

Sommario

1	PREMESSA E OGGETTO DELLA RELAZIONE	4
1	PREMESSA E OGGETTO DELLA RELAZIONE	3
2	QUADRO IMPIANTISTICO E OBIETTIVI DELLA REGOLAZIONE	3
3	RIFERIMENTI NORMATIVI, CRITERI PROGETTUALI E LIVELLO BACS	4
4	ARCHITETTURA ESECUTIVA DEL SISTEMA BACS	5
5	LISTA PUNTI, CODIFICA E REQUISITI I/O	6
6	LOGICHE ESECUTIVE DELLA CENTRALE GEOTERMICA.....	7
7	LOGICHE DI DISTRIBUZIONE, POMPE, VALVOLE E CONSENSI.....	9
8	TERMOREGOLAZIONE AMBIENTE E TERMINALI.....	10
9	SUPERVISIONE, SINOTTICI E INTERFACCIA OPERATORE	11
10	MONITORAGGIO ENERGETICO E REPORTISTICA	11
11	ALLARMI, EVENTI E DIAGNOSTICA.....	12
12	INTEGRAZIONE CON IMPIANTI ELETTRICI E FOTOVOLTAICO	13
13	CYBERSECURITY, BACKUP E CONTINUITA' DI ESERCIZIO	13
14	PRESCRIZIONI DI INSTALLAZIONE, CABLAGGIO E IDENTIFICAZIONE.....	14
15	COMMISSIONING, PROVE FUNZIONALI E ACCETTAZIONE	14
16	DOCUMENTAZIONE FINALE, FORMAZIONE E MANUTENZIONE.....	15
17	INTERFACCE E RESPONSABILITÀ DELLA FORNITURA	16
18	SCHEMA A BLOCCHI TERMOREGOLAZIONE	17
19	CONCLUSIONI	17

1 PREMESSA E OGGETTO DELLA RELAZIONE

La presente relazione definisce l'architettura e le prestazioni del sistema di automazione e supervisione previsto per la riqualificazione energetica del Palazzo del Municipio di Santa Margherita Ligure. L'impianto comprende due pompe di calore acqua-acqua alimentate da circuito di falda tramite scambiatore, una distribuzione idronica a due tubi e ventilconvettori con regolazione per ambiente. Il BACS coordina le richieste degli ambienti e i consensi della distribuzione con la produzione di caldo e freddo, mantenendo ai controllori locali le protezioni e le logiche interne delle apparecchiature. L'elaborato stabilisce le funzioni richieste, le interfacce tra controllori, la lista dei segnali, le modalità di supervisione e le prove di accettazione. I dati dei consumi elettrici e del fotovoltaico sono acquisiti per monitoraggio. Le funzioni dovranno essere documentate negli schemi costruttivi, realizzate e verificate in campo prima della consegna dell'impianto.

2 QUADRO IMPIANTISTICO E OBIETTIVI DELLA REGOLAZIONE

L'intervento sostituisce l'assetto di regolazione frammentato con un sistema coordinato di controllo delle richieste ambiente, della produzione termica e frigorifera e della distribuzione. La supervisione mette a disposizione stati, allarmi, dati energetici e parametri di esercizio necessari alla conduzione e alla manutenzione del Palazzo del Municipio.

Le funzioni di automazione devono essere realizzate secondo le sequenze della presente relazione, mantenendo indipendenti le protezioni locali delle apparecchiature. L'Appaltatore fornisce lista punti, interfacce, programmazione, prove e documentazione finale in modo che ciascuna funzione risulti verificabile in campo.

Esigenza funzionale	Requisito di progetto	Criterio di accettazione
Controllo coordinato degli ambienti	Implementazione di regolazione per zona/ambiente con calendario centralizzato e possibilità di deroga autorizzata.	Verifica da supervisione di set-point, stato richiesta e modo operativo per ogni zona prevista.
Disponibilità dei dati di esercizio	Trend delle temperature, stati, allarmi, energie e ore di funzionamento.	Consultazione ed esportazione CSV/XLS o formato equivalente per almeno le grandezze richieste.
Gestione strutturata degli allarmi	Allarmi gerarchizzati con storico, riconoscimento e testo operativo.	Test di generazione e riconoscimento degli allarmi in SAT.
Consensi coordinati tra centrale e distribuzione	Sequenze logiche coerenti tra richiesta ambiente, disponibilità del fluido, pompe, valvole e pompe di calore.	Prove funzionali in modo riscaldamento e raffrescamento, anche simulate se la stagione non consente prova reale.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI, CRITERI PROGETTUALI E LIVELLO BACS

Il sistema è progettato con riferimento alle norme tecniche applicabili alle funzioni di automazione, agli impianti elettrici di alimentazione e alla sicurezza della rete di controllo. I protocolli di comunicazione e le responsabilità delle interfacce sono definiti negli elaborati costruttivi e verificati prima della messa in servizio.

Riferimento	Ambito	Applicazione esecutiva
UNI EN ISO 52120-1:2022	Prestazione energetica degli edifici - contributo di automazione, controllo e gestione tecnica.	Classificazione funzionale BACS e individuazione delle funzioni minime per livello almeno equivalente alla classe B.
UNI/TS 11651:2023	Procedura di asseverazione e verifica dei sistemi BACS.	Procedura di verifica della classe del sistema BACS realizzato mediante funzioni e prove pertinenti.
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori in bassa tensione.	Alimentazione, protezioni, identificazione e sicurezza elettrica dei componenti BACS.
CEI EN IEC 62443, serie	Sicurezza dei sistemi di automazione e controllo.	Segmentazione della rete, credenziali, backup e controllo degli accessi remoti.

3.1 Obiettivo prestazionale

Il sistema dovrà conseguire la classe B per le funzioni BACS pertinenti ai servizi effettivamente controllati, in conformità alla UNI EN ISO 52120-1:2022. La verifica finale ai sensi della UNI/TS 11651:2023 si baserà sulle funzioni installate e operative, sulla lista punti, sulle sequenze di controllo e sui verbali di prova. La presenza della sola piattaforma di supervisione non soddisfa il requisito prestazionale.

Funzione BACS	Requisito minimo di progetto	Evidenza richiesta
Regolazione generazione	Set-point, consensi e sequenza di funzionamento delle pompe di calore secondo il controllore del produttore.	Mappa interfacce, sequenza funzionale e prova SAT di richiesta, inserimento macchine e allarmi.
Regolazione distribuzione	Abilitazione delle pompe di piano in funzione della domanda e acquisizione stato/allarme.	Trend di consenso/stato e prova in campo.
Regolazione ambiente	Regolazione per ambiente dei ventilconvettori con comando locale e comunicazione al BACS.	Verifica punto-punto di temperatura, set-point, richiesta, modo e risposta del terminale.
Monitoraggio energetico	Acquisizione dei consumi elettrici e della produzione FV previsti nel progetto elettrico.	Report campione e verifica comunicazione.
Gestione tecnica	Allarmi, storico eventi, profili utente, backup e accesso remoto protetto.	Registro utenti, test allarmi, procedura backup.

4 ARCHITETTURA ESECUTIVA DEL SISTEMA BACS

4.1 Livelli funzionali

L'architettura sarà organizzata su tre livelli funzionali: campo, automazione e supervisione. Ogni livello dovrà essere chiaramente identificato negli schemi costruttivi e nelle liste punti, con indicazione del quadro o apparato di attestazione, del protocollo di comunicazione, dell'indirizzo logico e del tipo di segnale.

Livello	Componenti	Prescrizioni esecutive
Campo	Sonde, trasduttori, contatti, attuatori, valvole, misuratori, termostati/interfacce ambiente.	Installazione accessibile per manutenzione; etichettatura; morsetti numerati; schermature e posa cavi secondo schemi.
Automazione	PLC/DDC, moduli I/O, gateway, alimentatori, apparati di rete OT.	Programma residente con funzionamento locale anche in assenza temporanea di supervisione, salvo funzioni solo informative.
Supervisione	Server/HMI/web server, database, sinottici, report, gestione utenti.	Accesso profilato; storicizzazione; backup; esportazione dati; interfaccia in lingua italiana.

4.2 Rete e protocolli

Il sistema dovrà privilegiare protocolli aperti o comunque documentati. Ogni gateway dovrà essere fornito completo di mappatura registri/oggetti, indirizzi, scale, unità di misura, tempi di polling e gestione degli errori di comunicazione. Non saranno accettate integrazioni prive di documentazione tecnica sufficiente alla manutenzione da parte della Committenza o di terzi incaricati.

- La rete BACS/OT dovrà essere logicamente separata dalla rete amministrativa, salvo punti di interconnessione controllati;
- gli indirizzi IP statici, le VLAN, le porte e le regole di accesso dovranno essere riportati nello schema rete as-built;
- ogni dispositivo dovrà avere credenziali univoche e non dovranno essere mantenute password di default;
- l'accesso remoto dovrà avvenire mediante canale protetto, con profili individuali e registrazione degli accessi;
- la perdita di comunicazione con un dispositivo critico dovrà generare allarme e, ove necessario, comportare il passaggio a stato sicuro.

4.3 Quadri BACS e alimentazioni

I controllori, i moduli I/O, gli alimentatori ausiliari, i dispositivi di protezione, i morsetti e gli apparati di comunicazione dovranno essere installati in quadri dedicati o in comparti chiaramente identificati dei quadri impiantistici. Ogni quadro dovrà riportare targhetta identificativa, schema elettrico aggiornato, elenco morsetti e riserva fisica e funzionale per future estensioni.

Elemento	Prescrizione minima
Alimentatori ausiliari	Dimensionamento con margine per tutti i dispositivi serviti; protezione e segnalazione guasto alimentazione.
Moduli I/O	Canali identificati singolarmente; riserva minima raccomandata pari ad almeno 15% per DI/DO/AI/AO, salvo diversa indicazione del capitolato.
Morsettiere	Separazione tra segnali di potenza, ausiliari, SELV/PELV, analogici e bus dati; identificazione univoca.
Apparati rete	Installazione in quadro o armadio protetto; schema connessioni; indirizzamento documentato.
UPS/soccorso	Da prevedere per supervisione, rete e controllori critici ove richiesto dagli elaborati elettrici o dalla Direzione Lavori.

5 LISTA PUNTI, CODIFICA E REQUISITI I/O

La lista punti costituisce elaborato operativo obbligatorio per la fornitura BACS. Prima dell'inizio delle attività di cablaggio e programmazione, l'Appaltatore dovrà produrre una lista punti costruttiva coordinata con schemi elettrici, schemi meccanici e disegni di campo. La lista dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori prima della messa in servizio.

5.1 Campi minimi della lista punti

Campo	Contenuto richiesto
Codice punto	Sigla univoca coerente con quadro, controllore, modulo, canale e sottosistema.
Descrizione	Descrizione chiara della grandezza, comando, stato o allarme.
Tipo segnale	DI, DO, AI, AO, valore bus, oggetto BACnet, registro Modbus, variabile KNX o equivalente.
Unità e scala	Unità fisica, campo misura, fattore di scala e offset.
Dispositivo campo	Marca/modello o caratteristica minima; posizione; quadro/ambiente.
Logica associata	Sequenza, consenso, allarme, trend o report collegato.
Priorità allarme	Informativo, manutentivo, critico, sicurezza impianto.
Trend	Sì/no, frequenza o criterio di registrazione, tempo minimo di conservazione.
Collaudo	Esito prova punto-punto, data, operatore, note.

5.2 Punti minimi per sottosistema

Sottosistema	Stato, modo, allarmi, temperature, set-point, consensi, stadi e ore di funzionamento esposti dal controllore delle pompe di calore.
Pompe di calore geotermiche	Temperature dei circuiti, comandi delle pompe di piano, feedback di stato e allarme, consensi idraulici.
Circuito lato impianto	Temperature mandata/ritorno, stato pompe, allarmi pompe, eventuale comando inverter o set-point pressione/portata, pressostati/consensi se previsti.

Circuito lato sorgente/falda	Temperatura ambiente, set-point, richiesta, modo, stato, velocità e comando valvola secondo la mappatura di ciascun terminale.
Terminali ambiente	Temperatura ambiente, set-point, richiesta caldo/freddo, stato terminale, velocità ventilatore ove controllata, consenso valvola, allarme locale se disponibile.
Zone e calendari	Produzione FV, stato e allarmi inverter acquisiti per monitoraggio secondo gli elaborati elettrici.
Fotovoltaico	Potenza istantanea, energia prodotta, stato inverter, allarme inverter, dati disponibili dal sistema di monitoraggio FV.
Misure elettriche	Energia e potenza dei carichi significativi: centrale termica, pompe di calore, ausiliari, eventuali quadri di piano ove previsti.
Supervisione	Allarmi comunicazione, stato server/HMI, stato backup, accessi utente, modifiche parametri rilevanti.

5.3 Convenzione di codifica

La codifica definitiva dovrà essere proposta dall'Appaltatore e approvata dalla Direzione Lavori. Si prescrive comunque una struttura leggibile del tipo: edificio-sottosistema-quadro-controllore-dispositivo-punto. Esempio non vincolante: MUN-CT-PDC01-STATO, MUN-Z01-AMB-TEMP, MUN-FV-INV01-POT. Non sono ammessi codici generici non riconducibili al campo o al sinottico.

6 LOGICHE ESECUTIVE DELLA CENTRALE GEOTERMICA

6.1 Principi generali di controllo

La supervisione coordina le richieste delle zone, i consensi dei circuiti, le pompe di distribuzione e lo scambio dati con le due pompe di calore acqua-acqua. Le logiche interne di funzionamento, protezione e sequenziamento delle macchine restano nel controllore del produttore; il BACS acquisisce stati, allarmi e grandezze disponibili e trasmette i consensi e i set-point previsti dalla mappa di comunicazione approvata. La perdita di comunicazione non deve compromettere le protezioni locali.

La regolazione gestisce stagione, calendario, richiesta aggregata delle zone, set-point dell'acqua, limiti di esercizio, ritardi e tempi minimi di marcia e arresto. I parametri sono accessibili solo ai profili autorizzati, registrati nel verbale di prima taratura e ripristinabili da backup.

6.2 Sequenza di abilitazione centrale

Passo	Condizione	Azione BACS	Verifica
1	Calendario abilitato oppure deroga autorizzata.	Abilitazione modo edificio: comfort, ridotto, antigelo/anticaldo, spento.	Sinottico generale.
2	Richiesta di almeno una zona o gruppo zone sopra soglia temporizzata.	Generazione richiesta caldo/freddo cumulativa.	Trend richiesta zone.

3	Stagione coerente con richiesta e blocchi assenti.	Consenso a produzione termica/frigorifera.	Stato centrale.
4	Circuiti ausiliari disponibili.	Avvio pompe necessarie e verifica feedback stato.	Stati pompe e pressostati/consensi.
5	Condizioni idrauliche e termiche idonee.	Avvio PDC master o inserimento stadio successivo secondo logica di cascata.	Trend temperature e stato PDC.
6	Raggiungimento set-point o riduzione richiesta.	Riduzione potenza, disinserimento stadi e arresto temporizzato.	Storico eventi e ore funzionamento.

6.3 Cascata pompe di calore

Il controllore di generazione inserisce e disinserisce le pompe di calore in funzione della richiesta termica o frigorifera, dello scostamento del set-point, della capacità disponibile e dello stato di allarme. Il BACS acquisisce gli stati delle macchine e la richiesta servita, evitando comandi incompatibili con le sequenze del produttore. Priorità, ritardi, condizioni di blocco e passaggio alla macchina disponibile sono documentati nella sequenza funzionale e verificati in collaudo.

Funzione	Prescrizione
Inserimento stadi	Inserimento temporizzato al superamento della soglia di scostamento set-point o di richiesta cumulativa, evitando cicli brevi.
Disinserimento stadi	Disinserimento temporizzato al rientro della richiesta, con rispetto dei tempi minimi di marcia.
Rotazione priorità	Rotazione e priorità delle macchine secondo le logiche del controllore di generazione, con registrazione di stato e allarmi.
Blocco macchina	Esclusione automatica della PDC in allarme e tentativo di servizio con macchina disponibile, ove tecnicamente consentito.
Fallback supervisione	La logica primaria di sicurezza e controllo deve rimanere residente nel controllore locale, non dipendente dal solo HMI.

6.4 Circuito lato falda/sorgente

Il circuito lato falda, lo scambiatore a piastre e il circuito intermedio devono essere sorvegliati mediante le temperature, gli stati e gli allarmi individuati negli schemi impiantistici. Il BACS registra i valori misurati, calcola il salto termico solo in presenza delle relative sonde e segnala condizioni fuori dai limiti ammessi dal produttore e dalle prescrizioni autorizzative. Nessuna logica di supervisione sostituisce le protezioni idrauliche delle macchine.

- Abilitazione pompe lato sorgente solo in presenza di richiesta e prima dell'avvio della PDC secondo sequenza temporizzata;
- verifica feedback stato pompa e gestione allarme mancata partenza;
- monitoraggio temperatura ingresso/uscita scambiatore e calcolo Delta T informativo, se entrambe le misure sono disponibili;

- blocco o limitazione richiesta in caso di temperatura fuori campo, assenza consenso idraulico o allarme circuito sorgente;
- registrazione trend per analisi stagionale del comportamento del campo sorgente.

7 LOGICHE DI DISTRIBUZIONE, POMPE, VALVOLE E CONSENSI

Le pompe dei circuiti di distribuzione sono abilitate in funzione delle richieste effettive, del modo stagionale e della disponibilità di fluido utile. Per le pompe gemellari di piano sono previsti comando di abilitazione e acquisizione di stato e allarme; l'eventuale regolazione elettronica della velocità resta affidata al controllore a bordo pompa secondo il relativo progetto di fornitura. L'interblocco idraulico impedisce avviamenti in condizioni non ammesse.

Elemento	Comando	Condizioni di consenso	Allarmi/diagnostica
Pompe distribuzione	Abilitazione ON/OFF delle pompe gemellari di piano; velocità regolata dal controllore a bordo pompa.	Richiesta zona, stagione attiva, temperatura fluido in campo utile, nessun blocco.	Mancata partenza, termica, discordanza comando/stato, ore elevate.
Valvole di zona	Apertura/chiusura o modulazione.	Richiesta della zona e modo operativo abilitato.	Discordanza se feedback disponibile; comando fuori calendario.
Terminali	Consenso funzionamento e velocità.	Richiesta locale, fluido disponibile, limiti acustici/orari, finestra/contatto se previsto.	Terminale non risponde, temperatura non raggiunta, comunicazione persa.
Circuiti ausiliari	Consenso da BACS o acquisizione stato.	Sequenza specifica del sottosistema.	Allarme generale e storico eventi.

7.1 Condizioni di fluido utile

Il consenso ai terminali dovrà essere subordinato alla disponibilità del fluido termovettore in campo utile. Le soglie di temperatura dovranno essere definite in coordinamento con il progetto meccanico e con i dati del costruttore dei terminali; fino alla taratura finale, il sistema dovrà consentire modifica parametrica protetta da profilo autorizzato.

7.2 Ripartenza dopo mancanza tensione

Dopo una mancanza rete, il sistema dovrà ripristinare lo stato operativo in modo controllato, evitando avviamenti simultanei. Dovranno essere previsti ritardi progressivi di riavvio per controllori, apparati di rete, pompe e pompe di calore. La supervisione dovrà registrare l'evento di ripartenza e gli eventuali apparati non riconnessi.

8 TERMOREGOLAZIONE AMBIENTE E TERMINALI

8.1 Zonizzazione

La termoregolazione è articolata per ambiente o gruppo di ambienti omogenei secondo destinazione d'uso, esposizione, calendario e circuito servito. L'associazione tra ciascun ventilconvettore, comando ambiente e zona di supervisione è riportata nella lista punti costruttiva e nei sinottici.

Tipologia ambiente	Criterio di controllo	Prescrizione
Uffici ordinari	Controllo ambiente con set-point comfort/ridotto e calendario feriale.	Deroga temporanea possibile solo per utenti abilitati o da supervisione.
Sale istituzionali / sale riunioni	Scenario dedicato e possibilità di pre-attivazione.	Gestione eventi straordinari con durata limitata e ritorno automatico a calendario.
Spazi comuni e corridoi	Set-point differenziato e riduzione in fasce non occupate.	Evitare sovracondizionamento rispetto agli ambienti serviti.
Locali tecnici	Controllo solo ove richiesto da apparecchiature o condizioni ambientali.	Allarme temperatura fuori campo se previsto.
Servizi e ambienti accessori	Logica ridotta o subordinata a presenza se prevista.	Regolazione a calendario e set-point differenziato per i servizi e gli ambienti accessori.

8.2 Terminali ambiente

I ventilconvettori Sabiana sono dotati dei dispositivi di comando ambiente e delle interfacce di comunicazione necessari al controllo locale e alla supervisione. Per ogni ambiente servito devono essere gestiti temperatura, set-point, modo operativo, calendario e richiesta di caldo o freddo. La velocità del ventilatore e la valvola sono regolate dal controllore del terminale nel rispetto dei consensi stagionali e della disponibilità del fluido; le regolazioni locali autorizzate restano visibili alla supervisione.

8.3 Set-point e profili orari

Parametro	Prescrizione esecutiva
Set-point comfort	Configurabile per stagione e zona; valore iniziale da definire in commissioning con la Committenza.
Set-point ridotto	Configurabile per contenimento consumi fuori occupazione; deve impedire derive eccessive.
Antigelo / protezione	Sempre attivo quando tecnicamente necessario, anche fuori calendario ordinario.
Deroga locale	Limitata nel tempo e registrata nello storico; eventuale range utente limitato.
Calendari	Feriale, festivo, chiusure straordinarie, eventi; modificabili da utente autorizzato.

9 SUPERVISIONE, SINOTTICI E INTERFACCIA OPERATORE

La piattaforma di supervisione dovrà consentire la conduzione ordinaria del sistema da parte del personale autorizzato, evitando rappresentazioni eccessivamente tecniche per le funzioni di uso quotidiano ma mantenendo accessibili i dati di diagnostica per manutentori e tecnici specialistici.

9.1 Sinottici minimi

Sinottico	Contenuto minimo
Home edificio	Stato generale impianto, stagione, modo operativo, allarmi attivi, collegamenti rapidi ai sottosistemi.
Centrale geotermica	PDC, pompe, valvole, temperature, set-point, richiesta, stati, allarmi, ore funzionamento.
Distribuzione	Circuiti, pompe, valvole di zona, temperature, consensi e stati.
Zone/ambienti	Temperatura, set-point, modo, richiesta caldo/freddo, terminali, deroga, allarmi.
Fotovoltaico ed energia	Produzione FV, consumi significativi, indicatori energetici e grafici storici.
Allarmi	Elenco allarmi attivi e storici, priorità, data/ora, riconoscimento e descrizione azione consigliata.
Impostazioni autorizzate	Calendari, set-point, soglie, utenti, backup e parametri non critici.

9.2 Profili utente

Profilo	Permessi minimi/massimi
Visualizzazione	Consultazione sinottici, stati, trend e allarmi senza modifica parametri.
Conduzione ordinaria	Gestione calendari, riconoscimento allarmi, deroghe temporanee, modifica set-point entro limiti approvati.
Manutenzione	Accesso a diagnostica, test manuali, reset allarmi, tarature autorizzate, esportazione dati.
Amministratore	Gestione utenti, backup/ripristino, configurazione sistema, parametri avanzati. Accesso da limitare a soggetti autorizzati.

10 MONITORAGGIO ENERGETICO E REPORTISTICA

La supervisione acquisisce e storicizza le grandezze energetiche misurate, tra cui consumi elettrici delle pompe di calore e produzione fotovoltaica secondo le interfacce previste negli elaborati elettrici. I report distinguono misure dirette, dati derivati e ore di funzionamento, con unità di misura e intervallo temporale espliciti. L'acquisizione dei dati fotovoltaici ha funzione di monitoraggio e non comporta comando della generazione in base all'autoconsumo.

Dato	Fonte	Uso previsto	Frequenza minima indicativa
Produzione FV	Inverter o sistema monitoraggio FV	Monitoraggio e confronto temporale della produzione elettrica; nessun comando per autoconsumo.	15 min o migliore se disponibile.
Consumo PDC	Misuratore elettrico dedicato o quadro centrale.	Valutazione prestazione centrale e assorbimenti.	15 min o migliore se disponibile.
Consumi ausiliari	Misuratori quadri/pompe ove previsti.	Verifica consumi di distribuzione.	15 min / 60 min.
Temperature mandata/ritorno	Sonde BACS.	Diagnostica rendimento e corretto assetto termico.	5 min / evento.
Ore funzionamento	Controllore/BACS.	Manutenzione e bilanciamento usura.	Evento / giornaliero.
Allarmi e override	Supervisione.	Tracciabilità operativa.	Evento.

10.1 Conservazione ed esportazione

I dati storici dovranno essere conservati per un periodo minimo non inferiore a 24 mesi, salvo diversa prescrizione di capitolato o limitazione motivata della piattaforma. Dovrà essere possibile esportare i dati in formato aperto o comunemente elaborabile, almeno CSV/XLSX o equivalente, con indicazione di unità, data/ora e origine del dato.

11 ALLARMI, EVENTI E DIAGNOSTICA

La gestione allarmi dovrà essere organizzata per priorità, con testi comprensibili e indicazione dell'azione operativa consigliata. Ogni allarme dovrà riportare data e ora di insorgenza, data e ora di rientro, eventuale riconoscimento operatore e sottosistema di origine.

Classe	Esempi	Effetto operativo
Informativo	Deroga attiva, cambio stagione, backup eseguito, manutenzione programmata.	Registrazione evento, nessuna azione immediata.
Manutentivo	Comunicazione persa, sonda fuori range, filtro/ore manutenzione, scostamento prestazionale.	Segnalazione da presidiare e pianificazione intervento.
Critico impianto	Blocco PDC, mancata partenza pompa, temperatura fuori limite, allarme inverter critico.	Notifica prioritaria e intervento in tempi brevi.
Sicurezza/Protezione	Condizione che richiede arresto o interdizione comando per tutela impianto.	Passaggio a stato sicuro secondo logica programmata.

11.1 Diagnostica automatica minima

- discordanza comando/stato per pompe e apparecchi principali;
- mancato raggiungimento temperatura mandata entro tempo massimo configurabile;
- sonda scollegata, corto circuito, valore fuori scala o variazione fisicamente non plausibile;
- perdita di comunicazione con dispositivi bus critici;
- richiesta ambiente persistente senza risposta del terminale o della centrale;
- numero eccessivo di avviamenti/arresti in un periodo configurabile.

12 INTEGRAZIONE CON IMPIANTI ELETTRICI E FOTOVOLTAICO

Il BACS acquisisce i dati elettrici e fotovoltaici individuati nella lista punti, tramite interfacce documentate e gateway configurati. Le protezioni elettriche e le funzioni di controllo degli inverter rimangono indipendenti dalla supervisione. Le schermate energetiche presentano potenza, energia, stato e allarmi dei dispositivi effettivamente collegati.

Interfaccia	Dati minimi	Note esecutive
Impianto fotovoltaico	Potenza istantanea, energia prodotta, stato inverter, allarmi.	Acquisizione per monitoraggio mediante interfaccia documentata e collaudata.
Quadri centrale	Stati principali, allarmi, misure selezionate, eventuali scatti dispositivi ausiliari.	Le protezioni restano indipendenti; il BACS acquisisce stato/allarme.
Misuratori energia	Potenza, energia, tensioni/correnti se disponibili, fattore di potenza ove utile.	Classe e certificazione dei misuratori secondo elaborati elettrici.
Illuminazione/locali di servizio	Stati o dati presenza ove previsti.	Integrazione solo se indicata negli elaborati elettrici/speciali.

13 CYBERSECURITY, BACKUP E CONTINUITA' DI ESERCIZIO

Il sistema BACS dovrà essere configurato secondo criteri conservativi di sicurezza informatica e continuità operativa. La protezione cyber non sostituisce la sicurezza funzionale degli impianti, che dovrà rimanere garantita dai dispositivi e dalle logiche locali. Tuttavia, l'esposizione della supervisione e dell'accesso remoto richiede misure minime documentate.

Ambito	Prescrizione minima
Credenziali	Credenziali individuali, password non di default, profili differenziati, consegna credenziali amministrative alla Committenza.
Accesso remoto	Canale protetto, abilitazione autorizzata, tracciamento accessi, disabilitazione degli account non utilizzati.

Segmentazione	Separazione logica della rete BACS/OT e limitazione delle comunicazioni ai soli servizi necessari.
Backup	Backup completo di software, configurazioni controllori, database, sinottici e mapping comunicazioni.
Aggiornamenti	Procedura controllata per aggiornamenti software/firmware, con backup preventivo e verifica post-intervento.
Resilienza	Funzioni critiche residenti nei controllori; supervisione non necessaria per il mantenimento dei servizi essenziali.

14 PRESCRIZIONI DI INSTALLAZIONE, CABLAGGIO E IDENTIFICAZIONE

L'installazione dei componenti BACS dovrà garantire accessibilità, manutenzione, corretta misura e affidabilità dei segnali. Ogni dispositivo dovrà essere installato secondo le prescrizioni del costruttore e in coordinamento con gli elaborati elettrici e meccanici.

Elemento	Prescrizione
Sonde temperatura aria	Posizionamento rappresentativo, lontano da irraggiamento diretto, correnti d'aria, fonti interne o terminali.
Sonde temperatura acqua	Installazione con pozzetto o sistema idoneo, corretta immersione e isolamento del punto di misura.
Cavi segnali analogici	Percorsi separati da potenza, schermature ove richieste, messa a terra schermo secondo schema.
Bus dati	Topologia, terminazioni e lunghezze conformi al protocollo; verifica comunicazione e mappa indirizzi.
Etichettatura	Codice univoco su dispositivo, morsetto, cavo e sinottico; corrispondenza con lista punti.
Accessibilità	Componenti posizionati per ispezione, sostituzione e taratura senza opere invasive.

15 COMMISSIONING, PROVE FUNZIONALI E ACCETTAZIONE

La messa in servizio del BACS è parte integrante dell'intervento e non potrà essere considerata attività meramente finale. L'Appaltatore dovrà predisporre un piano di commissioning BACS, coordinato con il commissioning meccanico ed elettrico, e sottoporlo alla Direzione Lavori prima dell'avvio delle prove.

15.1 Prove minime

Prova	Contenuto	Esito atteso
Verifica documentale preliminare	Schemi, lista punti, sequenze, mappa rete, manuali dispositivi.	Documenti coerenti e approvati per prova in campo.

Punto-punto	Ogni ingresso/uscita fisico e ogni punto bus significativo.	Corrispondenza tra campo, quadro, controllore e sinottico.
Comunicazioni	Gateway, bus, apparati IP, inverter, misuratori.	Assenza errori persistenti; corretta scala/unità.
Sequenze centrale	Avvio/arresto, cascata PDC, pompe, blocchi, ripartenza.	Sequenza conforme e registrazione eventi.
Zone e terminali	Richiesta ambiente, consenso terminale, set-point, calendario.	Risposta coerente del terminale e del sinottico.
Allarmi	Simulazione allarmi selezionati e guasti comunicazione.	Generazione, priorità, storico, riconoscimento.
Trend e report	Registrazione dati, grafici, esportazione.	Dati consultabili ed esportabili.
Formazione	Sessione con personale incaricato.	Verbale formazione e consegna manuale operativo.

15.2 Verbalì e criteri di accettazione

L'accettazione del sistema dovrà essere subordinata alla consegna dei verbalì di prova con evidenza dell'esito. Eventuali non conformità dovranno essere riportate in punch list con responsabile, azione correttiva e data di chiusura. Il sistema potrà essere considerato consegnabile solo dopo risoluzione delle non conformità bloccanti e disponibilità della documentazione minima as-built.

16 DOCUMENTAZIONE FINALE, FORMAZIONE E MANUTENZIONE

A fine lavori l'Appaltatore dovrà consegnare un dossier BACS completo, in formato digitale modificabile e PDF, contenente tutte le informazioni necessarie alla conduzione, manutenzione, modifica e ripristino del sistema.

Documento	Contenuto minimo
Schema Architettura BACS as-built	Livelli, apparati, rete, protocolli, indirizzi, quadri, gateway.
Lista punti as-built	Codici, descrizioni, tipo segnale, scala, indirizzo, allarme, trend, esito prova.
Sequenze di funzionamento	Logiche effettivamente programmate, parametri iniziali, condizioni di blocco e fallback.
Backup software	Programmi controllori, sinottici, database, configurazioni gateway e report.
Manuale operatore	Uso supervisione, calendari, allarmi, trend, report, procedure ordinarie.
Manuale manutentore	Diagnostica, sostituzione dispositivi, ripristino backup, indirizzamenti, credenziali.
Registro parametri	Set-point, soglie, ritardi, priorità, limiti e valori di prima taratura.
Verbalì	Punto-punto, SAT, prove logiche, formazione, punch list e chiusure.

16.1 Manutenzione programmata

Il piano manutentivo dovrà includere verifica periodica dei sensori, backup, integrità della rete, stato comunicazioni, trend energetici, storico allarmi, aggiornamento credenziali e controllo della corretta corrispondenza tra impianto reale e sinottici. Le tarature dovranno essere registrate e rese disponibili alla Committenza.

17 INTERFACCE E RESPONSABILITÀ DELLA FORNITURA

Prima della realizzazione devono essere coordinati schemi meccanici ed elettrici, elenco dei terminali, mapping dei controllori delle pompe di calore e dei ventilconvettori, consensi delle pompe di distribuzione, misure energetiche e rete dati. L'Appaltatore riporta nella lista punti e nelle sequenze costruttive l'origine di ogni misura, il responsabile di ogni comando e la risposta prevista in caso di guasto o perdita della comunicazione. I valori di taratura sono registrati nel verbale di commissioning.

Interfaccia	Dati costruttivi	Responsabilità e verifica
Interfaccia ambiente	Elenco ventilconvettori, comandi ambiente e indirizzi bus.	Installatore terminali e integratore BACS: comando locale, mappatura, prova per ambiente.
Controllore pompe di calore	Registro degli oggetti disponibili e sequenze di generazione.	Fornitore PDC e integratore BACS: consensi, set-point, stati, allarmi e prova della cascata.
Circuiti idronici	Schemi pompe, valvole, temperature e consensi.	Installatore meccanico ed elettrico: segnali di campo e test delle sequenze.
Misure elettriche e fotovoltaico	Misuratori previsti e interfacce degli inverter.	Installatore elettrico e integratore BACS: mapping, valori, unità e trend.
Rete dati di supervisione	Indirizzi, segmentazione, gateway e regole di accesso.	Integratore BACS e gestore IT: configurazione, backup e prove di comunicazione.

18 SCHEMA A BLOCCHI TERMOREGOLAZIONE

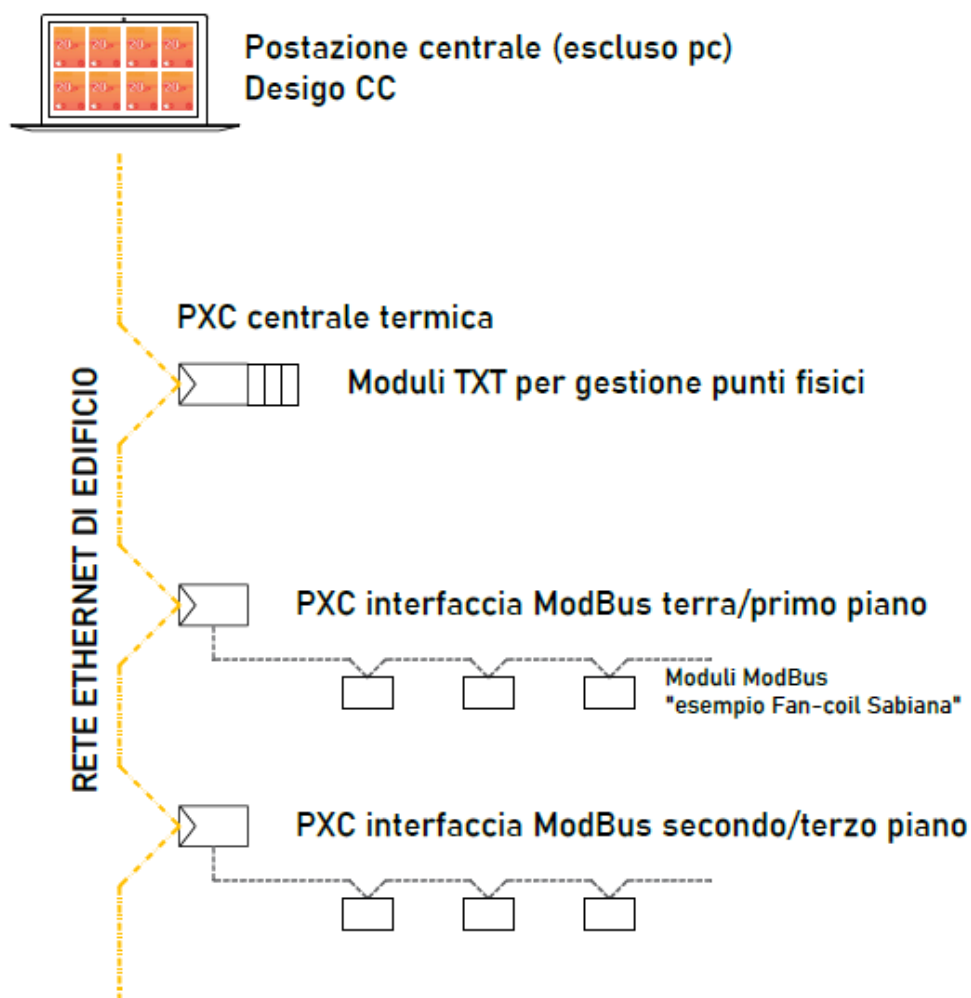


Figura 1 - Schema a blocchi termoregolazione

19 CONCLUSIONI

Il BACS del Palazzo del Municipio integra il controllo dei terminali ambiente con i consensi della distribuzione e con il controllore della centrale geotermica. La supervisione rende disponibili calendari, set-point, stati, allarmi e dati energetici necessari alla gestione dell'edificio. Le funzioni descritte sono requisiti della fornitura e devono essere verificate mediante le prove previste nella presente relazione.

La prestazione del sistema dipende dall'effettiva operatività delle interfacce, dalle sequenze di controllo, dalle tarature e dalla corretta registrazione dei dati. Lista punti, schemi, programmi, prove funzionali, backup e formazione sono parte della documentazione necessaria per l'accettazione dell'impianto.

Le prescrizioni della presente relazione dovranno essere recepite negli elaborati costruttivi dell'Appaltatore e verificate in campo mediante prove documentate. Ogni variazione significativa di

architettura, protocollo, numero di punti, logica di controllo o modalità di accesso remoto dovrà essere preventivamente sottoposta alla Direzione Lavori e alla Committenza.

§ § §

Onore (BG), 16.09.2026

Il tecnico

dott. ing. Luca Fabrello