POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Impianto di cogenerazione reversibile allacciato a TLR

Original
Impianto di cogenerazione reversibile allacciato a TLR / Carlin, Antonio; Remonda, Alessandro. - In: CLIMA IMPIANTI. - ISSN 2280-398X. - 3:3(2012), pp. 32-42.

Availability:
This version is available at: 11583/2504155 since:

Publisher:
Reed Business Information S.p.A.

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

01 September 2025

Un cambio di paradigma nell'impiego degli impianti di cogenerazione

IMPIANTO DI CO "REVERSIBILE" AL

Antonio Carlin, Alessandro Remonda

Partendo da impianti esistenti realizzati in tecnologia a pompa di calore, sia in espansione diretta che ad acqua, nella sede della società Asja Ambiente S.p.A. situata a Rivoli, in provincia di Torino, è sorta la necessità di climatizzare una serie di nuovi spazi (uffici, sale meeting, produzione) distribuiti su una superficie di 5.000 m^2. Nel frattempo, la messa in funzione di un nuovo impianto di cogenerazione ad olii – con tutte le sue relative potenzialità – si è intrecciata con il progetto in corso, tanto da rendere naturale procedere ad effettuare una valutazioni tecnica di integrazione del cogeneratore non solo con il nuovo impianto, ma anche con quelli esistenti. Essendo in corso di sviluppo una rete di teleriscaldamento in prossimità della sede oggetto dell'intervento, è stata inoltre valutata l'opportunità di potervisi allacciare, allo scopo non solo integrativo durante la stagione invernale, ma anche di cessione del surplus di calore che, prevalentemente, viene generato nella stagione estiva

GENERAZIONE LACCIATO A TLR

I PARAMETRI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Caratteristiche geografiche:
Rivoli (TO), 390 m s.l.m., gradi giorno: 2.939, zona climatica: E

Dati di progetto invernali:

Temperatura esterna di progetto	*-9,0 °C*
Stagione di riscaldam. convenzionale:	*dal 15 ottobre al 15 aprile*

Temperature dei fluidi:

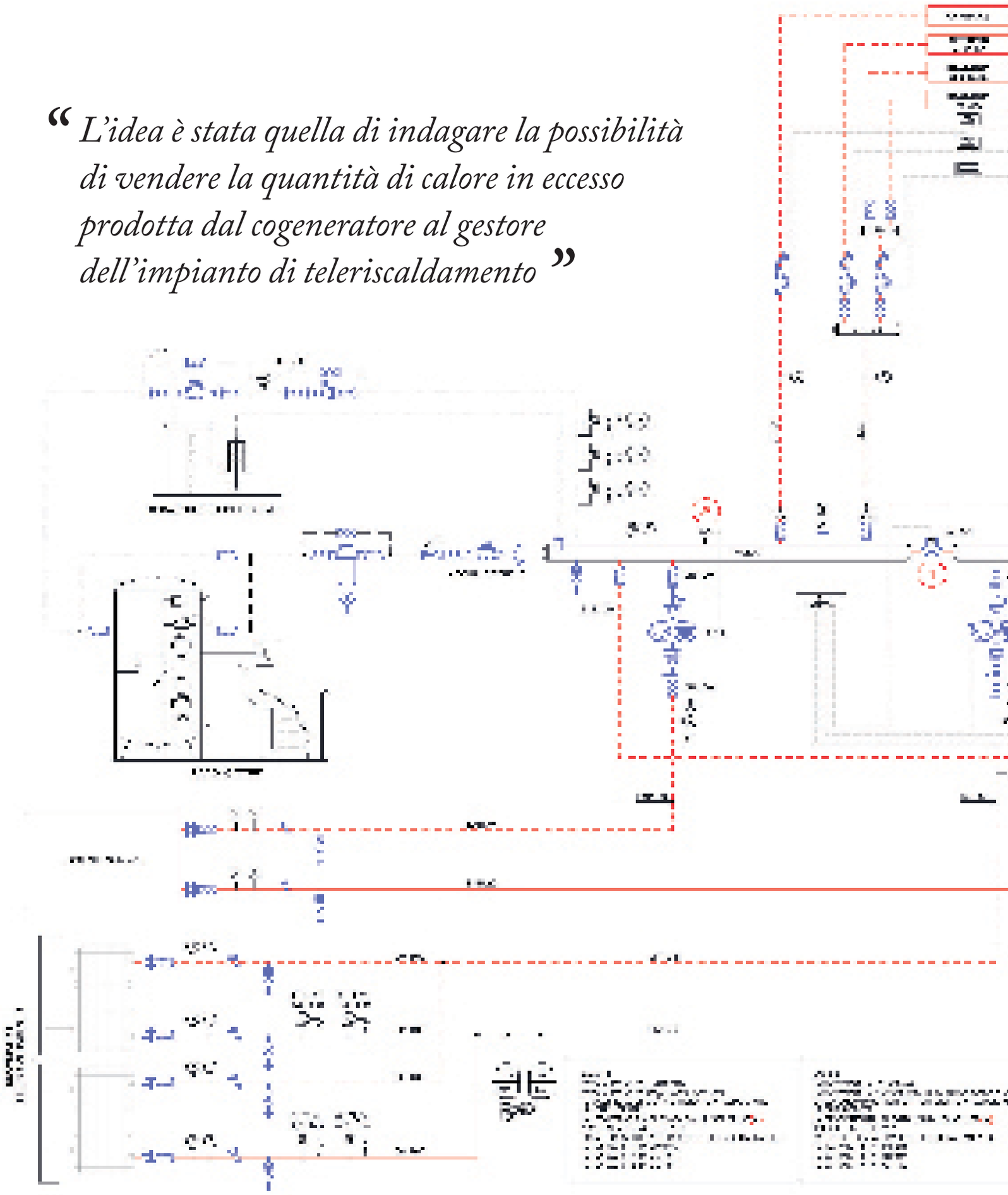
Cogeneratore		*Temperatura di produzione: 90°C*
		Salto termico DT: 20°C
Teleriscaldamento		*Temperatura di produzione: 90°C*
		Salto termico DT: 20°C
Utenze	*Aerotermi*	*Temperatura: 80°C*
		Salto termico DT: 10°C
	Fancoils	*Temperatura: 50°C*
		Salto termico DT: 5°C

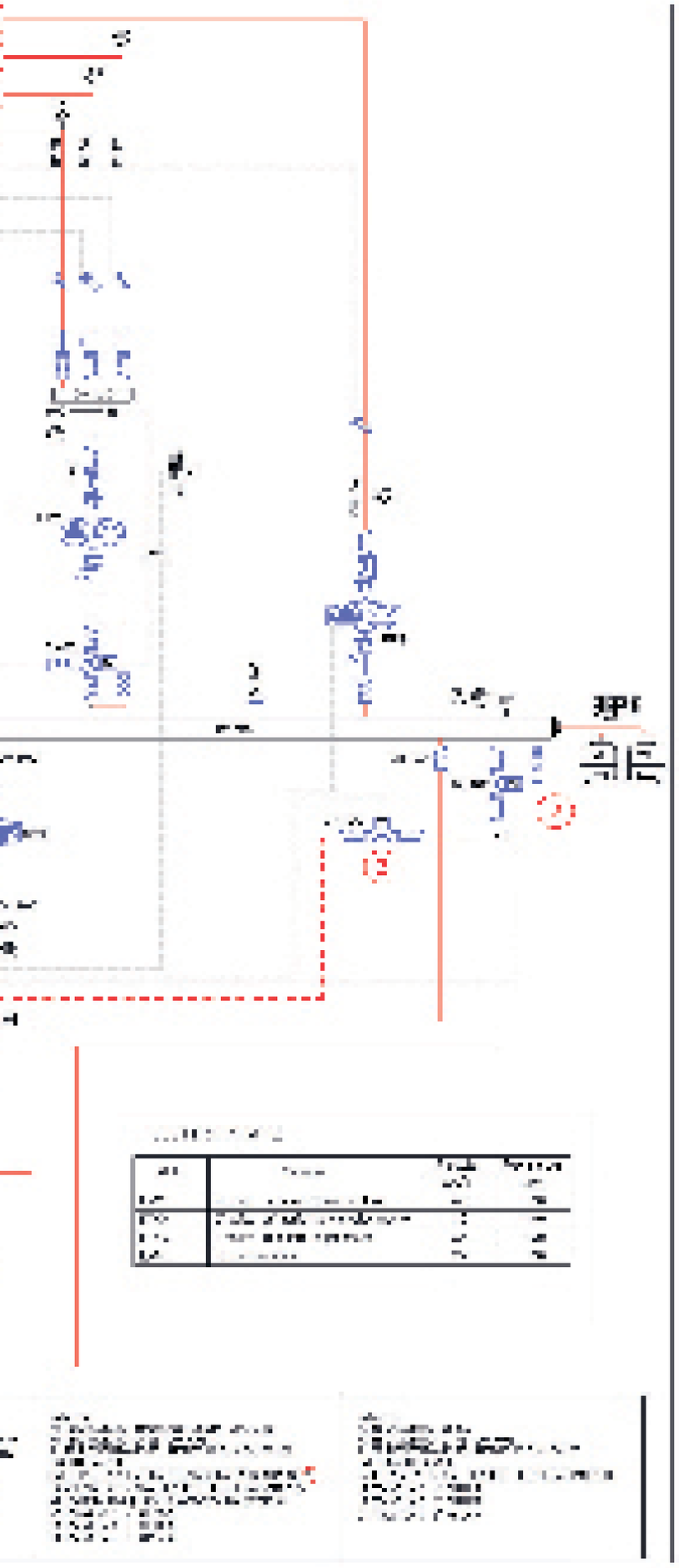
Obiettivi:
- Soddisfare le utenze durante la stagione invernale
- Massimizzare l'utilizzo del cogeneratore
- Acquistare calore dal teleriscaldamento
- Vendere calore al teleriscaldamento

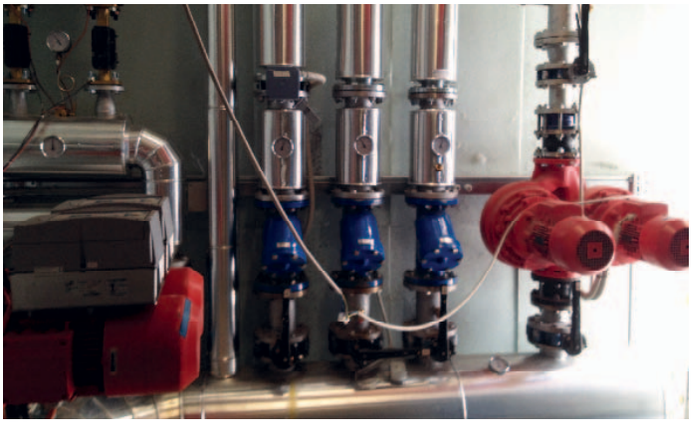
gestendo lo scambio di calore tra cogeneratore, teleriscaldamento e utenze.

Sebbene sia nato solamente sette anni fa, nel 1995, il gruppo Asja è una realtà di affermato rilievo a livello internazionale nella progettazione, realizzazione e gestione di impianti di energia da fonti rinnovabili. Oltre alla produzione di energia, attraverso l'attività delle sue controllate Asja opera anche nel settore degli impianti per la riduzione delle emissioni di gas serra, del trading energetico e dei carbon credits.
Per la sede della sua controllata Asja Ambiente situata a Rivoli, in provincia di Torino, è recentemente insorta la necessità di sviluppare, nonché installare, una serie di nuovi impianti, a integrazione di quelli esistenti, per la climatizzazione di alcuni nuovi locali e spazi derivati dalla conversione di un'area magazzino di circa 5.000 m^2 per uffici, sale meeting e officina produttiva.
L'esperienza condotta dal team ingegneristico può essere definita unica nel suo genere, in quanto il progetto originario si è incrociato dapprima con le opportunità di integrazione offerte da un impianto di cogenerazione a olii (sia vegetali puri, che esausti da frittura provenienti da aziende di raccolta e rigenerazione) che Asja ha messo in funzione contestualmente alla fase di progettazione, quindi con quelle di integrazione con la rete di teleriscaldamento che il comune di Rivoli stava sviluppando proprio in prossimità dell'edificio oggetto dell'intervento impiantistico.
Ciò che è risultato non è solo un perfetto modello di integrazione impiantistica, ma anche un singolare esempio di cogenerazione "reversibile" che, oltre a prelevare energia dalla rete di teleriscaldamento, la utilizza anche per immettervi il surplus generato.

“ L’idea è stata quella di indagare la possibilità di vendere la quantità di calore in eccesso prodotta dal cogeneratore al gestore dell’impianto di teleriscaldamento ”







asia

Figura 1. L'impianto di cogenerazione a olii (sia vegetali puri che esausti) che Asja ha messo in funzione contestualmente alla fase di progettazione

Figura 2. I serbatoi di stoccaggio degli olii vegetali: soia, girasole, colza, palma, jatropha o esausti da frittura, provenienti dalle aziende di raccolta

Ormai da decenni, possiamo osservare come il consumo di energia pro-capite sia in modo inequivocabile un indicatore del grado di sviluppo di un Paese. Sviluppo economico e aumento del consumo di energia sono infatti fra di loro direttamente proporzionali. Peraltro – stante l'attuale livello di conoscenze tecnologiche – è noto a tutti come l'energia sia una risorsa preziosa e limitata. D'obbligo, pertanto, cercare di farne un uso estremamente attento, massimizzando il rapporto tra quantità di beni e/o servizi prodotti e quantità di energia consumata.

Queste riflessioni, che hanno certamente una valenza generale, assumono una connotazione ancora più marcata allorché le decliniamo in ambito industriale, dove, per ciascun contesto produttivo, l'energia deve essere gestita e controllata alla stregua del lavoro, dei materiali e del capitale.

È in questo contesto che si colloca l'impianto che viene illustrato in queste pagine, realizzato a Rivoli, in provincia di Torino, nella sede di Asja Ambiente Italia S.p.A.

L'input del progetto è stato il bisogno di sviluppare e installare degli impianti di climatizzazione a servizio di alcuni nuovi locali ricavati dalle zone esistenti adibite a magazzino, destinati ad ospitare uffici, sale riunioni e spazi produttivi per una superficie di circa 5000 m^2. Ciò, partendo da un impianto termico a servizio delle zone esistenti, composto da impianti in pompa di calore, in parte ad espansione diretta ed in parte ad acqua.

Il comprensorio, che è stato oggetto dello studio, si estende su una superficie complessiva di circa 15.000 m^2 così articolata per le parti coperte:

- palazzina uffici 3.000 m^2
- aree produttive e magazzini 5.000 m^2 .

Il contesto

Per comprendere meglio come si sono individuate e sviluppate le scelte progettuali dell'impianto qui descritto, è fondamentale tracciare quali sono le peculiarità che contraddistinguono il committente. Asja Ambiente Italia S.p.A. è un gruppo internazionale che progetta, costruisce e gestisce impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Oltre a vantare una leadership nella produzione di energia elettrica da biogas di discarica, è fortemente attiva nei settori delle biomasse, eolico, fotovoltaico e idroelettrico.

Durante il periodo dedicato alla fase di progettazione, Asja ha messo in esercizio, presso la sua sede di Rivoli, il primo impianto ad olii capace di una potenza di 999 KWe e circa 1MW termico.

Figura 3. Un dettaglio delle pompe installate sul circuito di teleriscaldamento, equipaggiato con dispositivi in versione gemellare

Figura 4. Un dettaglio delle pompe installate sul circuito destinato agli uffici. Si noti anche in questo caso l'installazione di tipo gemellare

Tale impianto è stato progettato per essere alimentato ad olii vegetali puri (soia, girasole, colza, palma, jatropha, compreso un mix di una o più delle precedenti tipologie) o ad olii esausti da frittura, provenienti dalle aziende di raccolta e rigenerazione, compresa l'eventualità di utilizzo di grassi di origine animale (previo opportuno trattamento).
La presenza di questo nuovo impianto e la valutazione delle sue potenzialità si è così intrecciata con il progetto di ampliamento in corso, facendo propendere per un suo impiego all'interno del medesimo non appena se ne fossero verificate le condizioni.
Si è pertanto deciso di iniziare i lavori di natura impiantistica con il sistema in pompa di calore, in modo da rendere immediatamente operativi i nuovi spazi e di procedere nel contempo ad una valutazione sulla fattibilità tecnica del collegamento tra il cogeneratore, il nuovo impianto e gli altri impianti esistenti, ad esclusione, ovviamente, di quello ad espansione diretta.

Le criticità

Lo studio della connessione tra il sistema complessivo composto dal cogeneratore, dalle pompe di calore e dall'impianto utilizzatore non ha comportato particolari complicazioni.
L'impegno progettuale si è infatti limitato alla definizione di uno schema appropriato che consentisse di collegare idraulicamente le varie fonti di calore, opportunamente gestite con la regolazione automatica.
Naturalmente si sono dovute prendere in considerazione le opportune precauzioni, al fine di evitare che nelle fasi di scambio di fonte di calore si potessero verificare circuitazioni di acqua ad elevata temperatura proveniente dal cogeneratore nelle pompe di calore.
Infatti, nonostante l'affidabilità dei differenti sistemi utilizzati, è comunque fondamentale mantenere sempre delle condizioni di sicurezza, in modo da evitare danneggiamenti alle apparecchiature qualora venisse effettuata una manovra errata o si verificasse un malfunzionamento del sistema.
Va peraltro precisato che il cogeneratore ad olii vegetali installato presso la sede di Asja Ambiente Italia presenta degli intervalli di manutenzione programmata piuttosto ravvicinati, che devono essere tassativamente rispettati.
L'intervallo di funzionamento annuale è infatti pari a 7.800 ore, a fronte di un utilizzo teorico di 8.760 ore. Proprio durante le fasi di manutenzione e quindi di fermo del cogeneratore occorre effettuare lo scambio di funzionamento con le pompe di calore.

Figura 5. La centrale con gli scambiatori di calore che si interfacciano alla rete di teleriscaldamento realizzata dal comune di Rivoli

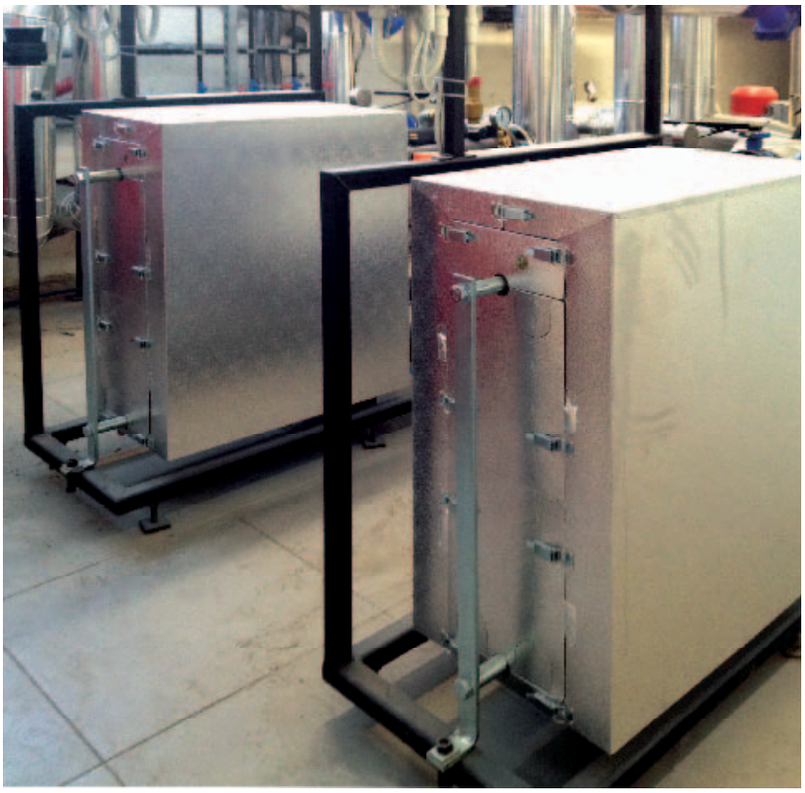


Figura 6. Un dettaglio degli scambiatori di calore. I circuiti delle utenze sono stati tutti dotati di contabilizzatori di energia termica

Le opportunità

Durante le fasi di svolgimento del progetto, il team tecnico e la committenza sono venuti a conoscenza che il comune di Rivoli stava sviluppando una rete di teleriscaldamento in prossimità dell'area dove sorge l'edificio oggetto dell'intervento impiantistico.

A fronte di tale opportunità, si è quindi ritenuto di considerare l'evenienza di effettuare un allacciamento a tale rete in modo da sopperire ai tempi di fermo per le operazioni di manutenzione del cogeneratore.

Tale ipotesi avrebbe infatti consentito di migliorare l'affidabilità dell'intero sistema rispetto alle pompe di calore, soprattutto nel caso di condizioni climatiche al contorno particolarmente rigide. È infatti noto come, la maggior parte delle problematiche di tali macchine legate a cali di rendimento e limiti di funzionamento si evidenzi quando le temperature esterne si allontanano molto dalle condizioni di progetto.

A tal proposito va precisato che la località dove è sito l'edificio presenta una temperatura di progetto pari a -9°C, per cui, se già il dimensionamento della pompa di calore effettuato a temperatura esterna determina un sovradimensionamento della macchina per l'utilizzo estivo, il vero problema è il calo di potenza disponibile dalla stessa ogni volta che le temperature esterne risultano inferiori.

Il passo successivo è stato quindi lo sviluppo di una soluzione in grado di coniugare l'impiego del cogeneratore e del teleriscaldamento per il riscaldamento, abbandonando le pompe di calore nell'utilizzo invernale.

L'inverno appena trascorso, che ha visto scendere le temperature nei dintorni di Torino sino a -24° C per un periodo di tempo non trascurabile (circa due settimane), ha peraltro consentito di apprezzare in modo tangibile la scelta di avere a disposizione delle fonti di calore alternative.

Per completezza della descrizione, va inoltre precisato che, durante lo sviluppo del progetto, si è aggiunta la necessità di riscaldare un'ulteriore ampia zona di un capannone destinata a produzione e magazzino. Tutto ciò ha comportato la rivalutazione delle effettive potenze necessarie, al fine di definire il corretto valore della fornitura da richiedere al gestore del teleriscaldamento.

Si riportano di seguito le potenze in gioco arrotondate per eccesso:

- potenza riscaldamento uffici: 300 kW
- potenza riscaldamento capannone: 900 kW
- potenza disponibile dal cogeneratore: 1.000 kW.

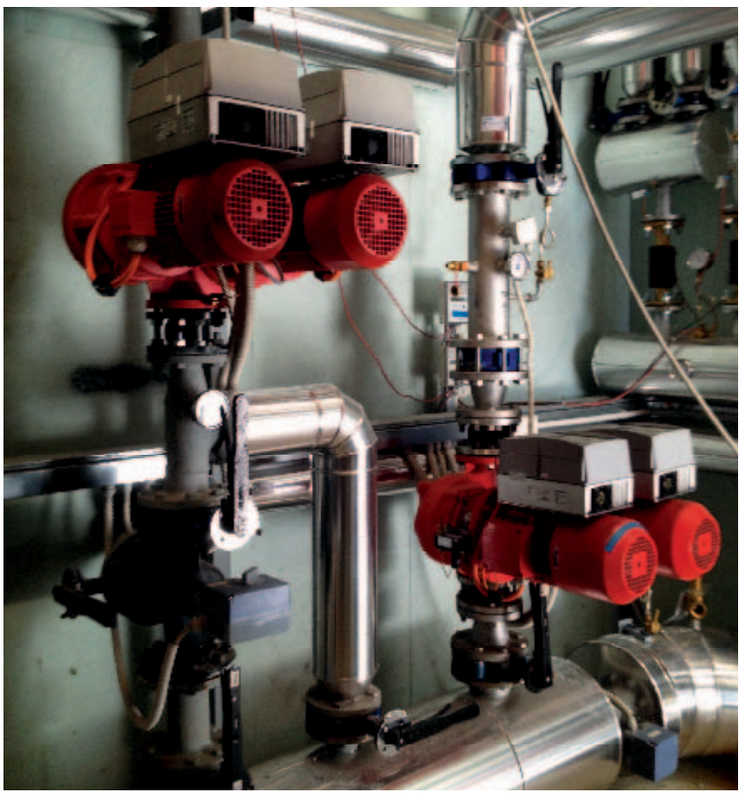


Figura 7. Un dettaglio del locale tecnico, denominato "centrale di pompaggio e smistamento", dove sono stati collocati i collettori e le relative elettropompe

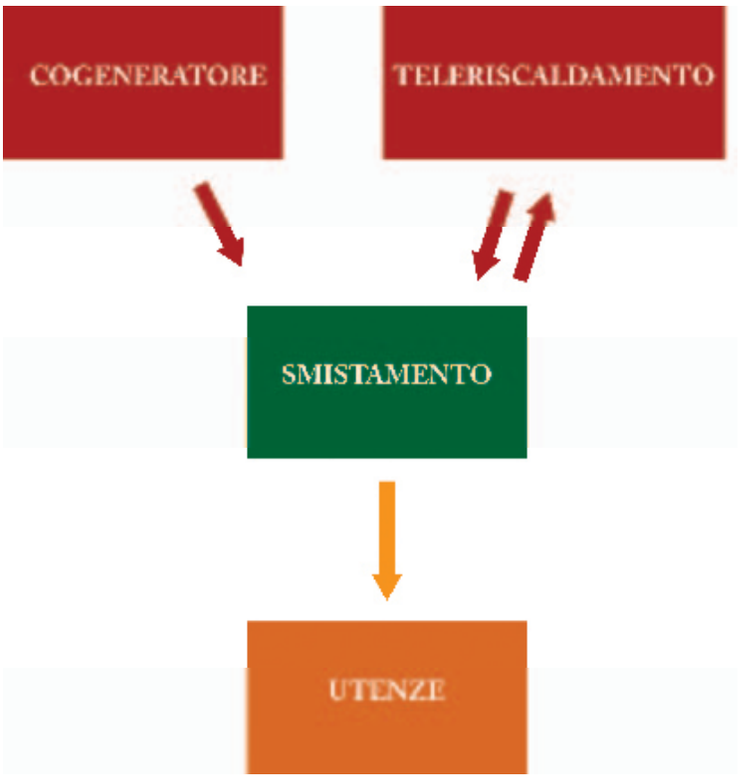


Figura 8. Lo schema del principio di funzionamento del sistema

Dall'analisi delle potenze dettate dalle nuove necessità si evince che la potenza disponibile dal cogeneratore risultava insufficiente a garantire il riscaldamento di tutte le utenze. Pertanto, l'eventualità di allacciare l'impianto alla rete del teleriscaldamento, diventava, oltre che una necessità di backup durante i periodi di manutenzione del cogeneratore, anche una reale esigenza per garantire il servizio come fonte integrativa durante quei periodi di punta in cui si sarebbe verificata la saturazione del cogeneratore.

A fronte di tali considerazioni si è quindi deciso di richiedere alla rete di teleriscaldamento una potenza complessiva pari a 1.500 kW, in grado di coprire le nuove esigenze ed un ulteriore eventuale ampliamento delle superfici coperte.

Tuttavia, a fronte dell'utilizzo del calore per la stagione invernale, si sarebbero avuti a disposizione, come surplus, per tutta la durata della stagione estiva, i circa 1.000 kW prodotti dal cogeneratore. Inoltre, anche nella mezza stagione, una quota parte della potenza prodotta dal cogeneratore non sarebbe stata utilizzata.

La soluzione

La proposta del responsabile del team di progetto è stata quindi quella di avviare un'indagine per verificare la possibilità di vendere la quantità di calore in eccesso, prodotta dal cogeneratore, al gestore del teleriscaldamento, che comunque avrebbe garantito il calore alla utenze durante tutto l'arco dell'anno.

Più precisamente, la soluzione da sviluppare avrebbe consentito da un lato di utilizzare la potenza termica prodotta dal cogeneratore (diversamente dissipata in atmosfera) per riscaldare gli edifici presenti nel comprensorio, dall'altro nell'immettere nella rete del teleriscaldamento l'energia in eccesso, mantenendo la possibilità di prelevare, in caso di necessità, il calore dalla rete stessa. Quindi, la contabilizzazione dell'energia fornita dal cogeneratore e dalla rete di teleriscaldamento sarebbe stata registrata direttamente dai gestori dei due impianti.

Più precisamente, il funzionamento del sistema avrebbe seguito la seguente logica di regolazione.

Nel periodo invernale avrebbe funzionato il cogeneratore e, qualora la potenza erogata non fosse stata sufficiente, sarebbero entrate in funzione le pompe del teleriscaldamento, con funzionamento in cascata rispetto al cogeneratore. Durante le ore in cui il cogeneratore non fosse stato utilizzato dalle utenze, il sistema, mediante la regolazione, avrebbe permesso l'invio dell'acqua calda prodotta dal cogeneratore verso lo scambiatore del teleriscaldamento.

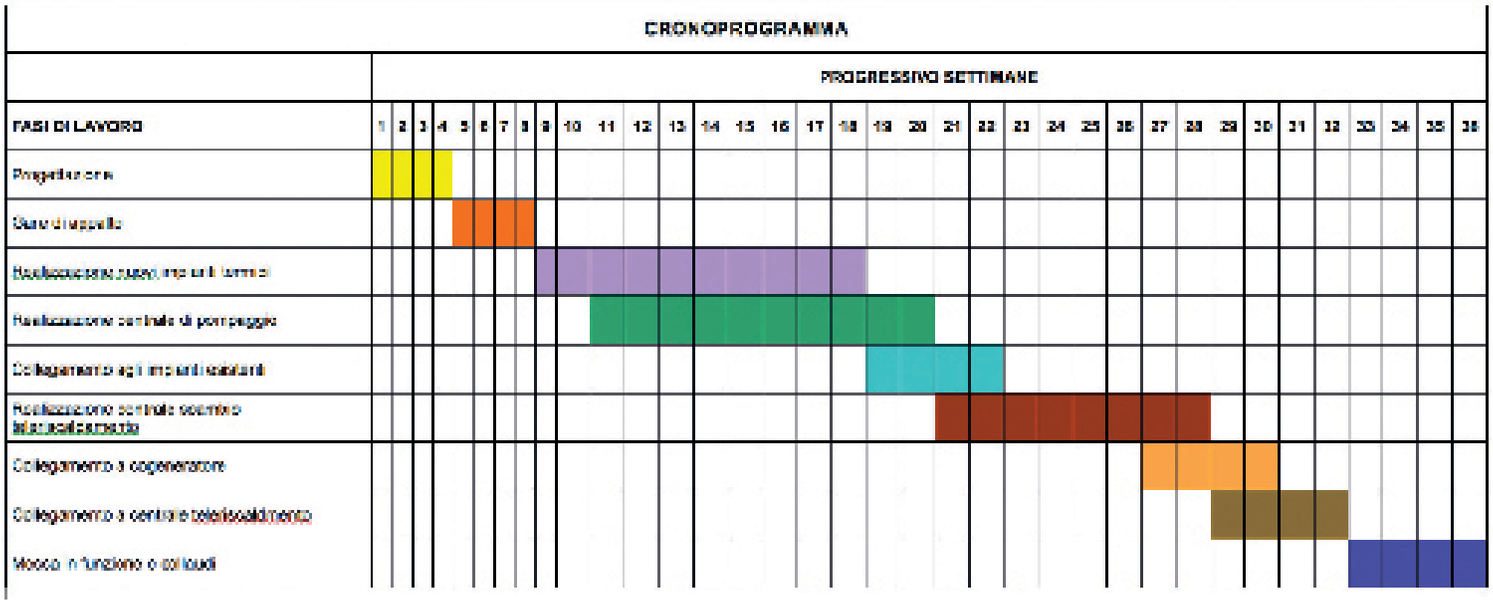


Figura 9. L'intervento effettuato si è sviluppato sull'arco di circa nove mesi

Nel periodo estivo, invece, il sistema mediante regolazione avrebbe consentito l'invio dell'acqua calda prodotta dal cogeneratore allo scambiatore del teleriscaldamento.
Infine, nella mezza stagione, in cui verosimilmente si sarebbe potuto verificare un esubero di potenza fornita dal cogeneratore, rispetto a quella necessaria alle utenze, il sistema, mediante la regolazione, avrebbe consentito l'invio dell'acqua calda prodotta dal cogeneratore, in parte allo scambiatore del teleriscaldamento ed in parte alle utenze. La figura 8, alla pagina precedente, riporta il principio di funzionamento del sistema.

Il progetto di interconnessione e la tempistica

A causa della dislocazione dei vari componenti dell'impianto è stato necessario procedere alla realizzazione di una stazione di smistamento e pompaggio collocata in posizione baricentrica rispetto alle fonti di produzione del calore e le utenze.
In sintesi, le opere hanno avuto come oggetto:
• il collegamento con il generatore;
• il collegamento con gli scambiatori di calore;
• la realizzazione della centrale di pompaggio e smistamento.
All'interno del locale tecnico, denominato "centrale di pompaggio e smistamento", sono stati collocati i collettori, le elettropompe, il sistema di trattamento dell'acqua di alimentazione, i vasi di espansione, i contabilizzatori di energia termica per i circuiti, i vari componenti a corredo dell'impianto e il sistema di supervisione. La "centrale di scambio" del fluido caldo è invece stata strutturata secondo il principio dei circuiti idraulici primari/secondari. Ogni circuito è stato equipaggiato con una propria pompa di circolazione in versione gemellare. I gruppi di pompaggio presenti sono complessivamente quattro:
• n.° 1 elettropompa gemellare con inverter per il circuito teleriscaldamento;
• n.° 1 elettropompa gemellare per il circuito cogeneratore;
• n.° 1 elettropompa gemellare per il circuito delle utenze del capannone;
• n.° 1 elettropompa gemellare con inverter per le utenze degli uffici.

I circuiti delle utenze sono stati tutti dotati di contabilizzatori di energia termica.
L'intervento è stato sviluppato e realizzato in un arco temporale complessivo di circa 9 mesi. In figura 9 è riportato il crono programma dell'intervento realizzato.

Il bilancio di energia

Per la determinazione del fabbisogno netto di energia per il riscaldamento invernale delle varie zone si sono le utilizzate le specifiche tecniche UNI/TS 11300 parte 1 e 2.
In particolare l'energia è stata calcolata con la relazione generale:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ls} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{gn} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$$

dove:

$Q_{H,nd}$ è il fabbisogno netto di energia per riscaldamento (in MJ);
$Q_{H,ls}$ è lo scambio termico totale (in MJ);
$Q_{H,tr}$ è lo scambio termico per trasmissione (in MJ);
$Q_{H,ve}$ è lo scambio termico per ventilazione (in MJ);
Q_{gn} sono gli apporti termici totali (in MJ);
Q_{int} sono gli apporti termici interni (in MJ);
Q_{sol} sono gli apporti termici solari (in MJ);
$\eta_{H,gn}$ è il fattore di utilizzazione degli apporti termici.

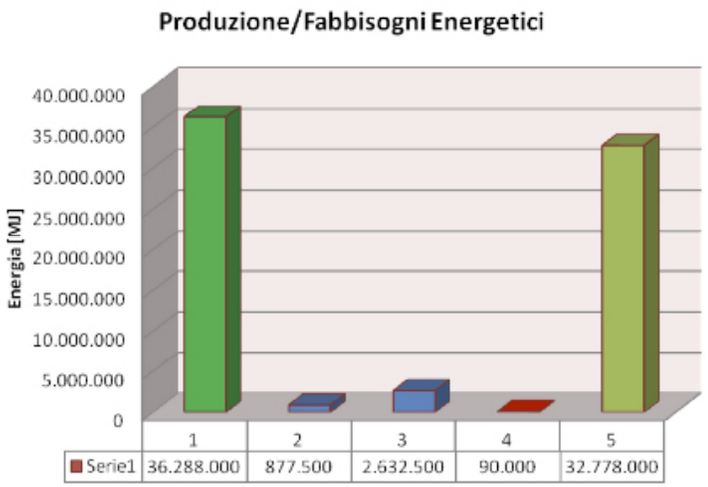


Figura 10. I valori dell'energia prodotta, utilizzata, prelevata e venduta

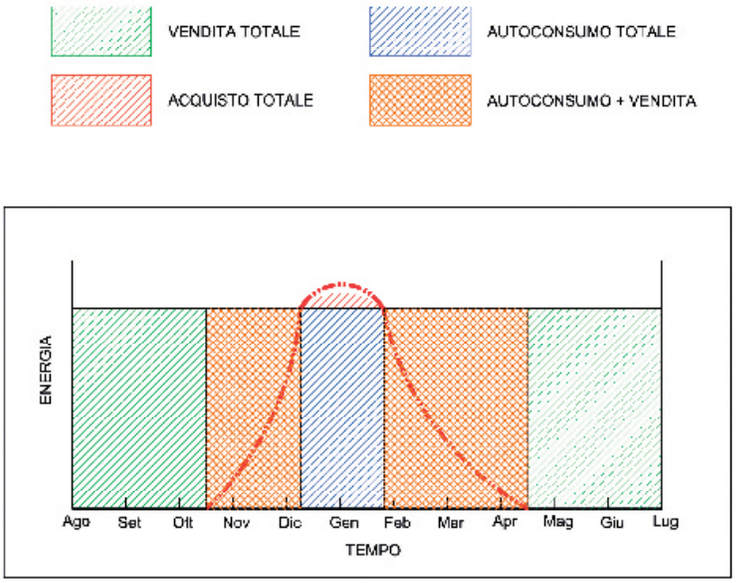


Figura 11. Andamento indicativo dei flussi annuali di energia

CHI SONO I PROTAGONISTI DELLA REALIZZAZIONE

Asja Ambiente S.p.A.

Fondata nel 1995, Asja è un gruppo internazionale che progetta, costruisce e gestisce impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Tramite la controllata Asja Market opera nel trading di energia pulita e di certificati verdi.
Attraverso le sue filiali estere, Asja sviluppa impianti di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra nell'ambito del Protocollo di Kyoto ed è trader di Carbon Credits sul mercato nazionale ed internazionale.
È stata scelta dal Politecnico di Torino per collaborare con i migliori ricercatori su nuove e prestigiose soluzioni per l'ambiente, all'interno del moderno Business Research Center.

Studio di ingegneria Curcio & Remonda

Fondato nel 2002 opera nell'ambito della moderna progettazione impiantistica integrata per gli edifici nel loro complesso, con particolare attenzione agli aspetti legati alla sicurezza, alla prevenzione incendi, al risparmio energetico, alle energie alternative, alle verifiche acustiche. Lo studio, che è specializzato nel settore termotecnico con realizzazioni di impianti solari termici ed applicazioni di risparmio energetico, è certificato ISO 9001:2000 dal febbraio 2006.

Per la determinazione dell'energia fornita dal cogeneratore, si è ipotizzato un funzionamento continuato per 24 ore al giorno per 11 mesi.
Si è inoltre calcolata l'energia prelevata dal teleriscaldamento nel periodo più freddo dell'anno, quando il cogeneratore non riesce a soddisfare l'intera richiesta di potenza per il riscaldamento.
Ne derivano i seguenti risultati riferiti ad un anno di funzionamento (figura 10):

Energia prodotta dal cogeneratore:	36.288.000 MJ
Energia utilizzata per riscaldamento uffici:	877.500 MJ
Energia utilizzata per riscaldamento capannone:	2.632.500 MJ
Energia prelevata dal teleriscaldamento:	90.000 MJ
Energia venduta al teleriscaldamento:	32.778.000 MJ

Nella figura 11 si riporta inoltre una rappresentazione grafica qualitativa, con solo scopo illustrativo, che rappresenta l'andamento dei flussi di energia durante l'arco dell'anno.
Per quanto riguarda la valutazione del bilancio energetico reale nel corso di un anno di funzionamento, sono attualmente in corso le misurazioni mediante i contabilizzatori presenti sull'impianto.

Conclusioni

L'impianto descritto rappresenta il tentativo di ottimizzare la tecnica della cogenerazione al fine di ottenere il massimo utilizzo di energia, anche quando il contesto in cui l'impianto è inserito non consente lo sfruttamento di tutta la potenzialità del sistema di cogenerazione.
La condivisone dell'energia con il gestore del teleriscaldamento pone l'impianto di cogenerazione in grado di estendere il suo arco di uti-

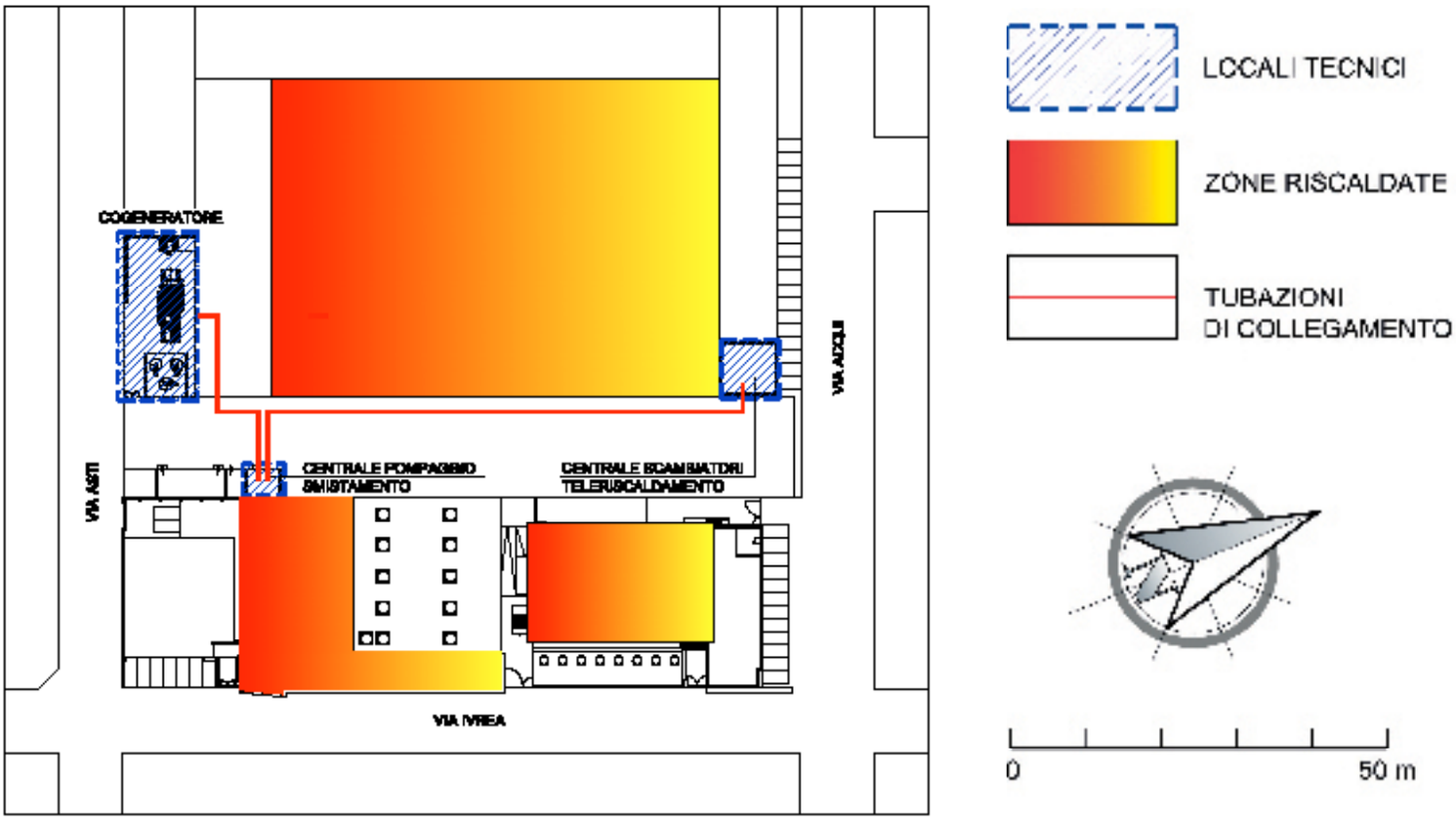


Figura 12. La planimetria generale 1:1000 del sito oggetto dell'intervento

lizzo alla stregua di quello che già capita con gli impianti fotovoltaici, che agevolmente si interconnettono con le reti elettriche distribuite sul territorio.

L'auspicio, pertanto, è che l'originalità di tale soluzione, consenta di estenderne a macchia d'olio l'applicazione sul territorio nazionale. In molti contesti sono già state realizzate ampie reti di teleriscaldamento, che alimentano impianti termici e che in molti casi possono trarre beneficio attingendo da ulteriori fonti che si rendessero disponibili sul territorio.

Inoltre, l'abbinamento con impianti di cogenerazione che utilizzano combustibili ecocompatibili, può contribuire a perseguire l'intento di coniugare sempre di più le attuali esigenze di uso dell'energia con lo sviluppo tecnologico e il rispetto dell'ambiente.

Antonio Carlin, Dipartimento di Ingegneria Gestionale e della Produzione, IV Facoltà Ingegneria, Politecnico di Torino
Alessandro Remonda, Studio di Ingegneria Curcio & Remonda, Torino

CREDITS

Location	*Rivoli (TO) – Italy*
Client	*Asja Ambiente Italia S.p.A.*
Consultants	Architectural design:
	Cliostraat art architecture design torino - Italy
	Arch. Alessandra Raso
	Project facilities :
	Studio di Ingegneria Curcio & Remonda – Torino - Italy
	Ing. Alessandro Remonda (Responsible for the projet team)
Suppliers	Mechanical Equipment:
	Organizzazione Savio e Scatena s.r.l.
	Mappano di Caselle (TO) - Italy
	Electrical Equipment:
	G.R. Impianti s.r.l. – Torino - Italy
	District Heating Network Operator:
	S.E.I. Energia S.p.A. – Milano - Italy