural drawings.

2

Planimetrie



Su questa pianta parziale del primo piano della Galleria d'Arte è visibile il lay-out delle unità interne orizzontali del sistema VRF. Le unità sono installate al di sopra di controsoffitti e collegate per mezzo di condotti circolari flessibili ai terminali di diffusione dell'aria.