



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Ingegneria energetica – Renewable Energy Sources

A.a. 2024/2025

Sessione di Laurea Dicembre 2024

Analisi energetica e considerazioni economiche di processi di metanizzazione abbinata ad interventi di carattere rinnovabile in Sardegna

Relatore:

Marco Masoero

Candidato:

Alessio Jacopo Rizzo

Abstract

La presente tesi approfondisce il processo di metanizzazione in Sardegna come leva per l'ottimizzazione dell'efficienza energetica, con un focus specifico sulla sostituzione del gasolio, attualmente in uso, con il metano. Tale intervento si inserisce nell'ambito del progetto di riqualificazione energetica di quattro grandi ospedali situati in Gallura, dove l'adozione di un sistema a metano consente l'installazione di tecnologie energetiche più avanzate e performanti. In particolare, l'implementazione di un impianto di cogenerazione alimentato a metano permette



**Politecnico
di Torino**

una produzione simultanea di energia elettrica e termica, migliorando l'efficienza complessiva dell'impianto rispetto ai tradizionali sistemi alimentati a combustibili fossili liquidi. L'analisi tecnica include lo studio delle prestazioni del cogeneratore in termini di potenza installata, rendimento elettrico e termico, oltre alla valutazione del risparmio energetico e delle riduzioni delle emissioni di CO₂ conseguenti alla sostituzione del gasolio. La ricerca dimostra come il passaggio al metano e l'introduzione di tecnologie di cogenerazione contribuiscano a una significativa riduzione dei consumi energetici e dei costi operativi, favorendo al contempo il rispetto delle normative ambientali e delle strategie di transizione energetica europee.

Contents

1	Introduction	3
2	Distribuzione dei combustibili per le centrali in Sardegna	5
2.1	Centrali a carbone	5
2.1.1	Fiumesanto (Porto Torres)	5
2.1.2	Grazia Deledda (Portovesme - Sulcis)	6
2.2	Centrali con altri combustibili fossili	7
2.2.1	Centrale turboelettrica turbogas (Assemini)	7
2.2.2	Centrale SARLUX (IGC E CTE) - Sarroch	7
3	Confronto gas metano gasolio	8
3.1	Inquinanti	9
3.1.1	Emissioni di CO ₂	9
3.1.2	Emissioni di NO _x	10
3.1.3	Emissioni di particolato atmosferico	10
3.1.4	Tecnologie di combustione più avanzate	11
3.2	Proprietà chimico fisiche	11
3.3	Costi e prezzi	12
3.4	Manutenzione	13
4	Metanizzazione ed elettrificazione	14
4.1	Ciclo combinato gas-vapore (CCGV)	14
4.2	Turbine a gas avanzate	15
4.3	Cellule a combustibile a metano	15
4.4	Gas naturale veicolare (GNV)	16
4.5	Progetti di cattura e stoccaggio del carbonio (CCS)	17
4.6	Impianti di cogenerazione	17
4.6.1	Confronto con una pompa di calore	20
4.6.2	Efficienza termica	20
5	Efficientamento energetico degli ospedali ASSL 2 Gallura	21
5.1	Ospedale Giovanni Paolo II, Olbia	22
5.1.1	Stato di fatto energetico	22
5.1.2	Baseline	24
5.1.3	Processo di metanizzazione	25
5.1.4	Sostituzione generatore di calore	25
5.1.5	Sostituzione bruciatori di calore	29
5.1.6	Installazione impianto di cogenerazione	32
5.1.7	Installazione impianto solare termico	46
5.1.8	Installazione impianto di telecontrollo	54
5.1.9	Relamping	54
5.1.10	Installazione impianto fotovoltaico	54
5.1.11	Risparmi	55
5.2	Ospedale Paolo Merlo, La Maddalena	56

5.2.1	Stato di fatto energetico	56
5.2.2	Baseline	57
5.2.3	Modifiche collegamenti bollitori	58
5.2.4	Revamping telecontrollo	59
5.2.5	Risparmi	59
5.3	Ospedale Paolo Dettori, Tempio Pausania	60
5.3.1	Stato di fatto energetico	60
5.3.2	Baseline	61
5.3.3	Installazione valvole termostatiche	62
5.3.4	Revamping telecontrollo	62
5.3.5	Sostituzione elettrocircolatori	62
5.3.6	Relamping	63
5.3.7	Risparmi	63
5.4	Ex Presidio Ospedaliero San Giovanni di Dio, Olbia	64
5.4.1	Stato di fatto energetico	64
5.4.2	Baseline	65
5.4.3	Sostituzione generatore di calore con caldaia a condensa- zione	65
5.4.4	Installazione valvole termostatiche	66
5.4.5	Relamping	66
5.4.6	Installazione fotovoltaico	67
5.4.7	Risparmi	68

6 Risparmi e costi di progetto 69

Tesi magistrale

alessiorizzo1998

December 2023

1 Introduction

La Sardegna è una delle due regioni italiane situate su isole e occupa il terzo posto per dimensioni tra le regioni del Paese. A ovest si affaccia sul Mar di Sardegna, mentre sugli altri lati è circondata dal Mar Tirreno. Il suo territorio si distingue per una prevalenza di colline, che coprono il 68% della superficie, mentre le pianure rappresentano circa il 18% e le montagne solo il 14%. Questa conformazione territoriale, caratterizzata principalmente da colline e il fatto di essere un'isola, comporta difficoltà nella gestione delle risorse e nella comunicazione, sia all'interno dell'isola stessa che verso altre regioni. Le problematiche principali che emergono da questa situazione sono:

- **Trasporti**, le aree collinari rendono la costruzione, e la relativa manutenzione, di infrastrutture stradali molto complessa, oltre ad impedire la possibilità di raggiungere aree interne in tempi ragionevolmente brevi;
- **Energie**, la topografia collinare complica la distribuzione di energia che non sia facilmente producibilmente in loco in rapporto ai costi di produzione ed installazione dei sistemi che ne garantirebbero la diffusione, come verrà discusso a seguire;
- **Risorse idriche**, la realizzazione di infrastrutture idriche è fortemente condizionata dalla situazione geografica dell'isola;
- **Agricoltura**, l'assenza di una forte condizione pianeggiante, abbinata alla precedente sfida, rappresenta certamente un limite notevole per quanto riguarda la diffusione di strutture e aree ottimali per l'agricoltura;
- **Sviluppo urbano**, l'accessibilità alle aree urbane, che sono il fulcro della richiesta di risorse ed energie, è chiaramente compromessa dalla distribuzione territoriale e dall'instabile altimetria media della regione;

La Sardegna, con un perimetro costiero che supera i 1.800 chilometri, comprende non solo l'isola principale, ma anche diverse isole minori di notevole importanza. Questa regione autonoma con statuto speciale ha come capoluogo Cagliari, la città più grande e importante. Al suo fianco, Sassari si distingue

come secondo centro rilevante, mentre altre aree amministrative sono rappresentate dalle province di Nuoro, Oristano e Sud Sardegna. Nel 2016, quest'ultima è stata costituita attraverso la fusione delle vecchie province di Carbonia-Iglesias e Medio Campidano, nate nel 2001. Le province di Ogliastra e Olbia-Tempio, anch'esse create nel 2001, sono state abolite e riassorbite rispettivamente da Nuoro e Sassari.

L'economia della Sardegna, tradizionalmente legata alla pastorizia e allo sfruttamento delle risorse minerarie, sta subendo delle trasformazioni. L'allevamento di ovini, in particolare per la produzione di carne e lana, continua a essere una componente chiave, ma si sta assistendo anche a una crescita nel numero di bovini e suini. L'agricoltura ha un peso economico minore, con la produzione di sughero e sale come attività di punta. Tuttavia, la pesca nelle acque circostanti rimane poco sviluppata.

Il settore industriale, legato inizialmente all'estrazione mineraria di piombo, zinco e carbone, è stato affiancato negli anni da quello manifatturiero, grazie anche a una buona disponibilità di energia elettrica che ha facilitato il progresso industriale. Un altro pilastro dell'economia sarda è il turismo, che valorizza il patrimonio naturale dell'isola, così come i numerosi siti archeologici e preistorici che la caratterizzano.

Storicamente, la Sardegna ha avuto una fiorente attività mineraria, con il Sulcis come uno dei centri principali, in particolare per le miniere di carbone di Serbariu a Carbonia. Altri giacimenti di piombo e zinco erano presenti nelle zone di Arbus, Buggerru, Fluminimaggiore e Guspini, mentre la miniera di Funtana Raminosa a Gadoni era rinomata per il rame. Iglesias era un altro polo minerario di rilievo, con miniere di piombo, zinco e argento, e la costa nord-occidentale, in particolare Lula e Argentiera, era nota per l'estrazione dell'argento. Nel 1998 è stato creato il primo parco geominerario storico e ambientale dell'isola, riconosciuto dall'UNESCO, per preservare questi luoghi di grande valore storico e industriale.

In ambito agricolo, la Sardegna dispone di oltre un milione di ettari di terreno coltivato. Il Campidano, la principale pianura irrigata, è dedicato alla produzione di ortaggi, cereali, carciofi e pomodori. Arborea è invece il fulcro dell'allevamento intensivo di bovini da latte. L'isola ospita inoltre oltre 3,5 milioni di ovini, un chiaro segno della centralità dell'allevamento nel tessuto economico locale. Anche gli stagni costieri, utilizzati per l'itticoltura, in particolare nella zona di Oristano, costituiscono una risorsa significativa.

Infine, la Sardegna è nota per la produzione di sughero, una risorsa naturale pregiata. La raccolta della corteccia delle querce da sughero, eseguita ogni dieci anni in conformità alla legislazione regionale, rappresenta una pratica sostenibile. Questo materiale viene utilizzato in diversi settori, dalla produzione di tappi fino agli isolanti termoacustici e all'artigianato locale, contribuendo ulteriormente all'economia dell'isola.

2 Distribuzione dei combustibili per le centrali in Sardegna

2.1 Centrali a carbone

Le centrali alimentate principalmente a carbone in Sardegna includono Fiumesanto, situata a Porto Torres, e Grazia Deledda, nel Sulcis. La centrale termoelettrica "Portoscuso", anch'essa localizzata nel Sulcis, è stata invece esclusa dall'elenco operativo. La chiusura di quest'ultima è stata sancita dal Ministero dell'Ambiente con l'Autorizzazione Integrata Ambientale emessa il 31 ottobre 2011 (art. 4 - provv. Unific. DVA-DEC 2011-0000579), che ha stabilito la cessazione delle attività entro il 31 dicembre 2013.

2.1.1 Fiumesanto (Porto Torres)

L'impianto, precedentemente di proprietà della tedesca E.On (che lo aveva acquisito dalla spagnola Endesa), è stato venduto alla società ceca EPH. Originariamente composto da quattro gruppi, due di essi da 160 MWe furono costruiti negli anni '80 e alimentati a olio combustibile, mentre altri due da 320 MWe furono realizzati negli anni '90 e inizialmente funzionavano a orimulsion. Nel 2003, questi ultimi furono convertiti a carbone, nonostante l'opposizione della popolazione locale. I due vecchi gruppi a olio (1 e 2), che sono stati messi fuori servizio alla fine del 2013 e sono ora in fase di dismissione, avrebbero dovuto essere sostituiti da un nuovo gruppo da 410 MWe a carbone supercritico. Tuttavia, questo progetto avrebbe aggravato la già precaria situazione ambientale, poiché avrebbe comportato un raddoppio del consumo di carbone e, di conseguenza, un aumento delle emissioni inquinanti.

Anche se il Ministero dell'Ambiente aveva approvato con parere positivo la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), la E.On, prima della vendita a EPH, aveva rinunciato all'investimento a causa delle mutate condizioni del mercato elettrico italiano, che rendevano l'investimento poco conveniente. Nel maggio 2016, EP Produzione, la filiale italiana di EPH, ha comunicato formalmente al Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE) la decisione di abbandonare il progetto del nuovo gruppo a carbone, confermando invece l'impegno a mantenere in funzione l'impianto esistente, dopo i necessari adeguamenti ambientali.

Nel 2017, l'impianto ha emesso oltre 3,51 milioni di tonnellate di CO₂, un incremento rispetto al 2016, quando le emissioni ammontavano a 2,53 milioni di tonnellate, a sua volta superiore rispetto alle 2,4 milioni di tonnellate del 2015. Tuttavia, le emissioni del 2017 risultano inferiori rispetto ai livelli precedenti al 2013, non tanto per un miglioramento delle prestazioni ambientali, quanto per la chiusura dei due gruppi a olio combustibile nel 2013.

Nel 2013, l'impianto ha prodotto 3.461 GWh, pari solo al 25% della sua capacità potenziale (14.016 GWh). Gli indicatori di inquinamento riferiti a questa produzione ridotta dimostrano l'inefficienza dell'impianto, con un rendimento modesto rispetto al suo potenziale e con impatti ambientali significativi.

	CO	SO2	Nox	Polveri	CO
2013	-	2,065	1,242	39	312
2013 SU 2	-	1,12	0,67	0,02	0,12
2013 SU 3	-	1,39	0,84	0,05	0,48

Questo rafforza l'idea che l'impianto sia insostenibile sia dal punto di vista economico che ambientale.

Un altro aspetto critico riguarda lo spreco di risorse idriche: l'impianto ha utilizzato 596 metri cubi d'acqua per ogni GWh prodotto, per un totale potenziale di 8.344.000 metri cubi (dati AIA). Le criticità ambientali legate agli habitat marini e costieri sono intuibili, considerando che nel 2013 sono stati utilizzati 106 metri cubi d'acqua di mare per il raffreddamento e 10.587 metri cubi di acqua per scopi industriali, contribuendo ulteriormente all'impatto negativo sull'ambiente.

2.1.2 Grazia Deledda (Portovesme - Sulcis)

L'impianto di proprietà di Enel, composto da due unità operative indipendenti (SU2 e SU3), è entrato in funzione nel 1982. Il gruppo SU2, con una capacità di 240 MW, ha subito un ammodernamento nel 2005 che gli permette di operare sia a carbone che a biomassa. Il gruppo SU3, con una potenza di 350 MW, è alimentato principalmente a carbone, ma può utilizzare anche OCD in assenza di carbone.

Nel 2013, l'unità SU2 è stata quella che ha funzionato in modo più consistente, operando per un totale di 7.918 ore e generando 1.531 GWh, coprendo l'86% della produzione totale dell'impianto. L'unità SU3, invece, ha lavorato solo per 1.938 ore, producendo 252 GWh, pari al 14% del totale. Il rendimento elettrico medio misurato, secondo i dati di monitoraggio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), è risultato piuttosto basso per SU2, con un'efficienza del 31,97%, mentre quello di SU3 si è rivelato nettamente inferiore, fermandosi al 22,06%.

Il consumo di risorse idriche è stato anch'esso rilevante: circa 242.157 metri cubi d'acqua sono stati utilizzati dall'impianto, un dato significativo soprattutto considerando la scarsità d'acqua che affligge il territorio circostante, già messo a dura prova da periodi di siccità e dalla presenza di insediamenti industriali. Il quadro emissivo, desunto dal PEARS 2015 e riferito ai dati del 2013, evidenzia un impatto ambientale importante legato alle emissioni e all'utilizzo intensivo delle risorse naturali.

Nel 2013, l'impianto ha prodotto soltanto 1.513 GWh di energia, pari a circa la metà della sua capacità teorica. Questo risultato è stato ottenuto con l'unità SU3 che ha operato per il 25% del totale delle ore disponibili, generando il 14% dell'energia complessiva. Complessivamente, la centrale ha lavorato a circa il 60% della sua potenzialità massima.

Analizzando il contributo dell'impianto ai fabbisogni energetici della regione nel 2018, si può osservare che è stato modesto, soprattutto in relazione ai costi

	SO2	Nox	Polveri	CO
Gruppo 1 t	0,72	6,84	0,15	0,22
Gruppo 2 t	0,84	6,89	0,16	0,82

ambientali sproporzionati. Gli indicatori di impatto ambientale mostrano valori ancora più alti rispetto a quelli di Fiumesanto, evidenziando la scarsa efficienza dell'impianto.

L'impianto è tra i meno efficienti in Italia, con un rendimento inferiore al 31% per l'unità più vecchia e sotto il 40% per quella più nuova, comportando elevate emissioni specifiche di CO2 per kWh prodotto. Le performance emissive delle due unità differiscono significativamente proprio a causa di questa disuguaglianza nei rendimenti.

Nel 2017, l'impianto ha emesso oltre 1,07 milioni di tonnellate di CO2, un aumento rispetto alle 0,68 milioni di tonnellate emesse nel 2016, quando l'impianto aveva operato a regime ridotto. In anni precedenti, le emissioni erano state ancora più elevate, con oltre 1,29 milioni di tonnellate di CO2 nel 2015 e circa 1,65 milioni di tonnellate nel 2014. Il picco massimo delle emissioni è stato raggiunto nel 2007, con oltre 2,43 milioni di tonnellate di CO2, principalmente a causa del funzionamento prolungato dell'unità più vecchia e meno efficiente.

2.2 Centrali con altri combustibili fossili

2.2.1 Centrale turboelettrica turbogas (Assemmini)

Questa centrale alimentata a gasolio è composta da due unità con una potenza termica totale di 620 MWt e una capacità elettrica di 90 MWe. Il suo ruolo principale è quello di fornire supporto al sistema elettrico dell'isola in situazioni di emergenza, come blackout o insufficienza della rete. Di conseguenza, le ore di funzionamento per ciascuna unità sono piuttosto ridotte, circa 80 ore annuali, con una produzione totale di circa 2.500 MWh.

Nonostante il limitato utilizzo, è interessante esaminare gli indicatori di inquinamento ambientale associati all'impianto, come riportati nel PEARS 2015. Tali indicatori (espressi in kg di inquinanti per MWh prodotto) offrono una panoramica sull'impatto ambientale del funzionamento dell'impianto, anche se utilizzato solo in modalità di emergenza. Questo tipo di analisi permette di evidenziare come, anche per impianti a basso utilizzo, le emissioni possono risultare significative rispetto alla quantità di energia prodotta, riflettendo l'inefficienza dei combustibili utilizzati e l'impatto complessivo sull'ambiente.

2.2.2 Centrale SARLUX (IGC E CTE) - Sarroch

L'impianto IGCC, situato all'interno della raffineria SARAS, è un impianto di tipo combinato che utilizza sia turbine a gas che a vapore per generare una potenza elettrica complessiva di 555 MWe. Questo impianto immette nella rete nazionale oltre 4.000 GWh di energia elettrica, coprendo quasi il 50% del fab-

CO2 [kt/a]	SO2 [t/a]	NO2 [t/a]	Polveri [t/a]	CO [t/a]
3,699	220	670	10	160

bisogno energetico della Sardegna. Tale livello di immissione è rimasto costante dal 2005 al 2013, nonostante la crisi industriale della regione e un calo del 40

L'impianto utilizza come combustibile il Syngas, un gas sintetico prodotto dalla gassificazione con ossigeno degli idrocarburi pesanti, residui del processo di visbreaking della raffineria (TAR). In questo modo, SARAS riesce a smaltire gli scarti tossici derivanti dalla lavorazione degli idrocarburi, generando al contempo energia elettrica che può essere immessa nella rete con priorità di dispacciamento, beneficiando degli incentivi previsti dal meccanismo CIP6.

Il CIP6, introdotto dalla Delibera del Comitato interministeriale dei prezzi il 29 aprile 1992 (ai sensi della legge n. 9 del 1991), garantiva prezzi maggiorati per l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili e "assimilate". Questo ha permesso alle industrie petrolchimiche come SARAS di smaltire rifiuti inquinanti, vendendo l'energia prodotta a un prezzo vantaggioso al Gestore dei Servizi Energetici (GSE). Tuttavia, tale meccanismo, in vigore dal 1992, ha sottratto risorse significative che altrimenti sarebbero state destinate al finanziamento delle fonti di energia rinnovabile (FER). Secondo il GSE, tra il 2001 e il 2013 sono stati destinati circa 58 miliardi di euro al CIP6, con una media annuale di 5 miliardi, suscitando critiche da parte del mondo ambientalista e reazioni da parte dell'Unione Europea.

Il CIP6 dovrebbe cessare nel 2021, salvo interventi da parte delle lobby del settore petrolifero. A quel punto, SARLUX, la divisione energetica di SARAS, dovrebbe operare nel regime di mercato libero e garantire un corretto smaltimento dei residui industriali.

Grazie a questo meccanismo, SARAS smaltisce circa 1.200.000 tonnellate all'anno di idrocarburi pesanti, classificati come rifiuti speciali, e nel processo immette nell'ambiente notevoli quantità di inquinanti, la cui analisi risulta critica per valutare l'impatto ambientale complessivo.

3 Confronto gas metano gasolio

Il gas metano offre numerosi vantaggi rispetto al gasolio, sia dal punto di vista energetico che ambientale ed economico.

Efficienza energetica: Il metano, grazie al suo potere calorifico superiore, garantisce una maggiore efficienza nella conversione del combustibile in energia utile. Ciò si traduce in un minore consumo di metano rispetto al gasolio per generare la stessa quantità di energia termica, con un impatto positivo sui costi operativi e sull'ottimizzazione dei processi industriali e civili. Inoltre, la combustione del metano è più stabile, assicurando una produzione costante e affidabile di energia.

Vantaggi ambientali: A livello ambientale, il metano è un combustibile decisamente più pulito. La sua combustione genera quantità inferiori di anidride

carbonica rispetto al gasolio, contribuendo alla riduzione delle emissioni globali di CO₂, fondamentale per la lotta ai cambiamenti climatici. Inoltre, il metano produce quantità trascurabili di ossidi di zolfo (SO_x) e ossidi di azoto (NO_x), responsabili di piogge acide e inquinamento atmosferico, e rilascia pochissimo particolato fine (PM), principale responsabile delle malattie respiratorie. Di conseguenza, l'uso del metano ha un impatto positivo sulla salute pubblica, riducendo l'inquinamento atmosferico e i costi sanitari associati.

Benefici economici: Dal punto di vista economico, il metano risulta generalmente meno costoso per unità di energia rispetto al gasolio. Inoltre, grazie alla sua combustione più pulita, comporta meno usura sugli impianti di combustione e sui sistemi di trasporto, riducendo così la necessità di interventi di manutenzione e i relativi costi. La rete di distribuzione del metano, ampiamente sviluppata, consente anche una logistica efficiente. Infine, l'utilizzo del metano è spesso sostenuto da incentivi governativi volti a promuovere fonti di energia più sostenibili, offrendo ulteriori benefici economici sotto forma di sussidi e agevolazioni fiscali.

3.1 Inquinanti

Uno degli aspetti critici legati all'uso del gasolio per il riscaldamento è il suo forte impatto ambientale. Si tratta infatti di un combustibile che genera elevate emissioni inquinanti, contribuendo in modo significativo all'inquinamento atmosferico e al riscaldamento globale. Al contrario, il gas metano presenta un profilo emissivo molto più ridotto rispetto al gasolio, rendendolo una scelta più sostenibile dal punto di vista ambientale.

Va inoltre considerato che il Gas Naturale Liquefatto (GNL) è spesso visto come un "combustibile di transizione" verso fonti energetiche più pulite e rinnovabili. Tuttavia, nonostante il suo utilizzo possa ridurre temporaneamente le emissioni rispetto ad altre fonti fossili, la sua produzione e il suo trasporto comportano comunque impatti ambientali, principalmente legati all'estrazione e al processo di liquefazione. Anche la gestione delle infrastrutture necessarie per la produzione e il trasporto del GNL richiede attenzione, specialmente in termini di sicurezza e sostenibilità.

La scelta tra gasolio, metano o GNL dipende da una serie di fattori, che includono non solo l'efficienza energetica e l'impatto ambientale, ma anche la disponibilità delle infrastrutture, i costi di gestione, e la necessità di garantire una transizione efficace verso energie più pulite.

3.1.1 Emissioni di CO₂

Il Gas Naturale Liquefatto (GNL) rappresenta una soluzione interessante per la riduzione delle emissioni di anidride carbonica (CO₂) nel settore energetico. Grazie alla sua composizione ricca di idrogeno rispetto al gasolio, il GNL offre vantaggi ambientali significativi. Durante la combustione, il maggiore contenuto di idrogeno nel GNL consente una produzione di CO₂ inferiore, supportando così la transizione verso un modello energetico più sostenibile.

Il principale componente del GNL è il metano, una molecola costituita da un atomo di carbonio e quattro atomi di idrogeno (CH₄). Questa struttura chimica garantisce un'efficienza maggiore nella combustione rispetto al gasolio, poiché produce meno CO₂ per unità di energia rilasciata. In particolare, il metano genera 2,75 kg di CO₂ per ogni kg consumato, mentre il gasolio produce 3,17 kg di CO₂ per kg utilizzato. Questa differenza rende il GNL un'opzione più ecocompatibile.

Tuttavia, è essenziale analizzare l'impatto ambientale del GNL lungo tutto il suo ciclo di vita, considerando la produzione, il trasporto, e l'uso finale. La sostenibilità del GNL dipende fortemente dalla gestione delle risorse e dallo sviluppo di tecnologie in grado di ridurre ulteriormente le emissioni. Solo attraverso una gestione oculata delle infrastrutture e l'adozione di tecnologie innovative, il GNL potrà svolgere un ruolo chiave nel percorso di transizione verso un'energia pulita e a basso impatto ambientale.

3.1.2 Emissioni di NOx

Il Gas Naturale Liquefatto (GNL) si distingue come una scelta ecologicamente sostenibile, particolarmente efficace nella riduzione delle emissioni di ossidi di azoto (NOx) rispetto al gasolio. Questa caratteristica è di primaria importanza in settori come i trasporti e la produzione di energia, dove le emissioni di NOx contribuiscono in modo significativo all'inquinamento atmosferico e all'effetto serra.

Le ridotte emissioni di NOx del GNL sono legate alle proprietà del gas naturale, principalmente costituito da metano. Durante la combustione, il metano consente una reazione più stabile e controllata rispetto al gasolio, riducendo notevolmente la formazione di ossidi di azoto. Questa caratteristica è vantaggiosa per la qualità dell'aria, poiché i NOx sono tra i principali responsabili della formazione di smog e dell'acidificazione del suolo, oltre a essere potenti gas serra.

Dal punto di vista quantitativo, il gasolio produce tra 2 e 5 grammi di NOx per ogni kg consumato, mentre il GNL emette solo 0,1-0,5 grammi per kg utilizzato. Questo ridotto livello di emissioni posiziona il GNL come una valida opzione per mitigare gli impatti ambientali, riducendo significativamente l'inquinamento atmosferico e contribuendo a limitare il riscaldamento globale.

3.1.3 Emissioni di particolato atmosferico

Il carburante diesel, impiegato comunemente nei motori a gasolio, è riconosciuto per il rilascio di particolato atmosferico (PM) durante il processo di combustione. Questo particolato costituisce una miscela di minuscole particelle solide e liquide disperse nell'aria, presentando implicazioni significative per la salute umana. Le particelle più sottili, con la capacità di penetrare profondamente nei polmoni, aumentano il rischio di disturbi respiratori e malattie cardiovascolari.

In contrasto, il Gas Naturale Liquefatto (GNL) emerge come un'alternativa in quanto solitamente registra minori emissioni di PM rispetto al carburante

diesel. Questo vantaggio può essere attribuito alla composizione predominante di metano nel GNL. Durante la fase di combustione, il metano manifesta una tendenza a generare minori quantità di particolato atmosferico, contribuendo così a mitigare gli impatti negativi sulla salute umana.

L'adozione del GNL costituisce un approccio rilevante per migliorare la qualità dell'aria e preservare la salute pubblica, sia nel settore dei trasporti che nelle centrali elettriche. Nonostante ciò, è imperativo condurre una valutazione accurata considerando l'intero ciclo di vita del GNL, incorporando aspetti come la produzione, il trasporto e la gestione delle risorse coinvolte. Questo approccio globale è fondamentale per garantire una transizione coerente e sostenibile verso fonti energetiche più ecocompatibili, bilanciando la necessità di ridurre le emissioni inquinanti con una gestione attenta delle risorse coinvolte nel processo.

3.1.4 Tecnologie di combustione più avanzate

L'impiego di tecnologie all'avanguardia, tra cui la cogenerazione e l'adozione di motori più efficienti, emerge come un potente mezzo per ridurre in modo significativo le emissioni inquinanti, sia nel contesto del gasolio che del Gas Naturale Liquefatto (GNL). La cogenerazione, ad esempio, rappresenta un approccio avanzato in cui il processo di produzione simultanea di energia e calore consente di massimizzare l'efficienza energetica, riducendo le emissioni complessive. Questa tecnologia consente di sfruttare al meglio il combustibile, riducendo gli sprechi e abbattendo i livelli di inquinamento.

Nel caso dei motori più efficienti, tecnologie come i motori a combustione interna avanzati e quelli a propulsione elettrica possono offrire un notevole beneficio in termini di riduzione delle emissioni inquinanti. Questi motori integrano sistemi di controllo avanzati e tecnologie di combustione più pulite, contribuendo a migliorare l'efficienza globale del processo di conversione dell'energia e a mitigare gli impatti ambientali.

Tuttavia, è degno di nota che l'implementazione di queste tecnologie, sebbene vantaggiosa per entrambi i combustibili, risulta spesso più agevole nel caso del GNL. La flessibilità del GNL nel consentire l'adozione di tecnologie avanzate e sostenibili può derivare dalla sua natura chimica e dalle infrastrutture esistenti, agevolando così una transizione più rapida e efficace verso pratiche energetiche più pulite e sostenibili. In definitiva, l'investimento in tecnologie innovative emerge come un passo fondamentale per mitigare l'impatto ambientale dei combustibili fossili e favorire una transizione verso fonti energetiche più sostenibili.

3.2 Proprietà chimico fisiche

In termini di composizione chimica, il gasolio è prevalentemente composto da idrocarburi più pesanti rispetto al Gas Metano. Il Gas Metano, principalmente costituito da metano, presenta catene molecolari più corte, determinando differenze cruciali nelle proprietà fisiche dei due combustibili.

Una distinzione rilevante si manifesta nei punti di ebollizione. Il gasolio, con idrocarburi più pesanti, ha un punto di ebollizione superiore rispetto al Gas

Metano, che rimane liquido a temperature notevolmente più basse, attorno ai -161 gradi Celsius. Questa caratteristica influisce direttamente sulle esigenze di stoccaggio e trasporto dei due carburanti, richiedendo infrastrutture specifiche in base alle proprietà termiche. Dal punto di vista della densità energetica, il gasolio ha generalmente una densità energetica superiore rispetto al Gas Metano. Mentre il gasolio contiene più energia per volume, il Gas Metano compensa questa differenza per peso grazie alla sua minore densità. Questo equilibrio è essenziale quando si valutano le capacità di stoccaggio e trasporto dei due combustibili.

Inoltre va sottolineato che l'infrastruttura esistente e la disponibilità globale giocano un ruolo chiave nella decisione tra gasolio e Gas Metano. Il gasolio gode di una lunga storia di utilizzo e beneficia di una rete diffusa di infrastrutture di distribuzione, mentre il Gas Metano richiede infrastrutture specifiche che, sebbene in crescita, sono ancora meno diffuse rispetto a quelle del gasolio.

3.3 Costi e prezzi

La dinamica dei prezzi del gas naturale liquefatto (GNL) e del gasolio è fondamentale per la Sardegna, un contesto isolato che dipende fortemente da fonti energetiche esterne. Il GNL, pur essendo noto per la sua efficienza e i benefici ambientali, è soggetto a fluttuazioni significative. I suoi prezzi possono variare notevolmente a causa di fattori globali come l'offerta e la domanda internazionali, eventi geopolitici e dinamiche economiche globali. Queste oscillazioni possono rappresentare una sfida per la Sardegna, dove la dipendenza da fornitori esterni e l'assenza di infrastrutture locali adeguate amplificano gli effetti delle fluttuazioni dei prezzi.

D'altro canto, il gasolio, sebbene comporti impatti ambientali più significativi rispetto al GNL, offre una maggiore stabilità nei prezzi. Questa stabilità è dovuta alla produzione e distribuzione più localizzata del gasolio, che riduce l'esposizione alle oscillazioni globali. Tuttavia, anche i prezzi del gasolio possono subire variazioni, influenzati dai costi del petrolio, da cui è derivato, e dalle dinamiche locali di produzione e distribuzione.

La Sardegna affronta sfide particolari nella gestione dell'energia, tra cui la dipendenza da risorse esterne e infrastrutture insufficienti. Questi fattori possono amplificare gli effetti delle fluttuazioni dei prezzi globali, influenzando significativamente i costi energetici dell'isola.

Per migliorare la sostenibilità economica e ridurre l'impatto delle fluttuazioni dei prezzi, la Sardegna dovrebbe considerare investimenti in energie rinnovabili, come l'energia solare e eolica. Queste fonti potrebbero ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e contribuire a stabilizzare i costi energetici. Modernizzare le infrastrutture di trasmissione e distribuzione può migliorare l'efficienza e la resilienza del sistema energetico, mentre l'adozione di tecnologie avanzate, come i sistemi di stoccaggio energetico e le reti intelligenti, può aiutare a gestire meglio le fluttuazioni dei prezzi. Infine, promuovere l'efficienza energetica a livello locale può ridurre la domanda complessiva di energia, fornendo ulteriori strumenti per contenere i costi.

Adottando queste misure, la Sardegna potrebbe ottenere una gestione più sostenibile e resiliente della sua produzione energetica, riducendo l'impatto delle fluttuazioni dei prezzi e migliorando la sua sostenibilità economica a lungo termine.

3.4 Manutenzione

Il confronto tra le caldaie a gasolio e quelle a gas naturale evidenzia una serie di considerazioni importanti, in particolare quando si valutano gli aspetti legati alla manutenzione e alla revisione delle due tipologie di impianti di riscaldamento. Affrontare questa questione richiede un'analisi approfondita delle differenze intrinseche tra i due sistemi e dell'impatto che la manutenzione può avere sui costi a lungo termine.

Le caldaie a gasolio sono spesso soggette a una frequenza più elevata di manutenzione e revisione rispetto a quelle alimentate a gas naturale. Ciò è in gran parte attribuibile alle caratteristiche del combustibile utilizzato e alle conseguenze della sua combustione. Il gasolio, essendo un carburante derivato dal petrolio, può contenere impurità che possono accumularsi nel sistema di combustione e nei componenti della caldaia, influenzando sulla sua efficienza operativa nel tempo.

Le operazioni di manutenzione tipiche per le caldaie a gasolio includono la pulizia periodica dei bruciatori e dello scambiatore di calore, la verifica e la sostituzione dei filtri del carburante, nonché la regolazione dei parametri di combustione per garantire un funzionamento ottimale. La revisione completa dell'impianto è spesso consigliata per garantire la sicurezza e l'efficienza, specialmente considerando la necessità di adeguarsi alle normative di sicurezza e alle specifiche tecniche di funzionamento.

D'altra parte, le caldaie a gas naturale presentano alcune vantaggi in termini di manutenzione. Il gas naturale è generalmente più pulito rispetto al gasolio, contenendo meno impurità e residui di combustione. Ciò si traduce in una minore tendenza all'accumulo di depositi dannosi all'interno del sistema di riscaldamento. Di conseguenza, le caldaie a gas naturale richiedono una manutenzione meno frequente e una revisione meno intensiva rispetto alle controparti a gasolio.

Un esempio pratico di questa differenza può emergere osservando le operazioni di pulizia. Nelle caldaie a gasolio, la pulizia regolare dei bruciatori e dello scambiatore di calore è essenziale per rimuovere eventuali accumuli di residui carboniosi o sostanze estranee. Questo processo richiede tempo e, talvolta, l'assistenza di personale specializzato. D'altra parte, nelle caldaie a gas naturale, la pulizia può essere meno frequente e più agevole, poiché il combustibile stesso è più pulito e meno incline a generare depositi ostacolanti.

Tuttavia, è importante sottolineare che la manutenzione delle caldaie a gasolio, sebbene richieda una frequenza maggiore, può contribuire a prevenire guasti più gravi e prolungare la vita utile dell'apparecchio. Una manutenzione regolare eseguita da professionisti qualificati può individuare e risolvere eventuali problemi prima che si trasformino in costose riparazioni o danni irreparabili.

4 Metanizzazione ed elettrificazione

Mentre il metano in sé non è una fonte rinnovabile, il suo utilizzo può essere reso più sostenibile mediante l'adozione di tecnologie avanzate e pratiche più efficienti. L'abbinamento del metano con tecnologie elettriche può quindi contribuire a fornire energia in modo più pulito ed efficiente, riducendo le emissioni di gas serra e favorendo una transizione verso un sistema energetico più sostenibile. Tuttavia, è importante notare che il metano, se non gestito correttamente, può comportare rischi ambientali significativi, poiché è un potente gas serra. Pertanto, la gestione delle emissioni di metano è fondamentale per massimizzare i benefici ambientali di questo processo.

4.1 Ciclo combinato gas-vapore (CCGV)

Il processo di generazione elettrica attraverso il ciclo combinato rappresenta una potente combinazione di elettrificazione e metanizzazione, sfruttando in modo efficiente il metano per produrre energia elettrica con minori emissioni di inquinanti. Questo approccio integra il ciclo Rankine, basato sulla produzione di vapore, e il ciclo Brayton, basato sulla compressione e combustione del gas, per ottenere un sistema più efficiente rispetto alla sola combustione di gas.

Nel ciclo combinato, il metano viene inizialmente bruciato per produrre calore. Questo calore viene poi utilizzato per generare vapore ad alta pressione attraverso il ciclo Rankine. Il vapore prodotto alimenta quindi una turbina a vapore, collegata a un generatore elettrico, per produrre elettricità. Successivamente, i gas di scarico della turbina a vapore vengono indirizzati verso una turbina a gas del ciclo Brayton, dove ulteriori potenze meccaniche vengono estratte prima che i gas vengano rilasciati nell'ambiente.

Questo approccio consente di sfruttare in modo più completo l'energia contenuta nel metano, migliorando l'efficienza complessiva del processo di generazione elettrica. La combinazione dei cicli Rankine e Brayton permette di recuperare il calore residuo dalla combustione del metano, riducendo gli sprechi e ottimizzando l'utilizzo delle risorse energetiche.

Questa combo di elettrificazione e metanizzazione offre numerosi vantaggi, tra cui un aumento dell'efficienza energetica e una riduzione delle emissioni di gas serra rispetto ai processi convenzionali di sola combustione. Inoltre, la tecnologia del ciclo combinato è flessibile e adatta a diverse applicazioni, dall'industria alla produzione di energia elettrica.

Tuttavia, è importante considerare l'impatto ambientale complessivo e cercare soluzioni integrate, come la cattura e lo stoccaggio del carbonio (CCS), per mitigare ulteriormente le emissioni di CO₂. In conclusione, l'integrazione del ciclo combinato con il metano rappresenta un passo significativo verso un sistema energetico più efficiente e sostenibile, contribuendo alla transizione verso fonti di energia più pulite e a basse emissioni.

4.2 Turbine a gas avanzate

L'integrazione di turbine a gas di ultima generazione con il metano rappresenta una potentissima combinazione di elettrificazione e metanizzazione, in grado di ottimizzare l'efficienza energetica e ridurre le emissioni nocive. Queste turbine sfruttano tecnologie avanzate per massimizzare l'utilizzo del metano nella generazione elettrica, apportando benefici sia dal punto di vista ambientale che economico.

Le turbine a gas di ultima generazione sono progettate per operare a elevati livelli di efficienza termica, contribuendo a ridurre le perdite di calore e a ottimizzare la conversione dell'energia contenuta nel metano in elettricità. Queste tecnologie incorporano soluzioni avanzate, come il raffreddamento delle pale della turbina e la ricircolazione dei gas di scarico, che consentono di ottenere rendimenti più elevati rispetto alle tecnologie tradizionali.

L'utilizzo del metano in queste turbine offre numerosi vantaggi. In primo luogo, il metano è un combustibile relativamente pulito, e la sua combustione nelle turbine a gas può ridurre significativamente le emissioni di inquinanti atmosferici rispetto ad altre fonti di energia fossile. Inoltre, la flessibilità operativa delle turbine a gas consente di rispondere rapidamente alle variazioni della domanda di energia, contribuendo a stabilizzare la rete elettrica.

Questa combo di elettrificazione e metanizzazione è particolarmente rilevante nella transizione verso un sistema energetico più sostenibile. Le turbine a gas possono rappresentare un'opzione complementare alle fonti rinnovabili, fornendo una fonte di energia continua e affidabile, soprattutto in situazioni di picco di domanda o quando le fonti rinnovabili non sono disponibili.

Tuttavia, è importante considerare anche la necessità di ridurre ulteriormente le emissioni di carbonio. L'integrazione delle turbine a gas con tecnologie di cattura e stoccaggio del carbonio (CCS) può contribuire a mitigare le emissioni di CO₂, migliorando ulteriormente l'impatto ambientale complessivo.

4.3 Cellule a combustibile a metano

L'impiego di cellule a combustibile rappresenta una promettente combinazione di elettrificazione e metanizzazione, consentendo la conversione diretta del metano in elettricità attraverso una reazione chimica. Questo approccio sfrutta due principali tipologie di celle a combustibile: le celle a combustibile a ossido solido (SOFC) e le celle a combustibile a membrana a scambio di protoni (PEMFC), entrambe note per la loro efficienza e le ridotte emissioni inquinanti.

Le SOFC operano a temperature elevate e sono particolarmente adatte per la conversione diretta del metano in elettricità. Nel processo, il metano viene alimentato alla cella a combustibile, dove avviene una reazione elettrochimica diretta tra il metano e l'ossigeno presente nell'aria. Questa reazione produce elettricità, anidride carbonica (CO₂) e acqua. Le SOFC sono apprezzate per la loro elevata efficienza di conversione e la capacità di utilizzare direttamente il metano senza la necessità di passaggi intermedi.

Le PEMFC, d'altra parte, operano a temperature più basse rispetto alle

SOFC, rendendole adatte per applicazioni più leggere e mobili, come veicoli elettrici. Anche le PEMFC possono convertire il metano in elettricità attraverso una reazione chimica che coinvolge una membrana a scambio di protoni. Questo processo produce elettricità, acqua e piccole quantità di CO₂ come sottoprodotto. Le PEMFC sono apprezzate per la loro rapida risposta alle variazioni di carico e la loro adattabilità a diverse applicazioni di trasporto.

Questo approccio offre numerosi vantaggi, tra cui l'efficienza intrinseca delle celle a combustibile e la significativa riduzione delle emissioni inquinanti. La combinazione di elettrificazione e metanizzazione attraverso le celle a combustibile apre la strada a un sistema energetico più pulito e sostenibile, specialmente quando il metano utilizzato è prodotto da fonti rinnovabili o da processi di cattura e stoccaggio del carbonio.

4.4 Gas naturale veicolare (GNV)

L'uso del metano come carburante per veicoli gioca un ruolo chiave nell'elettrificazione del settore dei trasporti, offrendo una soluzione che unisce efficienza e riduzione delle emissioni. Questa integrazione di elettrificazione e metanizzazione si concretizza attraverso l'adozione di veicoli alimentati a gas naturale compresso (CNG) e gas naturale liquefatto (LNG), costituendo un'alternativa più pulita rispetto ai combustibili tradizionali.

I veicoli alimentati a metano offrono numerosi benefici ambientali. La combustione del metano genera una minore quantità di inquinanti atmosferici rispetto ai tradizionali carburanti fossili, contribuendo così alla riduzione delle emissioni di particolato e ossidi di azoto. Inoltre, il metano emette meno anidride carbonica (CO₂) rispetto alla benzina o al diesel, aiutando a combattere il cambiamento climatico.

La tecnologia CNG (Compressed Natural Gas) utilizza un compressore per ridurre il volume del gas naturale, consentendo il suo immagazzinamento in serbatoi sui veicoli. Questa tecnologia è particolarmente indicata per applicazioni leggere, come automobili e furgoni, e offre un'opzione più sostenibile per la mobilità urbana. Al contrario, il LNG (Liquefied Natural Gas) prevede la liquefazione del gas naturale a temperature estremamente basse, aumentando la sua densità e rendendolo più adatto per il trasporto su lunghe distanze, come nel caso di camion e autobus.

La combinazione di elettrificazione e metanizzazione nei trasporti gioca un ruolo fondamentale nella riduzione complessiva delle emissioni di inquinanti e gas serra. Inoltre, l'adozione di veicoli a metano può fungere da ponte verso tecnologie più avanzate, come i veicoli elettrici a batteria o a celle a combustibile. Questa transizione graduale consente di diminuire l'impatto ambientale del settore dei trasporti senza dover abbandonare completamente l'infrastruttura esistente.

È essenziale considerare che la sostenibilità di questa combinazione dipende anche dalla provenienza del metano. L'uso del biometano, ottenuto da fonti rinnovabili o da rifiuti organici, può ulteriormente migliorare l'impatto ambientale

complessivo, contribuendo a creare un ciclo chiuso e più sostenibile per il settore energetico.

4.5 Progetti di cattura e stoccaggio del carbonio (CCS)

La cattura delle emissioni di carbonio generate dalla combustione del metano è una strategia cruciale per rendere questa fonte di energia più sostenibile e ridurre l'impatto ambientale delle emissioni di gas serra. Sebbene il metano sia un combustibile fossile relativamente più pulito rispetto ad altre fonti di idrocarburi, la sua combustione produce comunque anidride carbonica (CO₂), un gas che contribuisce al riscaldamento globale. La cattura e stoccaggio del carbonio (CCS) rappresentano una soluzione fondamentale per attenuare questo impatto ambientale.

Il processo di CCS comprende diverse fasi. In primo luogo, le emissioni di CO₂ vengono catturate direttamente dalla sorgente, come impianti di produzione di energia a gas o centrali elettriche. Questa cattura può avvenire tramite tecnologie come l'assorbimento chimico, l'adsorbimento, o l'uso di membrane per la separazione. Una volta catturato, il CO₂ viene separato e concentrato, preparandolo per il trasporto e lo stoccaggio successivo.

Il carbonio catturato può essere stoccato in modo sicuro utilizzando diverse opzioni di stoccaggio geologico. Questo processo prevede l'iniezione del CO₂ in formazioni geologiche profonde, come giacimenti di petrolio esauriti o formazioni saline, dove il gas può essere trattenuto a lungo termine. Queste formazioni geologiche fungono da serbatoi naturali, impedendo al CO₂ di risalire verso la superficie.

L'adozione della CCS offre numerosi vantaggi. In primo luogo, aiuta a ridurre significativamente le emissioni globali di CO₂, applicandosi non solo alla produzione di energia da metano, ma anche ad altre fonti di combustibili fossili. Inoltre, permette di continuare a utilizzare il metano come fonte di energia durante la transizione verso le fonti rinnovabili, offrendo una soluzione pratica per minimizzare l'impatto ambientale senza dover rinunciare completamente al gas naturale.

È fondamentale riconoscere che la cattura e stoccaggio del carbonio (CCS) non rappresenta una soluzione definitiva al cambiamento climatico, ma deve essere integrata in una strategia complessiva. Le sfide associate includono i costi di implementazione elevati, la necessità di sviluppare infrastrutture per il trasporto e lo stoccaggio, e le preoccupazioni relative alla sicurezza a lungo termine dello stoccaggio geologico.

4.6 Impianti di cogenerazione

La cogenerazione, o produzione combinata di calore ed elettricità (CHP), è una soluzione eccellente per ottimizzare l'efficienza energetica quando si utilizza il metano. Permette di generare sia energia termica che elettrica da una sola fonte di energia, come il metano, sfruttando al massimo l'energia disponibile.

Il processo di cogenerazione inizia con la trasformazione di una fonte di energia primaria, come il gas naturale, in energia meccanica tramite un motore a combustione interna o una turbina. Questa energia meccanica viene poi convertita in elettricità tramite un generatore. Nel frattempo, viene generato calore come sottoprodotto, che può essere recuperato e impiegato per il riscaldamento di edifici, la produzione di vapore o per altre applicazioni industriali e commerciali.

L'efficienza della cogenerazione è dovuta alla sua capacità di produrre simultaneamente energia elettrica e termica, ottimizzando l'uso dell'energia e minimizzando le perdite rispetto ai sistemi tradizionali che generano solo elettricità o solo calore. I combustibili primari utilizzati in questi impianti sono principalmente fossili, come gas naturale, GPL e gasolio, oppure fonti organiche non fossili, tra cui biogas, biometano, oli vegetali e biomasse.

La cogenerazione è fondamentale nella transizione verso un sistema energetico più sostenibile e completamente elettrificato. Con l'aumento dell'uso delle energie rinnovabili, la cogenerazione può servire come tecnologia complementare, assicurando una fornitura stabile di energia elettrica e termica quando le fonti rinnovabili non sono disponibili o non sono ottimali. Questa tecnologia facilita l'integrazione di fonti energetiche intermittenti, come l'energia solare e eolica, riducendo la dipendenza dai combustibili fossili e contribuendo al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di carbonio.

In una centrale termoelettrica convenzionale, il combustibile viene bruciato in una caldaia per generare vapore. Questo vapore aziona una turbina collegata a un generatore, che produce elettricità. Tuttavia, gran parte dell'energia termica iniziale viene persa, con solo il 30-55% convertito in energia elettrica; il resto viene disperso come calore nell'ambiente.

Al contrario, in un impianto di cogenerazione, gran parte di questo calore residuo viene recuperato e impiegato per altri usi, come il riscaldamento, la produzione di acqua calda sanitaria, la forza meccanica o la generazione secondaria di elettricità. Questo processo aumenta la resa energetica complessiva al 65-90%. In pratica, il calore ad alta temperatura alimenta inizialmente una turbina a gas o a vapore per la generazione di energia. Il calore di scarto a bassa temperatura viene poi utilizzato per riscaldare acqua o ambienti. In impianti più piccoli (sotto 1 MW), si possono utilizzare motori a gas o diesel. La cogenerazione è anche comune nelle centrali geotermiche, che producono spesso calore di bassa qualità; in questi casi, cicli binari possono essere impiegati per migliorare la resa termica nella generazione di elettricità.

Una turbina tipica per la generazione di energia in una cartiera può avere pressioni di estrazione di 160 psig (1,103 MPa) e 60 psig (0,41 MPa), con una pressione di contropressione comune di 60 psig (0,41 MPa). Queste pressioni sono personalizzate per ogni impianto specifico. Generare vapore per scopi industriali a pressioni non sufficientemente elevate per produrre energia alla massima potenza comporta comunque un costo opportunità (vedi: Condizioni di fornitura e scarico del vapore). L'investimento iniziale e i costi operativi per caldaie ad alta pressione, turbine e generatori sono elevati. Pertanto, questa attrezzatura è solitamente utilizzata in modo continuo, limitando l'auto-generazione

di energia principalmente alle operazioni su larga scala.

La fattibilità della cogenerazione, talvolta nota come fattore di utilizzazione, è influenzata dalla domanda combinata di elettricità e calore sul sito (o nelle sue vicinanze). In pratica, è raro che vi sia una corrispondenza perfetta tra le esigenze di calore ed elettricità. Una centrale CHP può essere progettata per soddisfare principalmente il fabbisogno di calore (gestita in base al calore) o operare come una centrale elettrica con utilizzo parziale del calore residuo. Quest'ultimo approccio è meno vantaggioso in termini di fattore di utilizzazione e di efficienza complessiva. Tuttavia, la fattibilità della cogenerazione può essere notevolmente migliorata in presenza di opportunità di trigenerazione, dove il calore prodotto dalla centrale CHP viene utilizzato anche per fornire raffreddamento tramite un refrigeratore ad assorbimento.

La cogenerazione (CHP) raggiunge la massima efficienza quando il calore prodotto può essere utilizzato direttamente sul posto o nelle immediate vicinanze. L'efficienza complessiva diminuisce se il calore deve essere trasportato su distanze maggiori, poiché ciò richiede condotti fortemente isolati, che risultano costosi e meno efficienti. Al contrario, l'elettricità può essere trasmessa attraverso cavi relativamente semplici e su distanze molto maggiori con perdite di energia minori.

Ecco i principali vantaggi della cogenerazione:

- **Efficienza energetica:** la cogenerazione migliora l'efficienza rispetto ai metodi tradizionali di produzione separata di calore ed elettricità. Utilizzando il calore residuo generato durante la produzione di elettricità, la cogenerazione può raggiungere efficienze complessive superiori all'80%, mentre i metodi separati spesso non superano il 50%.
- **Risparmio energetico:** la cogenerazione sfrutta il calore residuo, riducendo così la necessità di ricorrere ad altre fonti di energia per il riscaldamento o la produzione di vapore, con conseguente aumento del risparmio energetico complessivo.
- **Riduzione delle emissioni:** la cogenerazione aiuta a diminuire le emissioni di gas serra, in quanto utilizza il metano in modo più efficiente rispetto alla generazione separata di calore ed elettricità. Inoltre, combinando la cogenerazione con tecnologie avanzate di cattura e stoccaggio del carbonio (CCS), è possibile ridurre ulteriormente le emissioni di CO₂.
- **Applicazioni multiple:** la cogenerazione trova impiego in numerosi contesti, come impianti industriali, edifici commerciali, ospedali, università e altre situazioni in cui è necessaria sia elettricità che calore.
- **Produzione di energia locale:** generare elettricità sul posto diminuisce la dipendenza dalla rete elettrica nazionale, migliorando la sicurezza dell'approvvigionamento energetico e diminuendo i rischi associati a possibili interruzioni di servizio.

La cogenerazione può essere realizzata utilizzando varie tecnologie, tra cui motori a combustione interna, turbine a gas e sistemi a celle a combustibile. La se-

lezione della tecnologia più adatta dipende dalle necessità particolari dell'applicazione e dalle condizioni specifiche del sito.

4.6.1 Confronto con una pompa di calore

La comparazione tra una pompa di calore e un'unità di cogenerazione (CHP) può essere spiegata come segue. Se il vapore esausto dal turbo-generatore deve essere prelevato a una temperatura superiore a quella alla quale il sistema produrrebbe la maggior parte dell'elettricità, la perdita di generazione elettrica è equivalente all'uso di una pompa di calore. In questo scenario, la pompa di calore sfrutta l'elettricità generata a una temperatura di uscita inferiore, ma con un'efficienza maggiore. In pratica, per ogni unità di energia elettrica persa, si ottengono circa 6 unità di calore a circa 90 °C. Di conseguenza, il Coefficiente di Performance (COP) effettivo della CHP risulta essere 6 rispetto a una pompa di calore. Tuttavia, nel caso di una pompa di calore a distanza, è necessario considerare le perdite nella rete di distribuzione elettrica, che sono stimate intorno al 6%. Queste perdite, proporzionali al quadrato della corrente, possono aumentare significativamente durante i periodi di picco, potenzialmente sovraccaricando le reti di distribuzione e trasmissione se non adeguatamente rinforzate.

Un'alternativa è combinare un'operazione che utilizza calore con una pompa di calore, dove l'elettricità in eccesso viene impiegata per alimentare quest'ultima. Con l'aumento della domanda di calore, viene generata più elettricità per alimentare la pompa di calore, mentre il calore di scarto viene utilizzato per riscaldare il fluido termico.

L'efficienza delle pompe di calore è inversamente proporzionale alla differenza di temperatura tra la sorgente calda e quella fredda (l'efficienza migliora quando le due temperature sono più vicine). Pertanto, può essere vantaggioso combinare anche il calore di scarto a bassa temperatura, che altrimenti non sarebbe adatto per il riscaldamento domestico, con le pompe di calore. Ad esempio, una riserva abbondante di acqua refrigerante a 15 °C può significativamente aumentare l'efficienza delle pompe di calore rispetto a quelle ad aria, che prelevano calore da un'aria fredda durante una notte a -20 °C. Durante l'estate, quando è necessaria sia l'aria condizionata che l'acqua calda, la stessa acqua può servire come "scarico" per il calore espulso dalle unità di condizionamento dell'aria e come "fonte" per le pompe di calore che producono acqua calda. Questi aspetti sono alla base del concetto di "riscaldamento urbano a freddo", che utilizza una fonte di "calore" con temperature notevolmente inferiori rispetto alle tradizionali applicazioni di riscaldamento urbano.

4.6.2 Efficienza termica

Ogni motore termico è vincolato dai limiti teorici di efficienza previsti dal ciclo di Carnot, dal ciclo Rankine per le centrali a vapore o dal ciclo Brayton per le centrali a turbina a gas con turbina a vapore. Nella generazione di energia a vapore, gran parte della perdita di efficienza è attribuibile al calore latente di vaporizzazione che non viene recuperato quando una turbina scarica il suo

vapore a bassa temperatura e pressione in un condensatore. Il vapore al condensatore tipicamente si trova a pressioni assolute molto basse e a circa 5 °C/11 °F sopra la temperatura dell'acqua di raffreddamento, a seconda dell'efficacia del condensatore. Nella cogenerazione, il vapore viene estratto dalla turbina a una temperatura più alta, consentendo il suo utilizzo per il riscaldamento dei processi, degli edifici o per il raffreddamento mediante un refrigeratore ad assorbimento. La maggior parte di questo calore proviene dal calore latente di vaporizzazione del vapore durante la sua condensazione.

Inoltre, il calore generato può essere impiegato anche per il raffreddamento (ad esempio, durante i mesi estivi) tramite un refrigeratore ad assorbimento. Quando il raffreddamento avviene contemporaneamente, l'efficienza termica di un sistema di trigenerazione viene definita come segue:

I modelli tipici di cogenerazione mostrano perdite, come qualsiasi sistema. La distribuzione dell'energia è quindi rappresentata come percentuale dell'energia totale in ingresso:

Electricità = 45% Calore + Raffreddamento = 40% Perdite di calore = 13% Perdite nella linea elettrica = 2% Le centrali elettriche tradizionali a carbone o nucleari riescono a convertire solo circa il 33-45% del calore in ingresso in energia elettrica. Le centrali a ciclo Brayton, invece, possono raggiungere un'efficienza fino al 60%. Per le centrali convenzionali, circa il 10-15% del calore viene disperso attraverso il camino della caldaia. Il calore rimanente, spesso a bassa qualità, viene principalmente espulso nell'ambiente tramite acqua di raffreddamento in un condensatore. Poiché l'uscita della turbina è generalmente solo leggermente sopra la temperatura ambiente, si perde la possibilità di produrre energia aggiuntiva utilizzando vapore a temperatura più alta per la cogenerazione.

Per rendere pratica la cogenerazione, è essenziale che la produzione di energia e l'uso del calore siano relativamente vicini (<2 km in genere). Anche se un generatore elettrico distribuito ha un'efficienza inferiore rispetto a una grande centrale elettrica, l'utilizzo del calore di scarto per il riscaldamento e il raffreddamento locali può portare a un utilizzo complessivo del combustibile primario fino all'80%, offrendo significativi vantaggi economici e ambientali..

5 Efficientamento energetico degli ospedali ASSL 2 Gallura

Il progetto testimone del vantaggio energetico ed economico di una transizione più graduale è quello che viene descritto a seguire. In particolare, viene analizzato lo stato di fatto di quattro differenti presidi ospedalieri nel nord est della Sardegna, vengono valutate le relative criticità ed i punti di miglioramento, seguiti quindi da un'analisi energetica ed economica che testimoni le scelte effettuate.

La base dello sviluppo del progetto è, appunto, quella di favorire una transizione energetica ed ambientale da gasolio a metano. L'obiettivo non è facil-

mente raggiungibile proprio per le motivazioni logistiche elencate in precedenza.

In funzione di sopralluoghi e di una baseline fornita dall'ente, vengono identificati i punti cruciali sui quali lavorare e vengono quindi definiti diversi interventi, per ciascuna struttura, che favoriscono un importante consumo energetico e, ove possibile la fase di transizione a metano. A seguire, vengono esposti i risparmi calcolati su ciascuna baseline termica ed elettrica, giustificando le scelte con lo sviluppo di alcuni computi metrici estimativi.

5.1 Ospedale Giovanni Paolo II, Olbia

L'ospedale Giovanni Paolo II è il principale presidio ospedaliero di ASSL 2 Gallura. Localizzata nei pressi di Olbia, l'ospedale è suddiviso in 6 padiglioni: A, E, D1, D2, S e T. Il primo di questi, l'A, comprende gli uffici della direzione amministrativa di tutta la struttura, l'area ticket e la parte di Daily Hospital. Il padiglione è dedicato prevalentemente all'area di Pronto Soccorso. I padiglioni D1 e D2 comprendono le degenze e sono quelli più energivori in quanto sono quelli più costantemente frequentati da pazienti. Il padiglione S comprende la cucina, i laboratori di analisi, gli uffici dei manutentori, la chiesa ed altri uffici, mentre il padiglione T è quello destinato a tutte le aree tecniche come centrale termica, centrale frigo, cabina di media tensione, area torri evaporative ed i vari serbatoi di gasolio.

5.1.1 Stato di fatto energetico

L'edificio si espande per una superficie totale di 39'000 mq, per un volume totale di 122'526 mc, suddivisi come esposto nel paragrafo precedente, in 6 diversi padiglioni.

La centrale termica è posizionata al piano terra del padiglione T, caratterizzata da tre generatori di calore alimentati a gasolio, di cui due da 1,5 MW ciascuno in ottime condizioni. Il terzo, con una capacità termica maggiore e più datato, caratterizzato da una potenza totale di 1,9 MW è in condizioni non ottimali.



In aggiunta è presente un ulteriore generatore di calore alimentato a pellet, nuovo ed in ottime condizioni, che alimenta il sistema di batterie di 'post-riscaldamento' della UTA. In particolare quest'ultima è quella che lavora maggiormente e per più ore annue, essendo sufficiente la sua potenzialità di 500 kW durante l'estate.

Nei pressi della centrale termica è presente una centrale frigorifera costituita da tre gruppi frigoriferi con compressore a vite, recentemente sostituiti, che sfociano in tre torri evaporative situate all'altezza del piano terra, all'esterno.



La copertura è caratterizzata da due impianti solari termici da 20 pannelli ciascuno, che preriscaldano i bollitori dell'ACS dei padiglioni D1 e D2, dove

sono localizzate le degenze e conseguentemente consumata la maggior quantità di acqua calda sanitaria.



Sopra il padiglione E è presente un vasto impianto fotovoltaico, in condizioni non ottimali per la sua efficienza.



5.1.2 Baseline

I consumi termici forniti dall'ente, in litri di gasolio spesi nell'ultimo anno, sono stati l'unico punto di riferimento sul quale basare i calcoli energetici ed effettuare le valutazioni che hanno portato a stimare i risparmi che seguono. I

consumi elettrici, invece, sono stati forniti in maniera più dettagliata, aiutando a contestualizzare, per tutti e quattro i siti, le dimensioni di eventuali installazioni di sistemi fotovoltaici o cogenerativi.

5.1.3 Processo di metanizzazione

Il primo elemento di interesse, che possiamo affermare garantire, singolarmente, un risparmio solo da un punto di vista ambientale e non energetico, è quello della metanizzazione. Ad 850m è stata installata la cabina di media pressione, quindi è stato necessario contattare il gestore e distributore del gas metano di zona affinché si potesse quantificare, almeno da un punto di vista economico, l'installazione di tubazioni per 850 m. A seguire è stato necessario valutare l'installazione di una cabina di bassa pressione affinché venisse portato il gas, nelle condizioni utilizzabili, fino in centrale e dintorni.

Il motivo per cui il gas non può essere portato in bassa pressione direttamente dalla cabina più distante è dettato dall'enorme investimento in quanto a tubazioni, che devono avere diametro notevolmente maggiori, e dei conseguenti scavi per interrare e reinterrare.

5.1.4 Sostituzione generatore di calore

La sostituzione del generatore di calore, di cui vengono allegate le foto, è stato calcolato che garantirà un notevole risparmio e sarà in grado, per la maggior parte dell'anno, di coprire il fabbisogno termico dell'ospedale anche in funzione dell'installazione di un impianto di cogenerazione, stimato acceso per 7'000 ore annue, affinché possa essere sfruttato al meglio (seguono approfondimenti). E' stata considerata l'installazione di un generatore di calore a condensazione da 1,9 MW in sostituzione a quello attuale. Questa scelta ha portato ad un calcolo del risparmio termico, e quindi anche ambientale, sostanziale anche in funzione del fatto che il nuovo generatore di calore sarebbe stato alimentato a metano e non a gasolio, migliorando ancora di più il rendimento indicato in targhetta del generatore dello stato di fatto proprio in funzione del notevole decadimento dal punto di vista dell'efficienza che subiscono i generatori a gasolio.

GREENox BT COND

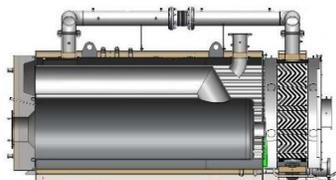


Caratteristiche principali:

Generatore di calore a condensazione in acciaio di qualità, modello **GREENox BT COND**, con focolare a fiamma passante a tre giri di fumo e fondo bagnato, atto a produrre acqua calda alla temperatura di 100 °C. Accoppiabile a bruciatori per il funzionamento a combustibili gassosi.

Di seguito sono riportate alcune tra le caratteristiche principali del Ns. prodotto:

- **corpo caldaia** costruito in acciaio.
- **focolare** ad ampio volume per ottenere un basso carico termico, con canale di convogliamento fumi verso la parte anteriore.
- **camera di combustione** orizzontale a fiamma passante, tre giri effettivi di fumo e sostegno fondo interamente bagnato.
- **fori sulle piastre tubiere** eseguiti mezzo taglio laser.
- **tubi da fumo** del tipo EN10217-2 P235GH, saldati alle piastre tubiere, muniti di particolari turbolatori elicoidali. Il terzo giro dei fumi è realizzato in esecuzione con tubo dentro tubo in doppio strato a contatto differenziato, con funzione anticondensa.
- **batteria di condensazione BAX**, installata posteriormente al generatore, in modo da formare un corpo unico, costituita da superfici di scambio termico in acciaio inox AISI 316 TI antiacido, costituite da Piastre Inox stampate con una particolare conformazione corrugata, per aumentare la superficie di scambio e agevolare la formazione delle gocce di condensa, consentendone un adeguato drenaggio a pioggia. cappa di raccolta condense con portina di ispezione e pulizia, con drenaggio nella parte inferiore collegamenti idraulici al generatore
- **fasciame** di contenimento con attacchi flangiati di andata e ritorno, attacchi per le apparecchiature di funzionamento, portine di visita e d'ispezione, il tutto aggregato a mezzo saldatura con procedimenti omologati e saldatori qualificati.
- **rivestimento** realizzato con una mantellatura rotonda in alluminio anodizzato, isolamento con materassini di lana di vetro ad elevata densità, di grosso spessore.
- **portellone anteriore** piano rivestito internamente in fibrocementa, ruotante su cerniere, facilmente apribile a mezzo di ghiera forate con leva in dotazione, per garantire la perfetta tenuta dei fumi e per agevolare la manutenzione.



IMPORTANTE

Questi apparecchi sono idonei sia al funzionamento a gas, sia a gasolio.

Il funzionamento a **gasolio è da considerarsi come condizione d'emergenza** o di test di funzionamento dei circuiti gasolio e **non deve quindi eccedere un periodo continuativo di una settimana all'anno.**

Durante il funzionamento a gasolio la regolazione delle temperature e dei carichi deve essere tale da evitare formazione di

condensa dai fumi.

La combustione a gasolio deve avvenire con un eccesso d'aria tale che l'indice di Bacarach sia compreso tra 0-1.

Il gasolio consigliato è del tipo a basso tenore di zolfo e ad ogni modo non è ammesso un tenore di zolfo > 0,1% (gasolio standard per riscaldamento).

Dotazione di serie:

- Mantellatura completa di isolamento
- Turbolatori
- Scovolo pulizia

DIMENSIONI E INGOMBRO : GREENOX BT COND 200

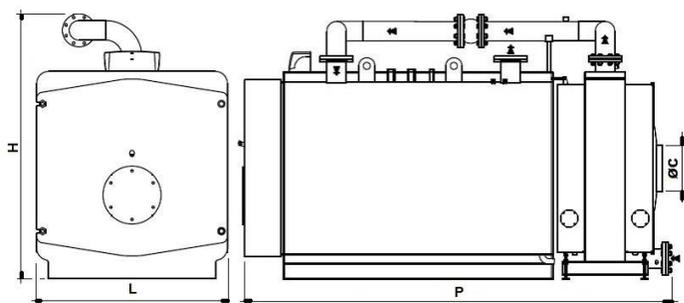


TABELLA DATI TECNICI PRODOTTO

Caratteristica	U.M.	Valore
Potenza Nominale (80/60°C)	kW	1829
Potenza Utile Massima (50/30°C)	kW	2000
Portata Termica Massima	kW	1860
Rendimento al 100% (rif.P.C.I.)	%	98,3
Rendimento al 100% (50/30°C)	%	107,5
Rendimento al 30% (rif. P.C.I)	%	98,5
Rendimento al 30% (rif. P.C.I) (50/30°C)	%	109

Perdite carico lato fumi	mbar	6,0
Pressione di Progetto - Taratura Valvole di Sicurezza	bar	5
Pressione di prova idraulica	bar	7,5
Capacità totale	l	2957
Superficie di scambio	m ²	94,53
Alimentazione elettrica	V	230
Frequenza nominale	Hz	50
Peso complessivo (a vuoto)	kg	6080
DIMENSIONI :		
H - Altezza	mm	2448
L - Larghezza Totale	mm	1800
P - Lunghezza	mm	4180
Øc - Diametro uscita fumi	mm	400

N.B. = I pesi riportati nella presente offerta possono subire variazioni a seconda degli effettivi accessori scelti in fase di definizione dell'ordine e delle eventuali personalizzazioni richieste. Il peso delle attrezzature dovrà essere richiesto all'ufficio commerciale a seguito dell'ordine.

5.1.5 Sostituzione bruciatori di calore

Affinchè, nei momenti di richiesta massima della struttura, vengano soddisfatti i carichi termici, è stato necessario considerare la sostituzione dei bruciatori di calore da 1,5 MW, affinché potessero produrre energia termica tramite la combustione del gas metano e non solo del gasolio. In particolare, sono stati scelti dei bruciatori bi-fuel.

Bruciatori

CODICE 17740026

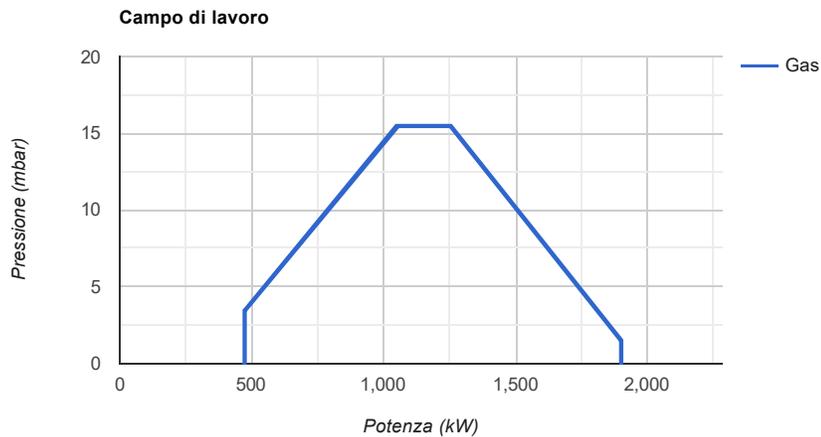
TBG 200 LX ME V O2
50HZ



Bruciatori di gas a due stadi progressivi/modulanti a basse emissioni inquinanti con camma elettronica.

- Due stadi progressivi di potenza.
- Camma elettronica.
- Basse emissioni di NOx.

Campo di lavoro



Dati Tecnici

Combustibile	Metano
Funzionamento	Modulante Elettronico
Potenza Termica Minima (kW) rif. ErP	475
Potenza Termica Massima (kW) rif. ErP	1900
Portata Minima (Sm ³ /h)	50
Portata Massima (Sm ³ /h)	201
Tipo Alimentazione Elettrica	AC
Fasi Alimentazione Elettrica (N)	3N
Tensione Alimentazione Elettrica (V)	400
Frequenza Alimentazione Elettrica (Hz)	50
Potenza Motore Ventilatore (kW)	3
Peso con imballo (kg)	122
Larghezza (mm)	1530
Profondità (mm)	760

5.1.6 Installazione impianto di cogenerazione

E' stata considerata l'installazione di un impianto di cogenerazione nell'area del padiglione T affinché le tubazioni che permettono il passaggio del gas metano non dovessero prolungarsi di molto all'interno della struttura. In particolare, è stata considerata l'installazione di un cabinato come si evince in scheda tecnica, localizzato all'esterno all'interno del proprio cabinato, che permette la produzione di energia termica che viene poi portata all'interno della centrale e quindi riversata nel primo collettore di distribuzione. L'energia elettrica prodotta, invece, viene sfruttata direttamente dalla struttura che ha dei carichi elettrici costanti molto elevati a causa della notevole quantità di UTA e della costante richiesta elettrica di macchinari e sistemi di illuminazione. Inoltre la centrale frigorifera e le relative torri evaporative hanno un'importante richiesta elettrica.

La scelta della cogenerazione è un importante pretesto giustificativo per un processo di metanizzazione proprio a causa del fatto che tecnologie cogenerative a metano hanno soluzioni molto più efficienti rispetto a quelle a gasolio o altri combustibili ad oggi utilizzabili, garantendo un PBT sostanziale.

Il blocco co-generatore (unità co-generativa) è un modulo completo, predisposto per l'allacciamento, con generatore sincrono raffreddato ad aria per la produzione di corrente a tre fasi a 400 V, 50 Hz e acqua calda. Ciascun modulo co-generatore può essere attivato sia termicamente sia elettricamente, a seconda del carico, in un campo elettrico che va dal 50 al 100% (corrispondente a una potenza termica dal 60 al 100%). Il bilancio energetico rappresenta graficamente il flusso energetico del modulo co-generatore. Questo bilancio evidenzia la conversione dell'energia primaria (gas naturale, 100%) in energia utile sia elettrica sia termica, con le dispersioni derivanti da tale processo. Non viene riportato l'autoconsumo di corrente massimo, variabile a seconda dello stato operativo. L'energia elettrica utile proviene dalla combustione nel motore a gas a ciclo Otto e viene convertita in corrente attraverso il movimento rotatorio del motore mediante un generatore sincrono. L'energia termica utile proviene anch'essa dalla combustione nel motore a gas a ciclo Otto e si distribuisce tra il calore dei gas di scarico, il tubo collettore, il blocco motore e l'olio lubrificante del motore, contribuendo al riscaldamento, ad esempio, dell'acqua di riscaldamento. Il rendimento complessivo di un modulo co-generatore è la somma dell'energia utile sia elettrica sia termica. Il rendimento stagionale, secondo le norme di applicazione dell'imposta sull'energia (EnergieStV), è definito come il coefficiente risultante dalla somma della potenza termica e meccanica generata dalle energie applicate e ausiliarie. L'alimentazione del modulo co-generatore avviene tramite un condotto di sicurezza per il gas fornito staccato (componenti omologati secondo DVGW) in costruzione modulare. Il condotto del gas va posizionato direttamente vicino al motore attraverso il modulo. Il sistema di trasmissione del calore è composto da uno scambiatore di calore per gas di scarico e da uno scambiatore di calore per acqua di raffreddamento: questi scambiatori utilizzano i calori di recupero del motore e dei gas di scarico accumulatisi mediante la cessione di calore. Il cogeneratore d'interesse viene posizionato presso il presidio ospedaliero Giovanni Paolo II in quanto le richieste termiche ed elettriche sono

continue nel tempo, e per definizione la macchina oggetto di studio raggiunge efficienze maggiori solo quando le richieste sono parallele.

Foglio dati tecnici

Articoli e prezzi: vedi listino prezzi



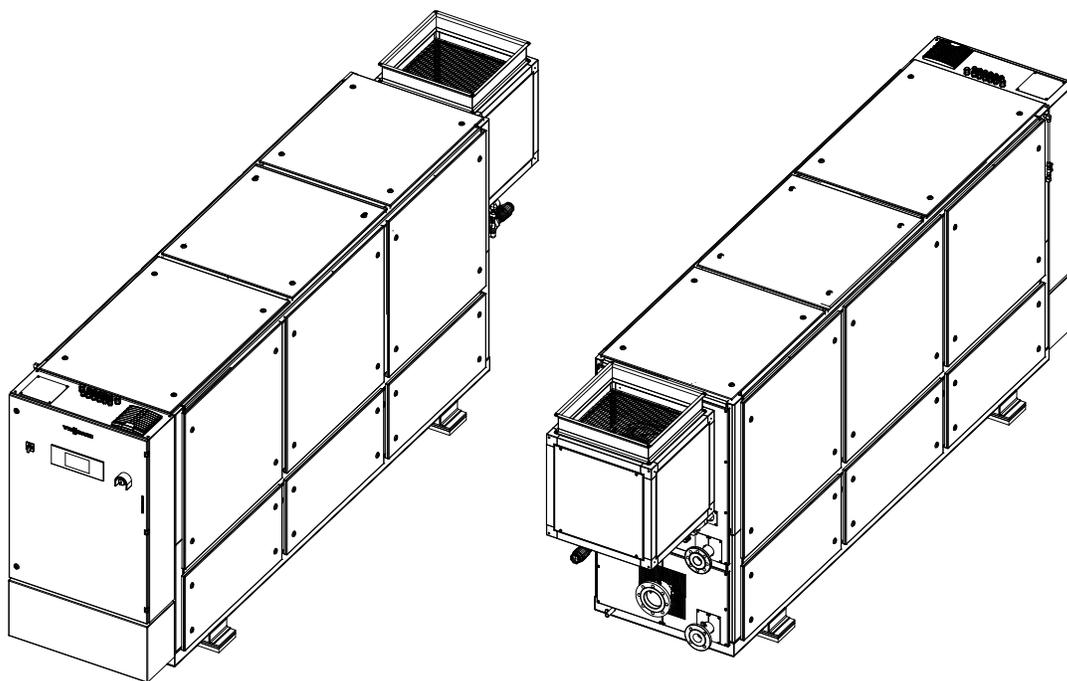
VITOBLOC 200 Tipo EM-140/207

Gruppo di cogenerazione compatto per funzionamento a gas metano

- Produzione di calore ed energia elettrica
- Modulo compatto predisposto per l'allacciamento
- Alta efficienza grazie alla produzione combinata di calore ed energia elettrica
- Grado di rendimento complessivo 90,9%
- Risparmio di energia primaria 27,2%
- Per funzionamento termico o elettrico

Descrizione del prodotto

Struttura e funzioni



Gruppo di cogenerazione Vitobloc 200, tipo EM-140/207

Struttura

Il gruppo di cogenerazione contiene i seguenti componenti:

- Motore a gas a ciclo Otto: motore aspirato con un rapporto aria $\Lambda = 1$
- Generatore sincrono
- Unità di alimentazione gas
- Impianto per olio lubrificante
- Circuito di raffreddamento interno chiuso con scambiatore di calore a piastre per la produzione di calore
- Scambiatore di calore fumi isolato per il recupero di calore nei fumi
- Sistema scarico fumi con isolamento
- Sistema di depurazione dei gas di scarico con catalizzatore a 3 vie
- Quadro elettrico con unità di comando e di segnalazione

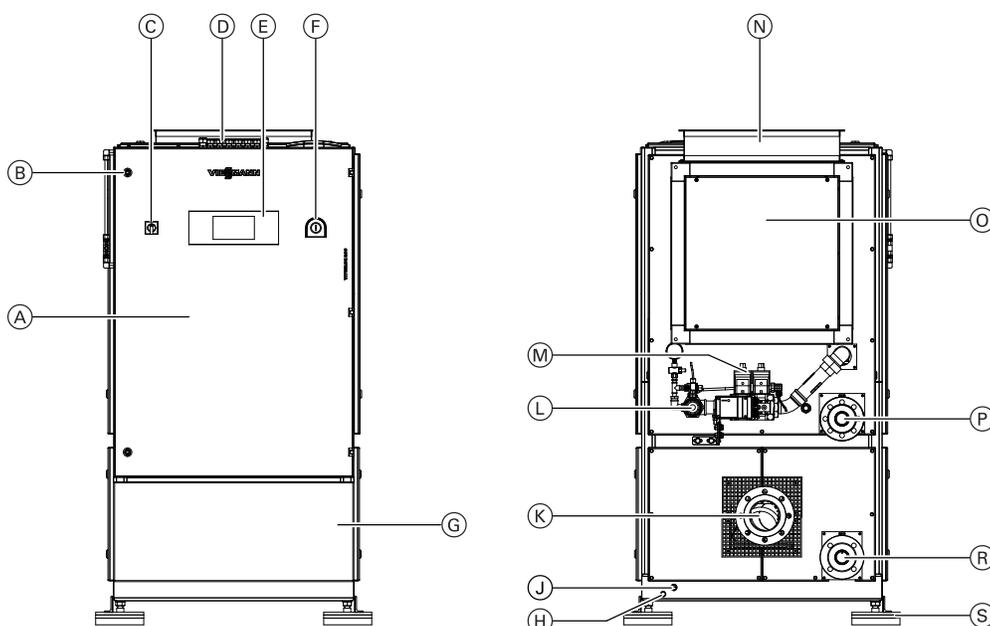
Funzione

Gruppo di cogenerazione per funzionamento a gas metano

- Modulo compatto predisposto per l'allacciamento, con generatore sincrono di corrente trifase raffreddato ad aria per la produzione di corrente trifase 400 V, 50 Hz e acqua calda.
- Azionato sia termicamente sia elettricamente, in funzione del carico, in un campo elettrico del 50 - 100 % (corrispondente a una produzione di calore del 60 - 100 %).
- Prodotto di serie con relativo numero, conforme al regolamento sulle apparecchiature a gas, senza dispositivi per la dissipazione di calore
- Combustibile ammesso^{*1}: Gas metano conformemente alla Direttiva DVGW foglio di lavoro G260, 2^a famiglia di gas

^{*1} A richiesta si forniscono tutti i dati necessari per altre qualità di gas e condizioni d'installazione

Dispositivi di comando e allacciamenti



Lato comandi e lato di allacciamento

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> (A) Quadro elettrico (B) Serratura per quadro elettrico (C) Interruttore di selezione (D) Punti d'introduzione per cavi elettrici (E) Unità di comando e di segnalazione (F) Tasto di ARRESTO D'EMERGENZA (G) Apertura d'immissione aria ampliata
Accesso per operazioni di assistenza (H) Collegamento di messa a terra | <ul style="list-style-type: none"> (J) Uscita condensa "KO" (K) Fuoriuscita di gas di scarico "AGA" (L) Attacco gas GAS (M) Unità di regolazione gas (N) Uscita aria di scarico AL (O) Ventilatore aria di ripresa e scarico (P) Attacco mandata del circuito di riscaldamento HV (R) Attacco ritorno del circuito di riscaldamento HR (S) Piedino di appoggio con smorzatore di vibrazioni, regolabile in altezza |
|---|---|

Vantaggi

- Tecnologie del futuro innovative
- Basso impatto ambientale: oltre il 50% di risparmio di CO₂ rispetto a una produzione separata di energia elettrica e calore
- Produzione parallela di corrente e calore per ridurre al minimo i costi di energia elettrica.
- Risparmio di energia primaria conformemente alla direttiva UE Cogenerazione, il gruppo di cogenerazione è quindi ad alta efficienza.
- Unità completamente predisposte per l'allacciamento e testate in fabbrica, quindi operazioni d'installazione ridotte al minimo
- La separazione sistema integrato per mezzo dello scambiatore di calore a piastre garantisce un funzionamento sicuro e affidabile
- Adempie a prescrizioni tecniche di allacciamento elevate (TAB)
- Valori di potenza testati mediante prova di funzionamento in fabbrica con cogeneratore completo (motore-generatore-scambiatore di calore-quadro elettrico)
- Dotazione di serie con batterie di avviamento e generatore sincrono, quindi il gruppo di cogenerazione è indicato per il funzionamento singolo
- Intervalli di manutenzione prolungati grazie all'alimentazione olio lubrificante integrata con volume del serbatoio ottimizzato, quindi costi di esercizio e tempi di inattività minimizzati
- La calotta fonoassorbente consente anche l'insonorizzazione per installazioni in zone critiche, quali ospedali, scuole e istituzioni analoghe.
- Raccordi elastici per il disaccoppiamento acustico compresi nella fornitura
- Componenti collaudati di produttori rinomati
- La vasta dotazione di serie consente risparmi in fase di progettazione e di realizzazione del progetto
- Sistemi di controllo a distanza e automazione affermati
- Comando gruppo di cogenerazione VINCI sviluppato da Viessmann
- Programmi d'incentivazione attraenti

Vantaggi (continua)

- Piani di assistenza completi, ad es. diverse offerte di manutenzione, dalla manutenzione standard a quella completa, inclusa risoluzione dei guasti, per rischio minimo per il conduttore
- Testato secondo VDE AR-N 4110 per il collegamento alla rete di bassa tensione.

Stato di fornitura

Stato di fornitura

Gruppo di cogenerazione:

- Motore a gas a ciclo Otto con $\Lambda = 1$
- Generatore sincrono di corrente trifase a bassa emissione di armoniche, indicato per funzionamento singolo
- Rampa del gas inclusa protezione termica della rampa, rubinetto a sfera per gas e controllo della tenuta
- Sistema interno di alimentazione dell'olio lubrificante con serbatoio supplementare, dimensionato per ≥ 1 intervallo di manutenzione
- Impianto di depurazione dei gas con catalizzatore a 3 vie per la riduzione delle emissioni nei gas di scarico a valori inferiori a quanto previsto dalle normative tecniche dell'aria.
- Silenziatore per i gas di scarico in acciaio inossidabile per la riduzione della rumorosità dei gas di scarico
- Sistema di produzione del calore, composto da scambiatore di calore fumi e da scambiatore di calore acqua di raffreddamento
- Scambiatore di calore e motore completamente preassemblati e isolati (dove necessario)
- Quadro elettrico con comando e unità di potenza del generatore, a ingombro ridotto, integrato, nessun ingombro supplementare, nessuna spesa di cablaggio aggiuntiva
- Impianto starter con caricatore e batteria
- Interfaccia di trasferimento dei dati in diversi protocolli

- Dispositivi di segnalazione funzionamento e guasti mediante contatti esenti da potenziale per sistemi di telegestione in loco
- Controllo a distanza con TeleControl LAN
- Aspirazione dell'aria esterna grazie a un ventilatore aria di scarico comandato in funzione della temperatura con una prevalenza per canale di espulsione aria per una maggiore durata dei componenti
- Documentazione tecnica (TU-Set) in formato cartaceo nella lingua nazionale

Accessori di collegamento di serie in confezione a parte:

- Compensatore assiale gas di scarico
- 2 Tubi flessibili corrugati di riscaldamento (per allacciamento idraulico)
- Compensatore assiale gas
- Tubo flessibile in silicone con 2 fascette a giunto sferico per scarico acqua di condensa
- Manicotto in tela olona per aria di ripresa (già montato sul box del ventilatore)
- 4 piedini di appoggio per disaccoppiamento acustico, regolabili in altezza
- Filtro gas

Varianti

Variante	Temperatura del ritorno		Emissione dei fumi (contenuto di NO _x /CO)	
	Max. 75 °C	Max. 80 °C	< 250 mg/Nm ³	< 100 mg/Nm ³
ST SE (Standard)	X		X	
ST LE	X			X

ST	Standard Temperature
SE	Standard Emission
LE	Low Emission

Dati tecnici

Dati di resa e gradi di rendimento

Resa continua nel funzionamento parallelo alla rete*²

secondo ISO 3046 parte 1 (con pressione dell'aria di 1000 mbar, temperatura dell'aria di 25 °C, umidità relativa dell'aria del 30% e $\cos \varphi = 1$)

Potenza elettrica* ³ (non sovraccaricabile)		
• 100% di carico	kW	140
• 75% di carico	kW	105
• 50% di carico	kW	70
Potenzialità (tolleranza 7%)		
• 100% di carico	kW	209
• 75% di carico	kW	171
• 50% di carico	kW	130
Impiego di carburante con $H_i = 10 \text{ kWh/m}^3$ (tolleranza 5%)		
• 100% di carico	kW	384
• 75% di carico	kW	310
• 50% di carico	kW	227
Indice elettrico secondo AGFW FW308 (potenza elettrica/potenza termica)		0,661
Fattore di energia primaria f_{PE} secondo DIN V 18599-9:* ⁴		0,171
Risparmio di energia primaria PEE secondo la direttiva 2012/27/UE (Certificato di alta efficienza)		27,21
Rendimento stagionale secondo EnergieStV* ⁵		93,5

Grado di rendimento nel funzionamento in parallelo alla rete

Grado di rendimento elettrico		
• 100% di carico	%	36,5
• 75% di carico	%	33,8
• 50% di carico	%	30,8
Grado di rendimento termico		
• 100% di carico	%	54,4
• 75% di carico	%	55,0
• 50% di carico	%	57,3
Grado di rendimento complessivo		
• 100% di carico	%	90,9
• 75% di carico	%	88,8
• 50% di carico	%	88,1

Parametri di esercizio energia

Produzione di calore (riscaldamento)

Temperatura del ritorno prima del gruppo di cogenerazione		
• Min.	°C	60
• Max.	°C	75
Differenza di temperatura standard ritorno/mandata		K
		20
Temperatura di mandata max.		°C
		94
Portata volumetrica acqua riscaldamento con differenza di temperatura standard		m ³ /h
		8,9
Pressione d'esercizio max. ammessa		bar
		16
Perdita di carico con portata standard e differenza di temperatura standard nel modulo (senza connettore, senza valvola)		mbar
		150

Energia elettrica (unità di generazione)

Tensione nominale	V	400
Corrente nominale I_n per $\cos \varphi = 1$	A	202
Frequenza	Hz	50
Potenza elettrica per		
• $\cos \varphi = 1$ e U_n	kW	140
• $\cos \varphi = 0,95$ e U_n	kW	140
• $\cos \varphi = 1$ e $U_n - 10\%$	kW	140
• $\cos \varphi = 0,95$ e $U_n - 10\%$	kW	140

*² Dati per altre condizioni di installazione su richiesta

*³ L'indicazione della potenza sul display si orienta secondo il sistema di frecce direzionali verso il generatore, non secondo il sistema di frecce direzionali verso l'utenza. Per la potenza erogata (immissione in rete) la potenza viene indicata sul display con segno positivo!

*⁴ Calcolo in base alla norma DIN V 18599-9 con un fattore di energia primaria gas metano/gas liquido 1,1 e corrente 2,8 (EnEV 2014); la percentuale di copertura cogeneratore è stata ipotizzata a 1,0.

*⁵ Il rendimento stagionale secondo il regolamento di applicazione dell'imposta sull'energia (EnergieStV) è definito come coefficiente risultante dalla somma della potenzialità termica e meccanica generata dalle energie applicate e di quelle ausiliarie.

Dati tecnici (continua)

Alimentazione di energia (combustibile gas metano)

Pressione allacciamento gas*6

• Min.	mbar	20
• Max.	mbar	50

Materiali di esercizio e volumi di riempimento

Materiali di esercizio

Caratteristiche di carburante, olio lubrificante, acqua di raffreddamento, acqua di riscaldamento	Vedi capitolo "Materiali di esercizio,"
---	---

Volumi di riempimento

• Olio lubrificante	l	21
• Serbatoio supplementare olio non esausto	l	90
• Acqua di raffreddamento	l	85
• Acqua riscaldamento	l	10

Emissioni

Emissioni inquinanti

con 100% di carico

Valori di emissione a valle del catalizzatore riferiti a gas di scarico a secco e ossigeno residuo

vol. 5%

		Variante SE	Variante LE
• Contenuto di NO _x (misurato come NO ₂)	mg/Nm ³	< 250	< 100
• Contenuto di CO	mg/Nm ³	< 250	< 100
• Formaldeide CH ₂ O	mg/Nm ³	< 5	< 5

Emissioni sonore

Livello di rumorosità a 1 m di distanza in campo aperto secondo DIN 45635 (tolleranza sui valori indicati 3 dB(A))

Gas di scarico (con un silenziatore opzionale*7)	dB(A)	55
Gruppo di cogenerazione	dB(A)	71

Ventilazione e gas di scarico

Ventilazione

Calore d'irraggiamento del gruppo di cogenerazione*8	kW	24
Ventilazione del locale d'installazione		
• Portata volumetrica nominale dell'aria di ripresa*9	m ³ /h	5968
• Portata volum. aria di combustione*9	m ³ /h	408
• Portata volumetrica nominale dell'aria di scarico*9	m ³ /h	5560
• Portata volumetrica dell'aria di scarico con $\Delta T = 25$ K ($T_{\text{aria di mandata}} = 25$ °C, $T_{\text{aria di ripresa max.}} = 50$ °C)	m ³ /h	3300
Prevalenza residua per portata volumetrica nominale dell'aria di scarico	Pa	250
T. aria di mandata		
• Min.	°C	10
• Max.	°C	35*10

Gas di scarico

Portata volumetrica del gas di scarico, a umido con 120 °C	m ³ /h	608
Portata gas di scarico, a umido	kg/h	520
Portata volumetrica gas di scarico, a secco 0% O ₂ (0 °C, 1012 mbar)	Nm ³ /h	336
Contropressione max. ammessa (sull'attacco scarico fumi del gruppo di cogenerazione)	mbar	15
Temperatura fumi max.	°C	120

*6 Conformemente alla norma DVGW-TRGI 1986/96, la pressione di allacciamento gas è la pressione dinamica all'inizio della rampa del gas.

*7 Al fine di soddisfare i requisiti richiesti per zone soggette a particolare tutela (25 dB(A) notturni), in zone residenziali predisporre 2 silenziatori consecutivi.

*8 Dispersione di calore tramite gas di scarico, corrente dell'aria di scarico e superficie della macchina

*9 Con 30 °C temperatura aria di ripresa e 45 °C temperatura aria di scarico

*10 Temperatura ambiente non superiore a 35 °C e relativo valore medio su una durata di 24 ore non superiore a 30 °C

Dati tecnici gruppo di cogenerazione/unità di generazione

Dati tecnici gruppo di cogenerazione/unità di generazione

Motore

Tipo		Motore a gas a ciclo Otto
Produttore		MAN
Tipo di motore		E 2876 E
Potenza standard ^{*11} (non sovraccaricabile)	kW	150
Consumo di olio lubrificante (valore medio):	g/h	50

Generatore

Tipo		Generatore sincrono
Tipo di generatore		LSA 44.3 VL14
Potenza apparente nominale S_n con $\cos \varphi = 0,8$	kVA	175
Corrente nominale I_n	A	253
Corrente di corto circuito permanente ($3 \times I_n / 10$ sec.)	A	759
Corrente di cortocircuito subtransitoria I''_k	A	6243
(Corrente alternata di cortocircuito iniziale secondo DIN EN 60909-0 (VDE 0102))		
Inserimento del carico max. ammesso	A	63
Grado di rendimento con potenza nominale del gruppo di cogenerazione e $\cos \varphi = 1$ ^{*12}	%	95,7
Numero di giri	min ⁻¹	1500
Collegamento statori		A stella
Tipo di protezione		IP 23

Dati tecnici modulo dell'unità di generazione

Potenza attiva nominale $P_{e \max}$	kW	140
Potenza apparente nominale $S_{e \max}$ (con $\cos \varphi = 0,9$)	kVA	155,56
Tensione nominale U_r	V	400
Corrente nominale (AC) I_r	A	224,79
Proprio fabbisogno elettrico (Pompa acqua di raffreddamento, ventilatore, caricabatterie, trasformatore di comando)		
• Nominale	kW	1,9
• Max.	kW	3,75

Collegamento elettrico

Fusibile di protezione NSHV (consigliato) ^{*13}	A	300
--	---	-----

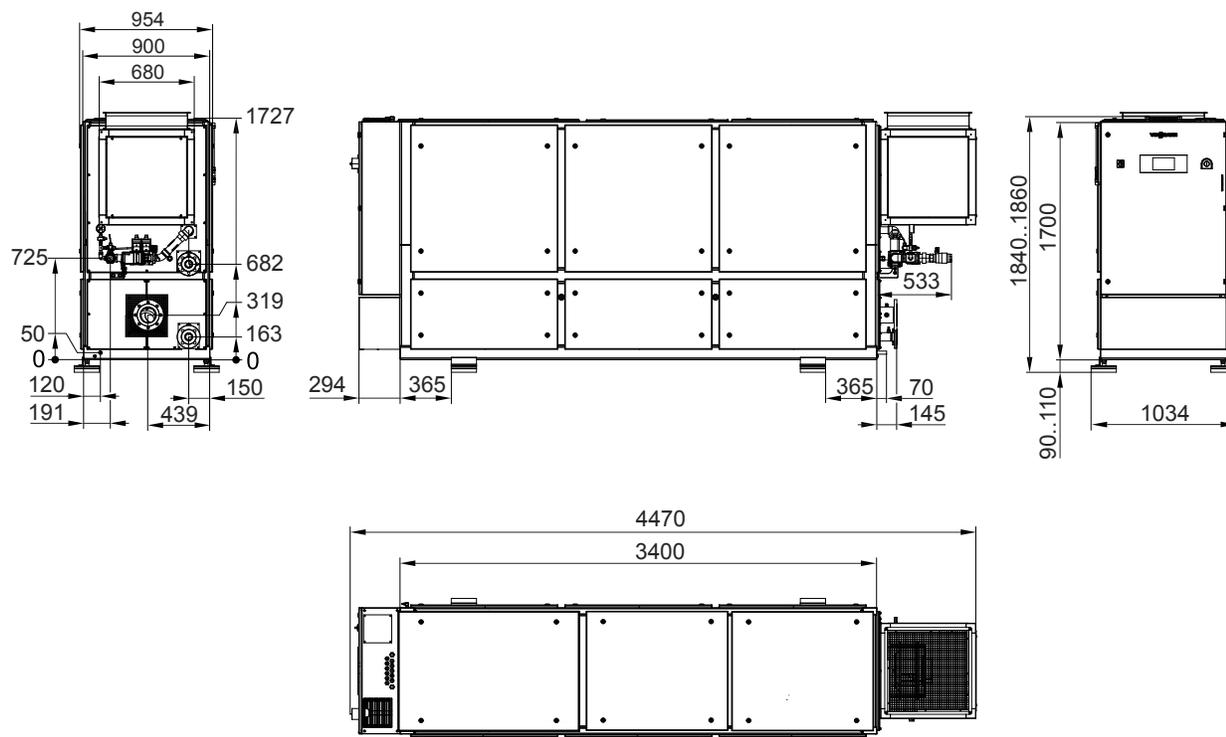
^{*11} Dati di potenza secondo DIN ISO 3046 parte 1, (con pressione dell'aria di 1000 mbar, temperatura dell'aria di 25 °C, umidità relativa dell'aria del 30% e $\cos \varphi = 1$). Tutti gli altri dati valgono per il funzionamento in parallelo alla rete. Dati per altre condizioni di installazione a richiesta

^{*12} Valore visualizzato nel sistema di frecce direzionali verso il generatore

^{*13} Il rispetto della selettività e delle correnti più elevate nel funzionamento singolo deve essere osservato su base specifica dell'impianto.

Ulteriori dati tecnici

Dimensioni, pesi e attacchi



Dimensioni d'ingombro (misure in mm)

Misure

Misura totale (con coperchio fonoassorbente, box ventilatore e quadro elettrico)

• Lunghezza	mm	4470
• Larghezza	mm	954
• Altezza (senza piedini)	mm	1727

Misura telaio (senza coperchio fonoassorbente, box ventilatore e quadro elettrico)

• Lunghezza	mm	3400
• Larghezza	mm	900
• Altezza (senza piedini)	mm	1700

Peso

Peso a vuoto (arrotondato)	kg	3420
Peso in esercizio (arrotondato)	kg	3620

Attacchi

Attacco scarico fumi (AGA), flangia, secondo EN 1092-1		DN 100 PN 10
Scarico acqua di condensa (KO), tubo, secondo DIN EN 10220		
• Diametro esterno	mm	22
• Spessore	mm	1,2
Attacco gas (GAS), rubinetto a sfera per gas, secondo EN 10226		Filetto femmina Rp 1
Mandata acqua riscaldamento (HV) e ritorno acqua riscaldamento (HR), flangia, secondo EN 1092-1		DN 50 PN 16
Aria di scarico (AL), flangia		
• Larghezza x Altezza	mm	580 x 580
• Flangia		P 20
Collegamento di messa a terra		
• Bullone a testa esagonale e terminale		M 10
Allacciamento elettrico		
• Dimensionamento in base alle normative locali e alle normative VDE e dell'azienda erogatrice di energia elettrica pertinenti		Consigli di dimensionamento vedi istruzioni di montaggio

6179359

Ulteriori dati tecnici (continua)

Colori

Componente	Colore
Motore, generatore	grigio chiaro (RAL 7035)
Telaio	Nero profondo (RAL 9005)
Quadro elettrico, coperchio fonoassorbente	Vitographite

Collegamento idraulico

Vedi istruzioni di montaggio e browser schemi su
<http://schemi.viessmannitalia.it/home>

Collegamento elettrico

Vedi istruzioni di montaggio e browser schemi su
<http://schemi.viessmannitalia.it/home>

Materiali di esercizio

Gas metano

Valori combustibile cui attenersi

Caratteristica	Valore
Potere calorifico inferiore $H_{i,N}$	2a famiglia di gas secondo DVGW G 260
Numero di metano ^{*14} MZ	> 80
Pressione minima di riempimento (sovrappressione) presente sulla rampa del gas	20 mbar
Pressione massima di riempimento (sovrappressione) presente sulla rampa del gas	50 mbar
Variazioni max. della pressione del gas (variazioni regolari di breve durata)	±3 mbar
Velocità max. di variazione della pressione del gas (Pressione dinamica della rampa del gas presente sul gruppo di cogenerazione)	3 mbar/min
Umidità relativa φ	< 60 %
Temperatura della miscela di gas a valle del miscelatore gas / aria T_G	$10 < T_G < 30$ °C
Contenuto di cloro Cl	< 80 mg/Nm ³ _{CH4}
Contenuto di fluoro F	< 40 mg/Nm ³ _{CH4}
Totale - cloro – fluoro $\Sigma(Cl, F)$	< 100 mg/Nm ³ _{CH4}
Contenuto di polveri < 5 μ m	< 10 mg/Nm ³ _{CH4}
Vapore dell'olio	< 400 mg/Nm ³ _{CH4}
Contenuto di silicio Si	< 2 mg/Nm ³ _{CH4}
Contenuto di zolfo S	< 200 mg/Nm ³
Acido solfidrico H ₂ S	< 150 ppm < 228 mg/Nm ³
Contenuto di ammoniaca NH ₃	< 40 ppm < 30 mg/Nm ³

Gas metano e aria di combustione non devono contenere fosforo, arsenico e metalli pesanti. Polvere e alogeni possono essere presenti solo entro i valori soglia indicati.

Il gas metano deve essere tecnicamente privo di vapore, polvere e liquido e non deve contenere elementi corrosivi in quantità rilevante. Miscelazione di idrogeno fino a 5 % possibile con controllo supplementare.

Il numero di metano e il potere calorifico inferiore del gas metano devono essere costanti. Il numero di metano (da non confondere con il contenuto in metano!) è una misura per esprimere l'inclinazione dei vari tipi di gas a causare il battito in testa.

Avvertenza

Un numero di metano insufficiente causa il battito in testa e quindi provoca danni al motore.

Con miscele di gas liquidi (propano/aria e butano/aria) si verifica un calo significativo del numero di metano.

Il fornitore del gas fornisce informazioni sulla composizione e sul numero del metano.

Acqua riscaldamento

Disposizioni di qualità per acqua di riscaldamento secondo la direttiva VDI 2035

Determinanti per la qualità dell'acqua riscaldamento sono le "indicazioni del costruttore e la norma UNI-CTI 2035.."

Il contenuto di cloruro non deve superare 30 mg/l. Oltre a questo requisito, la qualità dell'acqua di riscaldamento deve presentare i requisiti stabiliti dalla norma UNI-CTI 2035.

La norma UNI-CTI 2035 stabilisce i requisiti dell'acqua di riscaldamento in funzione della potenzialità complessiva e della capacità dell'impianto specifico.

Avvertenze

■ *Se si utilizzano diversi generatori di calore, il contenuto acqua specifico dell'impianto si calcola con la potenzialità singola minima.*

Per maggiori dettagli vedi UNI-CTI 8065.

■ *I gruppi di cogenerazione sono normalmente installati in combinazione con un accumulatore d'acqua. Ciò comporta per la maggior parte degli impianti uno specifico contenuto d'acqua pari a > 40 l/kW.*

^{*14} Il funzionamento con numero di metano più basso è possibile dopo un controllo da parte di Viessmann.

Materiali di esercizio (continua)

Potenzialità complessiva in kW	Concentrazione totale di metalli alcalino-terrosi in mol/m ³ (durezza complessiva in °dH)		
	Contenuto specifico acqua impianto in l/kW di potenza termica ^{*15}		
	≤ 20	> da 20 a ≤ 40	> 40
≤ 50 Contenuto d'acqua specifico minimo generatore di calore ≥ 0,3 l/kW ^{*16}	Nessuna richiesta	≤ 3,0 (16,8)	
≤ 50 Contenuto d'acqua specifico minimo generatore di calore < 0,3 l/kW ^{*16} (per es. caldaie murali a gas, solo riscaldamento) e impianti con elementi riscaldanti elettrici	≤ 3,0 (16,8)	≤ 1,5 (8,4)	< 0,05 (0,3)
> da 50 e ≤ 200	≤ 2,0 (11,2)	≤ 1,0 (5,6)	
> da 200 a ≤ 600	≤ 1,5 (8,4)	< 0,05 (0,3)	
> 600	< 0,05 (0,3)		

Acqua riscaldamento, indipendente dalla potenza termica

Modo di funzionamento	Conducibilità elettrica in µS/cm
• A basso contenuto di sali ^{*17}	> da 10 a ≤ 100
• Ricca di sali minerali	> da 100 a ≤ 1500

Aspetto	Trasparente, priva di sostanze sedimentabili
---------	--

Materiali nell'impianto	Valore di pH
• Senza leghe di alluminio	Da 8,2 a 10,0
• Con leghe di alluminio	Da 8,2 a 9,0

Avvertenze

- Il separatore di fanghi presente sul posto deve essere pulito regolarmente. Gli intervalli di pulizia devono essere adeguati al grado di sporcizia.
- Sugli impianti esistenti, per la protezione contro lo sporco si raccomanda una separazione idraulica del sistema.

Prevenzione di corrosione

La corrosione in impianti di riscaldamento è sostanzialmente riconducibile alla presenza di ossigeno nell'acqua di riscaldamento. In un'acqua di riscaldamento povera di ossigeno la probabilità di danni causati dalla corrosione su materiali metallici è quindi scarsa.

Possibili fonti di infiltrazione di ossigeno sono:

- Formazione di depressioni nel sistema di riscaldamento
- Inclusioni di aria nell'acqua di riempimento e di rabbocco
- Infiltrazione di ossigeno attraverso il contatto diretto dell'acqua di riscaldamento con l'aria (sistema aperto)

- Diffusione di ossigeno attraverso componenti permeabili come guarnizioni, tubi in plastica, membrane e tubi flessibili
- Contenuto di ossigeno dell'acqua di riempimento e di rabbocco
- Vaso di espansione dimensionato in modo insufficiente

Additivi chimici per l'acqua di riscaldamento

Nei sistemi chiusi per la produzione d'acqua calda sanitaria dimensionati, installati e impiegati correttamente non si rilevano in genere tracce di corrosione. Quindi si può rinunciare all'uso di additivi chimici.

Avvertenza

Utilizzare additivi chimici per l'acqua di riscaldamento solo con una dichiarazione di assenza di rischio da parte del produttore in riferimento alla versione dell'impianto di riscaldamento e ai materiali utilizzati.

Olio motore

Olio omologato per motori a gas nel funzionamento a gas metano per gruppi di cogenerazione con motore MAN

Costruttore	Denominazione del prodotto	Classe di viscosità
Petro-Canada	Sentron LD 8000	SAE-40

Questo olio per motore deve essere utilizzato per tutti i motori MAN nel funzionamento a gas metano (Lambda = 1 e Turbo). In questo caso si applicano gli intervalli di cambio dell'olio di Viessmann Kraft-Wärme-Kopplung GmbH. Per qualsiasi diritto di garanzia devono essere rispettati gli intervalli specifici di manutenzione e se necessario dimostrare la propria responsabilità in base alle analisi dell'olio.

Altri oli per motori possono essere utilizzati dietro responsabilità personale conformemente all'elenco rilasciato da MAN Truck & Bus AG (documento: Norma interna MAN M3271-2 per gas metano). Il cambio dell'olio è soggetto agli intervalli di manutenzione ridotti ivi indicati e deve essere eseguito e certificato dietro propria responsabilità secondo le specifiche/condizioni.

^{*15} Negli impianti con più generatori di calore, per il calcolo del contenuto specifico acqua impianto si applica la potenzialità singola minima.

^{*16} Negli impianti con più generatori di calore con diversi contenuti d'acqua specifici, ci si basa sul contenuto d'acqua specifico più basso.

^{*17} Per impianti con leghe in alluminio l'addolcimento totale non è consigliato.

Refrigerante**Componenti prescritti**

Il sistema di raffreddamento deve essere riempito con una miscela di acqua corrente potabile e un prodotto antigelo per sistemi di raffreddamento del motore.

Componenti:	Rapporto di miscelazione:
Prodotti antigelo con protezione dalla corrosione	62%
Acqua	38%

Prodotti antigelo con protezione dalla corrosione**Avvertenza**

Non mischiare prodotti antigelo con protezione dalla corrosione di produttori e di tipi diversi!

Prodotti antigelo con protezione dalla corrosione omologati per gruppi di cogenerazione con motore MAN

Produttore	Denominazione del prodotto
BASF AG	Glysantin-G48 Plus
CLASSIC OIL	Classic KOLDA UE G48

Acqua

L'acqua corrente potabile è idonea se corrisponde ai seguenti valori di analisi:

Aspetto:	incolore, trasparente e priva di impurità meccaniche
Durezza:	max. 20° dH
Cloruri:	max. 100 ppm
Solfati:	max. 150 ppm
Valore di pH a 20 °C:	da 6,5 a 8,5

Salvo modifiche tecniche!

Viessmann S.r.l.u.
Via Brennero 56
37026 Balconi di Pescantina (VR)
Tel. 045 6768999
Fax 045 6700412
www.viessmann.com

6179359

5.1.7 Installazione impianto solare termico

Sopra il padiglione S è stata progettata l'installazione di un impianto solare termico, che favorisse la generazione di acqua calda sanitaria per le aree dello stesso padiglione. In particolare, è stata considerata l'installazione di un bollitore al piano terra, nella sotto centrale, che permettesse di accumulare l'acqua calda sanitaria ricevuta dal sistema solare termico, alleggerendo quindi i carichi termici per la produzione di acs, da zero, per esempio per la cucina situata all'ultima piano, che ha una notevole richiesta.

L'impianto è costituito da 20 pannelli solari di cui segue scheda tecnica, per una copertura di circa 40 mq, in copertura, esposta totalmente al sole e quindi favorendo la producibilità degli stessi.



COLLETTORE SOLARE PIANO FSK

made in italy



SOLARE
TERMICO

**COLLETTORE SOLARE FSK**

Codice	Descrizione
101080250	1 Collettore solare FSK 2.0
101080251	2 Collettore solare FSK 2.0
101080252	5 Collettore solare FSK 2.0
101080253	8 Collettore solare FSK 2.0
101080254	16 Collettore solare FSK 2.0
101080255	1 Collettore solare FSK 2.5
101080256	2 Collettore solare FSK 2.5
101080257	5 Collettore solare FSK 2.5
101080258	8 Collettore solare FSK 2.5
101080259	16 Collettore solare FSK 2.5



collettori solari



EN 12975

- CERTIFICATO EN 12975
- CERTIFICAZIONE SOLAR KEYMARK
- 5 ANNI DI GARANZIA
- SUPERFICIE SELETTIVA SU PIASTRA IN ALLUMINIO
- ISOLAMENTO IN LANA DI ROCCIA

Pannello solare piano per montaggio verticale e orizzontale dotato di piastra captante in alluminio con film selettivo. La piastra captante è saldata ad una serie di tubazioni in rame unite ad arpa a due collettori di distribuzione idraulica sempre in rame con quattro uscite idrauliche. Il pannello solare è costituito di una struttura in alluminio, isolato verso il basso con lana di roccia e dotato superiormente di vetro solare di tipo temprato con Black-Frame Desingn.

Elemento	Descrizione
VETRO	Vetro temprato Black-Frame Desingn
ISOLANTE	Lana di roccia
SUPERFICIE ASSORBENTE	Full selective
ASSORBITORE	Alluminio / Rame
DISTRIBUZIONE INTERNA	Arpa
TELAIO E FONDO	Alluminio / Alluminio

Dimensioni

Descrizione	PANNELLI SOLARI FSK	
	FSK 2.0	FSK 2.5
Area lorda (m ²)	2.02	2.51
Area di apertura (m ²)	1.84	2.31
Area di assorbimento (m ²)	1.84	2.31
Larghezza (mm)	1170	1170
Altezza (mm)	1730	2150
Profondità (mm)	83	83
Peso a vuoto (kg)	31	38

* I termini di garanzia sono a corredo del prodotto o disponibili presso Kloben.

Specifiche tecniche

Descrizione		PANNELLI SOLARI FSK	
		FSK 2.0	FSK 2.5
Assorbitore		Alluminio, rivestimento sottovuoto altamente selettivo	Alluminio, rivestimento sottovuoto altamente selettivo
Film selettivo		Full face selective TiNOx Al	Full face selective TiNOx Al
Assorbanza		0,95	0,95
Ø Tubo collettore		22 mm	22 mm
Ø Tubo registro		8 mm	8 mm
Connessioni idrauliche		n°4 x 22 mm (raccodo a ogiva)	n°4 x 22 mm (raccodo a ogiva)
Angolo di installazione	°	15.. 75	15 .. 75
Contenuto di liquido	l	1.56	1.77
Temperatura di stagnazione	°C	181	181
Spessore isolamento	mm	40	40
Spessore vetro	mm	3.2	3.2
Trasmittanza		0,90	0,90
Pressione massima	bar	10	10
Numero massimo pannelli in serie		6	6
Distanza minima tra pannelli	mm	55	55

Specifiche termiche

Descrizione		PANNELLI SOLARI FSK	
		FSK 2.0	FSK 2.5
Rendimento ottico η_0 (1000 W/m ²)	%	78,5	78,5
Perdita di calore I ordine a_1	W/m ² K	3,594	3,594
Perdita di calore II ordine a_2	W/m ² K ²	0,014	0,014
IAM Incidence Angle Modifier	K_{θ_i} (50°)	0,94	0,951
Capacità termica C	kJ/m ² K	9,543	9,543
Portata consigliata	l/m ² min	0,3-0,6	0,3-0,6
Potenza di picco (1000 W/m ²)	W	1507	1751
Producibilità energetica (Test di Wurzburg, 3 m ²)	kWh/anno	1115	1295
Q_u - a 50°C (C.E.T.)	kWh _t /m ²	449,01	451,98
Q_u - a 75°C (C.E.T.)	kWh _t /m ²	266,34	267,86
Q_u - a 50°C (C.E.T.)	kWh _t	907,00	1.139,00
Q_u - a 75°C (C.E.T.)	kWh _t	538,00	675,00
$F'(\tau\alpha)$		0,795	0,795
b_0		0,103	0,103
$K_{\theta_{td}}$		0,936	0,936
Rendimento a T*m = 0,04 (C.E.T.)	%	62	62

IAM laterale e trasversale

Angolo incidente	0	20	40	50	60	70	90
$K_{\theta_{lb}}(\theta_{\text{laterale}})$	1,00	0,99	0,97	0,94	0,90	0,80	0,00
$K_{\theta_{lb}}(\theta_{\text{trasversale}})$	1,00	0,99	0,97	0,94	0,90	0,80	0,00

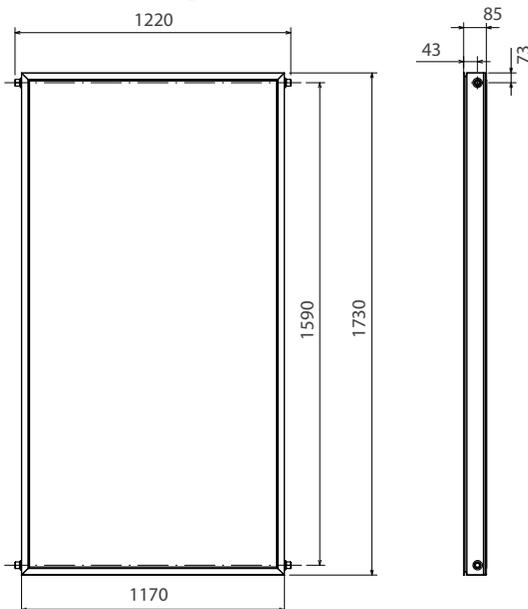


Prestazioni termiche FSK

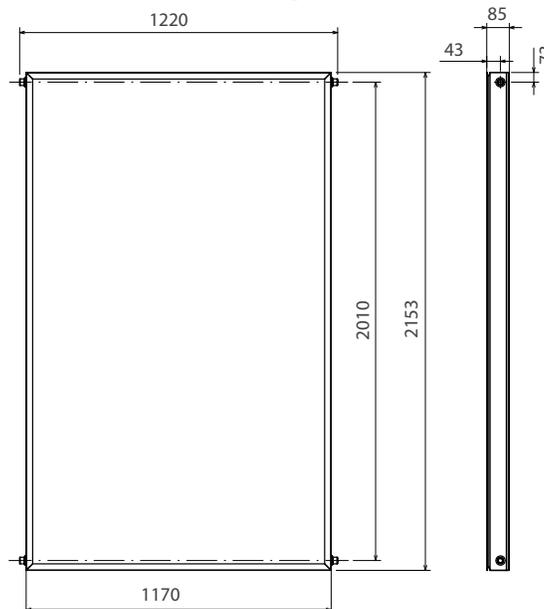
Curva di potenza al variare dell'irraggiamento (1000 W/m²)

$T_m - T_a$ (K)	FSK 2.0 (W)	FSK 2.5 (W)
0	1498	1864
10	1421	1767
30	1252	1558
50	1064	1327
70	856	1073

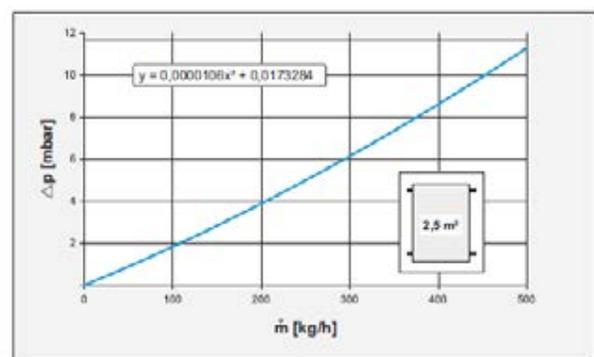
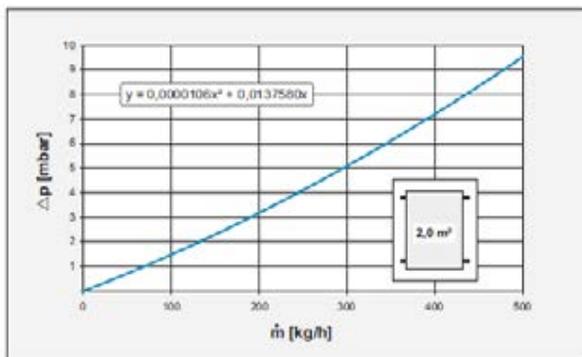
Dimensioni e ingombri FSK 2.0



Dimensioni e ingombri FSK 2.5



Perdite di carico



KIT INCASSO COLLETTORI FSK 2.0



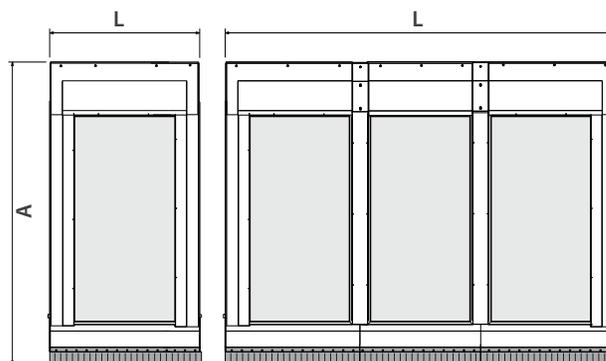
Codice	Descrizione
101080396	Kit incasso 1 collettore FSK 2.0
101080397	Kit incasso 2 collettori FSK 2.0
101080398	Kit incasso 3 collettori FSK 2.0
101080399	Kit incasso 4 collettori FSK 2.0
101080400	Kit incasso 5 collettori FSK 2.0
101080401	Kit incasso 6 collettori FSK 2.0

Dimensioni e ingombri

Kit per l'incasso su tetto con copertura in tegole dei pannelli solari serie FSK 2.0 inclinazione tetto da 15 a 24°.

Costituito di profili laterali, inferiore e superiore per il sostegno del pannello solare, di scossaline di finitura tra pannelli adiacenti e guaina sormonto tegole parte inferiore.

Modello		1 FSK 2.0	2 FSK 2.0	3 FSK 2.0	4 FSK 2.0	5 FSK 2.0	6 FSK 2.0
L	mm	1650	2875	4100	5325	6550	7775
A INC 15-24°	mm	2570	2570	2570	2570	2570	2570



KIT INCASSO COLLETTORI FSK 2.5



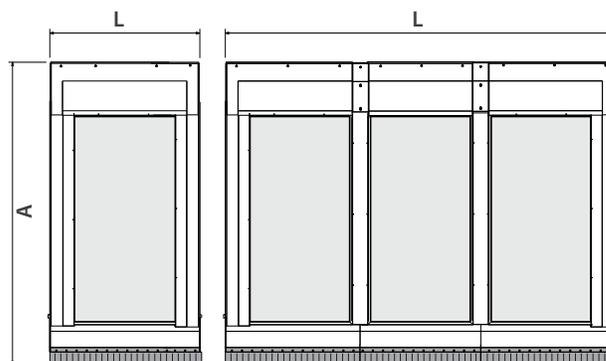
Codice	Descrizione
101080402	Kit incasso 1 collettore FSK 2.5
101080403	Kit incasso 2 collettori FSK 2.5
101080404	Kit incasso 3 collettori FSK 2.5
101080405	Kit incasso 4 collettori FSK 2.5
101080406	Kit incasso 5 collettori FSK 2.5
101080407	Kit incasso 6 collettori FSK 2.5

Dimensioni e ingombri

Kit per l'incasso su tetto con copertura in tegole dei pannelli solari serie FSK 2.5 inclinazione tetto da 15 a 24°.

Costituito di profili laterali, inferiore e superiore per il sostegno del pannello solare, di scossaline di finitura tra pannelli adiacenti e guaina sormonto tegole parte inferiore.

Modello		1 FSK 2.5	2 FSK 2.5	3 FSK 2.5	4 FSK 2.5	5 FSK 2.5	6 FSK 2.5
L	mm	1650	2875	4100	5325	6550	7775
A INC 15-24°	mm	2990	2990	2990	2990	2990	2990



KIT DI FISSAGGIO PER COLLETTORI FSK



Kit di fissaggio per tetto piano o inclinato nella versione verticale, con struttura in alluminio.
Nella versione a tetto piano l'angolo di inclinazione è 45°

Codice	Descrizione
101080260	Kit di fissaggio tetto inclinato 1 collettore FSK
101080261	Kit di fissaggio tetto inclinato 2 collettori FSK
101080262	Kit di fissaggio tetto inclinato 3 collettori FSK
101080263	Kit di fissaggio tetto inclinato 4 collettori FSK
101080264	Kit di fissaggio tetto inclinato 5 collettori FSK
101080265	Kit di fissaggio tetto inclinato 6 collettori FSK
101080266	Kit di fissaggio tetto piano 1 collettore FSK
101080267	Kit di fissaggio tetto piano 2 collettori FSK
101080268	Kit di fissaggio tetto piano 3 collettori FSK
101080269	Kit di fissaggio tetto piano 4 collettori FSK
101080270	Kit di fissaggio tetto piano 5 collettori FSK
101080271	Kit di fissaggio tetto piano 6 collettori FSK

KIT CONNESSIONI IDRAULICHE



Codice	Descrizione
101080248	Set collegamento base per 2 pannelli con sfati Ø22
101080249	Set collegamento espansione Ø22 per batterie
101080276	Set espansione Ø22 semplice
101080275	Kit raccordo gomito 3/4" battuta piana

Il set di collegamento di base prevede il collegamento di almeno due collettori ed è composto da:

- connessione mandata ritorno pannello a stringere da 22 mm
- tappi di chiusura pannelli con sfato
- nippless di connessione tra i primi due pannelli (con raccordo di variazione flusso)

Quando si hanno più di due pannelli si devono usare i set espansione uno per ogni pannello che si aggiunge, nel set espansione per batterie è incluso il raccordo per variazione di flusso (tale raccordo serve creare un flusso prestabilito nelle batterie con più collettori, da tenere presente l'aumento delle perdite di carico della batteria).

Nel kit raccordo gomito 3/4" sono inserite:

- due gomiti per entrata e uscita pannello con uscita 3/4" battuta piana
- tappi di chiusura pannello

con tale kit si connette il primo pannello, pertanto per ogni altro pannello serve aggiungere i set di espansione.

ANTIGELO PER PANNELLI PIANI



Codice	Descrizione
101080272	Tanica antigelo concentrato da 10 litri

Fluido solare termovettore antigelo concentrato specifico per impianti solari con pannelli piani. È una miscela di glicole propilenico, acqua e inibitori anticorrosione completamente biodegradabile. Assicura il massimo rendimento termico prevenendo la formazione di residui sulle superfici di scambio. Il fluido è concentrato e si deve diluire con acqua demineralizzata (non osmotizzata) secondo il rapporto di diluizione indicato per ottenere la protezione antigelo desiderata.

GLYCOL REMOVER



Codice	Descrizione
101010013	Glycol remover - 10 litri

Glycol Remover è un prodotto neutro per la rimozione dei residui di glicole propilenico che si possono formare nei sistemi solari non correttamente mantenuti ed utilizzati per un lungo periodo di tempo. È un liquido a pH neutro, di colore giallo, leggermente igroscopico, alto bollente e inodore. È miscibile con acqua e con i solventi organici comunemente usati. Si utilizza riempiendo il sistema e forzando la circolazione per alcune ore a temperature di circa 50-60°C finché non si ottiene l'accurata pulizia del circuito solare. Può essere utilizzato diluito facendolo circolare più ore ed ottenendo una capacità di ripristino impianto minore.



Questa scheda ha valore indicativo. Kloben si riserva il diritto di apportare in qualunque momento, senza preavviso, modifiche per ragioni tecniche o commerciali agli articoli illustrati. Le informazioni contenute in questa scheda tecnica non esentano l'utente dal seguire scrupolosamente le normative e le norme di buona tecnica in vigore.

Per ulteriori informazioni tecniche consultare il sito internet o contattare il servizio di consulenza: ufficio.tecnico@kloben.it



Kloben Industries S.r.l.
Sede legale: Via Pier Luigi Da Palestrina, 2 - 20124 Milano
Sede operativa: Via Dell'Artigianato, 58 - 37051 Bovolone - VR
T. +39 045 4743243 - F +39 045 92853852
info@klobenindustries.it - www.kloben.it

5.1.8 Installazione impianto di telecontrollo

Il sistema di controllo dello stato di fatto è semplicemente un sistema di monitoraggio ed accensione da remoto, che non permette una regolazione ragionata dall'operatore e nemmeno legata a degli algoritmi grazie ad alcun tipo di sensoristica. Viene considerata quindi, come per le restanti strutture, un sistema di telegestione e telecontrollo che possa permettere un'ottimizzazione dei risparmi grazie a software intelligenti collegati ad una sensoristica molto sviluppata. In particolare, per la struttura di interesse, si considera l'installazione di più di 1'500 punti di telecontrollo in tutta la struttura, per tutti i macchinari termici di interesse.

5.1.9 Relamping

I consumi elettrici sono molto elevati anche a causa delle tecnologie vetuste utilizzate per illuminare l'intera struttura. Si stima, a seguito dei sopralluoghi, una copertura pari a meno del 5% dei mq totali con tecnologia LED. Si considera, quindi, la sostituzione dei dispositivi di illuminazione con una tecnologia a LED garantendo un risparmio sostanziale rispetto allo stato di fatto. In particolare, vengono sostituiti circa 31'350 mq di superficie con tecnologia LED.

5.1.10 Installazione impianto fotovoltaico

Vista la quantità di consumi elettrici elevati e la notevole quantità di superficie libera in copertura, si considera l'installazione di diversi impianti fotovoltaici, sopra i padiglioni A, E, D1 e D2. In particolare, viene considerato l'adattamento dell'impianto fotovoltaico sopra il padiglione E, nelle attuali condizioni la manutenzione è impossibile a causa dell'assenza di linee vita e le inclinazioni sono sconvenienti in termini di efficienza energetica. Si considera l'installazione di 254 pannelli, di cui 116 nuovi ed i restanti adattati come precisato precedentemente, garantendo una potenza di picco totale di 139,70 kW. L'inclinazione rispetto al piano della copertura considerato è di 15°, per garantire una maggiore efficienza e non favorire ribaltamenti causati dall'effetto del vento; a differenza della situazione attuale i pannelli sono orientati esattamente verso sud e distanziati per ottenere la maggior efficienza possibile evitando gli ombreggiamenti tra diverse stringhe.



5.1.11 Risparmi

Giovanni Paolo II	CT PI [kWh/y]	CE PI [kWh/y]	CT [%]	CE [%]
Baseline	6 281 604,00	8 600 000,00	-	-
GdC	5 871 078,97	8 600 000,00	6,54%	0,00%
TLC	5 636 235,81	8 600 000,00	4,00%	0,00%
REL	5 871 078,97	7 776 122,00	-4,17%	9,58%
COG	7 365 935,81	6 824 122,00	-25,46%	12,24%
FTV	7 365 935,81	6 609 838,96	0,00%	3,14%
STE	7 351 069,15	6 609 838,96	0,20%	0,00%
Risparmi totali	-1 084 331,81	1 775 878,00	-17%	21%

Legenda:

- CT PI: Consumo Termico Post intervento
- Ce PI: Consumo Elettrico Post intervento
- CT: Consumo Termico
- CE: Consumo Elettrico
- GdC: Sostituzione Generatore di Calore
- TLC: Installazione/Revamping sistema di telecontrollo
- REL: Relamping interno
- COG: Installazione sistema di cogenerazione

- FTV: Installazione/modifiche impianto fotovoltaico
- STE: Installazione solare termico

5.2 Ospedale Paolo Merlo, La Maddalena

L'ospedale Paolo Merlo, presso La Maddalena, è il più importante presidio ospedaliero dell'isola. Questa struttura, degli anni 70, è stata negli ultimi anni soggetta a molteplici interventi di efficientamento energetico e di ammodernamento il cui motivo è legato, soprattutto, dall'età avanzata della struttura.

5.2.1 Stato di fatto energetico

L'edificio, il più piccolo dei 4, si espande per 4'900 mq in una zona non pianeggiante vista la posizione geografica e la relativa morfologia dell'isola.

La centrale termica è inserita nel mezzo del complesso da un punto di vista dei piani, identificabile come piano terra seppur la distribuzione della struttura sia molto adattata all'andamento molto poco pianeggiante da un punto di vista morfologico. In particolare, la centrale termica è caratterizzata da due generatori di calore da 740 kWt circa, che confluiscono in un unico collettore, dividendosi poi in diversi circuiti che alimentano le utenze oppure i bollitori, anche questi presenti in centrale. Lo stesso collettore si dirama verso le UTA in copertura, le quali sono notevolmente vetuste, per alimentare le batterie di post riscaldamento che deumidificano l'aria in ingresso in ambiente.



Sempre nelle varie coperture di cui è caratterizzata questa particolare struttura sono presenti sei gruppi termici a pompa di calore/gruppi frigoriferi, che garantiscono delle continue e continuative condizioni di raffrescamento alle utenze dell'ospedale.



Si presentano anche diversi impianti tra fotovoltaici e termici. In particolare, due fotovoltaici, di cui uno non raggiungibile comodamente ed un impianto solare termico, che alimenta i bollitori in copertura. Le condizioni degli impianti fotovoltaici non sono assolutamente ottimizzate rispetto al potenziale, che sia da un punto di vista dell'orientamento, che dell'ombreggiamento, quindi il progetto verte anche ad ottimizzare questi elementi.



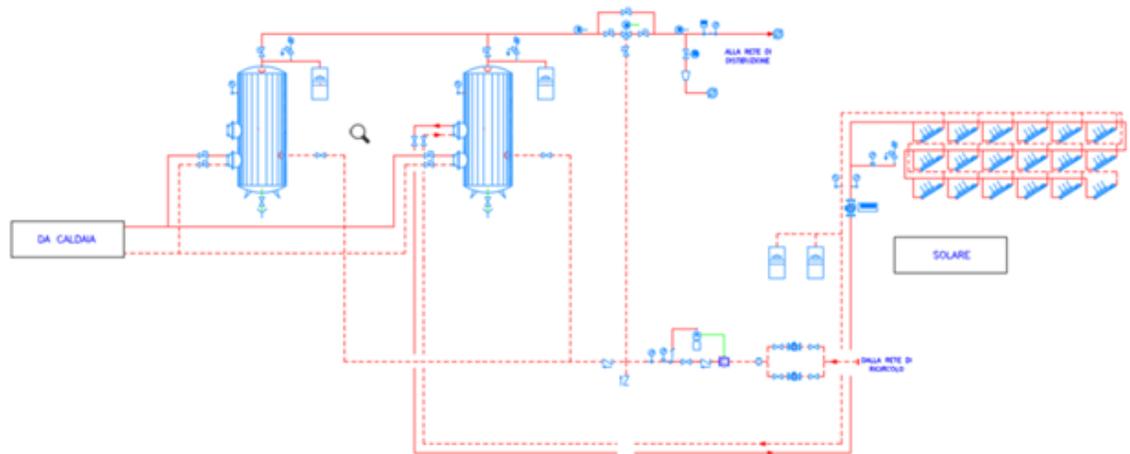
5.2.2 Baseline

I consumi termici ed elettrici sui quali sono stati calcolati i risparmi derivano dalla stessa fonte indicata per l'edificio precedentemente descritto.

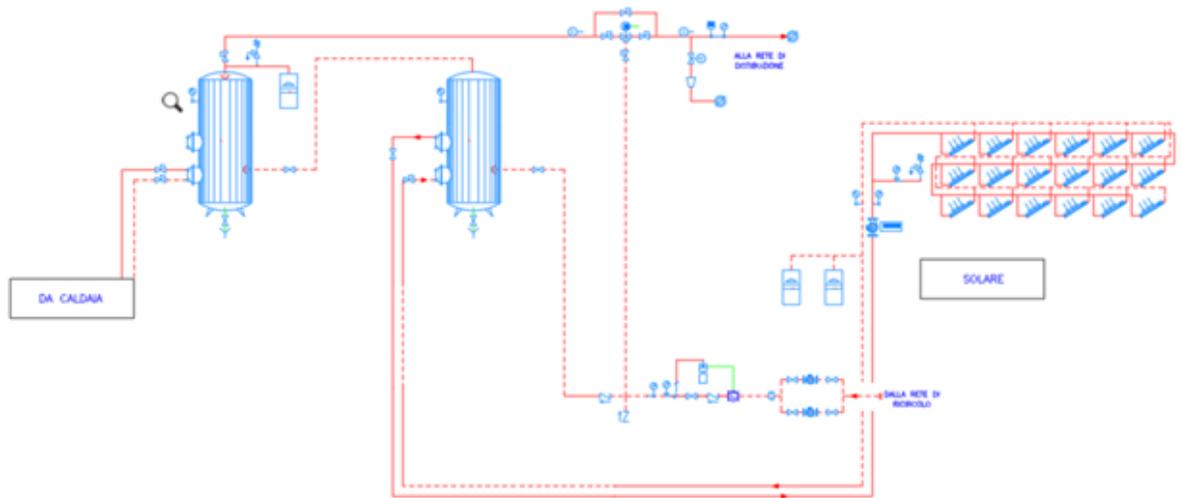
5.2.3 Modifiche collegamenti bollitori

Nei pressi dell'ospedale Paolo Merlo a La Maddalena, è presente un impianto solare termico di 36mq, posizionato in copertura nella zona più a est della struttura. Dai sopralluoghi si evince che l'impianto è assolutamente funzionante e dimensionato coerentemente con le richieste periodiche di ACS. L'impianto attuale è costituito da due bollitori in centrale termica, collegati in parallelo impedendo quindi al sistema solare termico di funzionare al meglio delle sue possibilità. Collegare, invece, in serie i bollitori si garantisce una miglioria dell'utilizzo del solare termico; in particolare il circuito collegato ai collettori solari, grazie ad una doppia serpentina, rilascia il calore al bollitore che a sua volta cede l'acqua a temperatura all'accumulo successivo che, supportato dalla caldaia, fornisce il vettore richiesto alla struttura. Questa operazione garantisce circa il 30% di producibilità in più al sistema solare termico in utilizzo.

Stato di fatto:



Stato di progetto:



5.2.4 Revamping telecontrollo

La struttura, attualmente, è monitorata da un sistema elettronico che garantisce la quantità minima di informazioni degli impianti, senza poter agire direttamente su questi. Si considera il revamping del sistema di telecontrollo Computherm, con l'obiettivo di una gestione più dettagliata degli impianti termici che alimentano la struttura. In particolare, si stima il revamping di 170 punti di telecontrollo, garantendo un risparmio del 4%.

5.2.5 Risparmi

Paolo Merlo	CT PI [kWh/y]	CE PI [kWh/y]	CT [%]	CE [%]
Baseline	199 416,00	591 000,00	-	-
TLC	191 439,36	591 000,00	4,00%	0,00%
STE	187 425,36	591 000,00	2,10%	0,00%
Risparmi totali	11 990,64	-	6%	0%

Legenda:

- CT PI: Consumo Termico Post intervento
- Ce PI: Consumo Elettrico Post intervento
- CT: Consumo Termico
- CE: Consumo Elettrico
- TLC: Installazione/Revamping sistema di telecontrollo
- STE: Installazione solare termico

5.3 Ospedale Paolo Dettori, Tempio Pausania

Il presidio ospedaliero Paolo Dettori è un'imponente struttura di 8 piani, degli anni '50, presso Tempio Pausania. L'antica struttura è, delle 4 oggetto di studio, quella più arretrata da un punto di vista di interventi di efficiente ed ammodernamento. Molteplici aree del presidio di interesse sono ad oggi inutilizzate od in fase di restauro, essendo in progetto un aumento dell'utilizzo della struttura.

5.3.1 Stato di fatto energetico

La struttura, costruita negli anni 50, si espande in 8 piani diversi per una totalità di 17'000 mq.

La centrale termica è localizzata al piano terra dell'edificio, caratterizzata da tre generatori di calore che alimentano le utenze ed i bollitori in centrale. I tre generatori riversano l'energia termica in un unico collettore che si divide in tre rami con le relative utenze e tre pompe singole con motore ventilato. Le tre caldaie, già a condensazione, sono in ottime condizioni e sono state sostituite 6 anni prima dei sopralluoghi di cui segue qualche foto.



I gruppi termici destinati al raffrescamento sono sparsi per la struttura ed alimentano i sistemi di riciclo dell'aria che sono distribuiti nei controsoffitti dei vari piani. Solo alcune aree hanno gruppi termici dedicati in funzione delle ore di funzionamento e della destinazione d'uso, come le sale operatorie e le sale parto. Al piano terra, all'esterno, sono presenti le due pompe di calore principali di tutta la struttura.



In copertura è presente un impianto fotovoltaico destinato all'auto consumo, che copre la maggior parte della copertura. Questo è collegato alla cabina di media tensione posta all'esterno, leggermente distaccata dalla struttura principale. Di fianco alla cabina sono presenti i gruppi elettrogeni alimentati da grosse cisterne a gasolio, nascoste sotto terra.

5.3.2 Baseline

Come per i restanti edifici i consumi sono stati forniti nella stessa forma e quindi i risparmi sono stati calcolati su questi.

5.3.3 Installazione valvole termostatiche

L'ospedale Paolo Dettori è una struttura degli anni '50, ne consegue che i terminali di riscaldamento dell'edificio sono i radiatori. Negli anni la struttura è stata soggetta a diverse operazioni di restauro e miglioramento energetico, implementando un sistema di controsoffitti e ventilconvettori a cassetta, ma il fabbisogno invernale viene comunque soddisfatto dai radiatori, che non sono dotati di alcun tipo di termovalvole e regolazioni. In particolare, presso l'ospedale Paolo Dettori, i radiatori sono più di 500, quindi il risparmio garantito dall'aggiunta di valvole termostatiche è notevole come si può notare nella tabella alla fine del paragrafo. L'installazione delle termovalvole ai radiatori rappresenta un importante passo avanti nell'ottimizzazione dei sistemi di riscaldamento, offrendo una serie di vantaggi che migliorano significativamente l'efficienza e il comfort termico degli ambienti domestici o industriali. Lo stato di fatto delle strutture oggetto di interesse è definito da un grande ammontare di radiatori, i quali sono la principale fonte di climatizzazione invernale. Una delle principali qualità delle termovalvole è la possibilità di personalizzare il livello di calore in ciascuna stanza. Questo livello di controllo individuale consente agli utenti di adattare la temperatura in base alle specifiche esigenze e preferenze di comfort di ogni ambiente. Ciò significa che le stanze che richiedono meno riscaldamento possono essere impostate a una temperatura più bassa rispetto a quelle che richiedono un livello maggiore di comfort termico. Il controllo granulare della temperatura che le termovalvole offrono si traduce in un notevole risparmio energetico. In luoghi in cui l'uso dello spazio varia durante il giorno o in diverse stagioni, la capacità di regolare la temperatura in modo indipendente consente di evitare il surriscaldamento e di adattare più efficacemente il riscaldamento alle effettive necessità termiche di ciascuna area.

5.3.4 Revamping telecontrollo

La struttura, attualmente, è monitorata da un sistema elettronico che garantisce la quantità minima di informazioni degli impianti, senza poter agire direttamente su questi. Si considera il revamping del sistema di telecontrollo Computherm, con l'obiettivo di una gestione più dettagliata degli impianti termici che alimentano la struttura. In particolare, si stima il revamping di 411 punti di telecontrollo, garantendo un risparmio del 4%.

5.3.5 Sostituzione elettrocircolatori

Viene prevista la sostituzione degli elettrocircolatori attualmente presenti in centrale termica ed installati sui circuiti con più efficienti elettrocircolatori dotati di tecnologia inverter in modo da avere un campo di lavoro degli stessi che si adatti dinamicamente alle reali esigenze dell'impianto. Lo stato di fatto è caratterizzato da diversi elettrocircolatori che garantiscono la distribuzione di calore in tutto l'edificio, ma non sono dotati di tecnologia ad inverter, quindi i consumi sono sicuramente più elevati; in particolare in questa struttura si

considera l'installazione delle valvole termostatiche, quindi c'è bisogno di una migliore modulazione della mandata di acqua calda.

5.3.6 Relamping

La struttura oggetto d'analisi non è dotata di illuminazione con tecnologia a led e, i notevoli consumi derivanti dall'adozione di questa tecnologia energeticamente conveniente garantirà il risparmio economico e in termini di kW elettrici. La superficie oggetto di relamping è di circa 17'500 mq. L'adozione di luci a LED comporta numerosi vantaggi rispetto alle soluzioni non a LED, influenzando diversi aspetti, tra cui efficienza energetica, durata, flessibilità e impatto ambientale. In termini di efficienza energetica, le luci a LED consumano notevolmente meno energia rispetto alle tradizionali lampadine a incandescenza o a fluorescenza. Questo si traduce in un significativo risparmio sui costi energetici a lungo termine, oltre a contribuire alla riduzione dell'impronta ecologica, poiché richiedono meno risorse per la produzione e generano minori emissioni di gas serra. La durata delle luci a LED è notevolmente superiore rispetto alle alternative non a LED. Le lampadine a LED hanno una vita che può superare le 50'000 ore di funzionamento. Questa caratteristica non solo contribuisce alla sostenibilità ambientale, ma riduce anche i costi di manutenzione nel lungo periodo. Dal punto di vista ambientale, le luci a LED sono più eco-compatibili rispetto ad altre tecnologie. Non contengono sostanze nocive come il mercurio, presente nelle lampade fluorescenti, e sono facilmente riciclabili. Inoltre, la loro efficienza energetica contribuisce alla riduzione complessiva delle emissioni di gas serra, sostenendo gli sforzi per la sostenibilità ambientale.

5.3.7 Risparmi

Paolo Dettori	CT PI [kWh/y]	CE PI [kWh/y]	CT [%]	CE [%]
Baseline	2 163 663,60	1 959 000,00	-	-
REG	1 848 355,84	1 959 000,00	14,57%	0,00%
TLC	1 774 421,61	1 959 000,00	4,00%	0,00%
REL	1 848 355,84	1 512 240,00	-4,17%	22,81%
Risparmi totali	315 307,76	446 760,00	15%	23%

Legenda:

- CT PI: Consumo Termico Post intervento
- Ce PI: Consumo Elettrico Post intervento
- CT: Consumo Termico
- CE: Consumo Elettrico
- REG: Installazione valvole termostatiche ed elettrocircolatori

- TLC: Installazione/Revamping sistema di telecontrollo
- REL: Relamping interno

5.4 Ex Presidio Ospedaliero San Giovanni di Dio, Olbia

La struttura San Giovanni di Dio, presso Olbia, perde il suo utilizzo negli ultimi anni a seguito della costruzione del nuovo Giovanni Paolo II che svolge, ancora oggi, la più importante funzione ospedaliera del nord est sardo. Ad oggi gli utilizzi sono ridotti e gli uffici, attivi, interni alla struttura hanno funzione amministrativa e gestionale per l'ASSL. Inoltre è presente un'area di ticketing attiva con le relative sezioni di pronto intervento per le maggiori emergenze.

5.4.1 Stato di fatto energetico

La struttura si espande per 13'500 mq in un'area marittima, a pochi passi dal centro della città, su tre piani.

Al livello del terreno si trova la centrale termica, costituita da tre gruppi termici da 740 kWt circa, ed uno di questi è dedicato all'esclusiva alimentazione dei bollitori per l'acqua calda sanitaria. La restante energia termica prodotta viene spedita, grazie a dei gruppi di pompaggio, alle varie sottocentrali, che provvedono ad accumulare tutta l'energia termica, per riscaldamento e raffrescamento, un unici collettori e poi a spedirli nelle diverse aree della struttura.



In copertura sono presenti sei pompe di calore, delle cui quattro riversano l'energia termica all'interno di un unico collettore, venendo poi distribuita nelle diverse sottocentrali. I gruppi termici sono in ottime condizioni, installati da qualche anno, ed hanno un'ottima efficienza, ma non possono sostenere le richieste termiche legate al riscaldamento, di tutta la struttura, quindi bisogna lavorare anche sulla generazione in centrale termica.



La copertura si presta all'installazione di un impianto fotovoltaico, che verrà studiato, ma nello stato di fatto non ne è presente alcuno. E' presenta una cabina di media tensione, anche questa leggermente distaccata dalla struttura, affiancata da un gruppo elettrogeno che permette una continua alimentazione della struttura in caso di necessità.

5.4.2 Baseline

I consumi termici ed elettrici sui quali sono stati calcolati i risparmi derivano dalla stessa fonte indicata per gli edifici precedentemente descritti.

5.4.3 Sostituzione generatore di calore con caldaia a condensazione

La centrale termica in questione è dotata di tre caldaie non a condensazione di potenza al focolare pari a 713,5 kW, le quali svolgono un ruolo cruciale nel processo di generazione di calore. Di queste tre, una è dedicata esclusivamente alla produzione di acqua calda sanitaria (ACS), mentre le restanti due hanno una duplice funzione: alimentare la sottocentrale di distribuzione e fornire acqua calda sanitaria. A differenza delle caldaie a condensazione, che recuperano ulteriore calore dalla condensazione dei vapori d'acqua presenti nei gas di scarico, le caldaie non a condensazione si limitano a sfruttare il calore primario generato durante la combustione. La caldaia dedicata all'acqua calda sanitaria ha il compito di riscaldare l'acqua destinata all'uso domestico, come per esempio per docce, lavandini e altri impianti sanitari. Questa caldaia opera in modo indipendente dalle altre due, garantendo un approvvigionamento continuo di acqua calda per scopi igienici.

Le altre due caldaie, invece, svolgono una duplice funzione. Innanzitutto, alimentano la sottocentrale di distribuzione, che è responsabile di distribuire il calore generato alle diverse utenze o zone dell'edificio. Questo processo è gestito

attraverso un sistema di tubazioni e scambiatori di calore, che consentono il trasferimento efficiente dell'energia termica.

In seguito alle valutazioni effettuate in fase di sopralluogo, si considera la sostituzione di una delle due caldaie che si occupano dell'alimentazione della sottocentrale. Tale scelta progettuale permette di soddisfare l'intero fabbisogno termico dell'edificio grazie alla nuova caldaia, sfruttando la seconda per coprire i picchi di domanda e la terza caldaia solo per l'ACS.

5.4.4 Installazione valvole termostatiche

Presso l'ex presidio ospedaliero oggetto di attenzione i terminali di riscaldamento sono, per la maggior parte, ventilconvettori a parete che, grazie alla presenza di una centrale termica e diverse pompe di calore in copertura, possono fare sia caldo che fresco. Oltre a questi sono presenti molteplici radiatori senza termovalvole. Le termovalvole, grazie alla loro capacità di personalizzare il livello di calore in ogni stanza, offrono una qualità fondamentale. Questo controllo individuale consente agli utenti di regolare la temperatura in base alle specifiche esigenze e alle preferenze di comfort di ciascun ambiente. Di conseguenza, è possibile impostare una temperatura più bassa nelle stanze che richiedono meno riscaldamento rispetto a quelle che necessitano di un maggiore comfort termico. L'accurato controllo della temperatura fornito dalle termovalvole si traduce in un significativo risparmio energetico. Nei luoghi in cui l'utilizzo dello spazio varia durante il giorno o nelle diverse stagioni, la possibilità di regolare la temperatura in modo indipendente consente di evitare il surriscaldamento e di adattare in modo più efficiente il riscaldamento alle effettive esigenze termiche di ciascuna area.

5.4.5 Relamping

L'ex presidio ospedaliero San Giovanni di Dio è costituito da un sistema illuminotecnico a fluorescenza, sia in controsoffitto che non, che innalzano i consumi notevolmente rispetto ad una tecnologia led.

L'adozione delle luci a LED comporta una serie di vantaggi rispetto alle alternative non a LED, influenzando diversi aspetti, tra cui efficienza energetica, durata, flessibilità e impatto ambientale. Nel contesto dell'efficienza energetica, è notevolmente ridotto il consumo di energia delle luci a LED rispetto alle lampadine tradizionali a incandescenza o a fluorescenza. Ciò si traduce in un risparmio significativo sui costi energetici a lungo termine, contribuendo parallelamente alla riduzione dell'impronta ecologica grazie al minor utilizzo di risorse durante la produzione e alle minori emissioni di gas serra. La durata delle luci a LED supera notevolmente quella delle alternative non a LED, con una durata operativa che può eccedere le 50'000 ore. Questa caratteristica non solo promuove la sostenibilità ambientale, ma comporta anche una riduzione sostanziale dei costi di manutenzione a lungo termine. Sul versante ambientale, le luci a LED si dimostrano più eco-sostenibili rispetto ad altre tecnologie, essendo prive di sostanze nocive come il mercurio, presente nelle lampade fluorescenti, e facil-

mente riciclabili. Inoltre, la loro efficienza energetica contribuisce in modo tangibile alla diminuzione complessiva delle emissioni di gas serra, sostenendo gli sforzi globali per la promozione della sostenibilità ambientale.

5.4.6 Installazione fotovoltaico

La struttura dell'ex presidio ospedaliero San Giovanni di Dio è caratterizzato da un'ampia copertura piana, sulla quale si considera l'installazione di un impianto fotovoltaico; l'impianto di riferimento è costituito da 92 pannelli per una potenza totale di 50,60 kW producendo così 73 MWh. La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati presenti nella banca dati (SARAH2) messa a disposizione da CM SAF, i cui dati coprono l'Europa. In fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore a 20 kW, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25. Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Modalità di connessione alla rete trifase in bassa tensione con tensione di fornitura 400 V. Il posizionamento è rilevabile dalla foto seguente. A differenza dell'intervento di installazione del fotovoltaico considerato presso l'ospedale Giovanni Paolo II, l'inclinazione del pannello rispetto al sud è la stessa della copertura. Questa scelta progettuale è determinata dalla possibilità di inserire un maggior numero di pannelli fotovoltaici che, vista la leggera inclinazione, producono una potenza generale più ampia. I moduli saranno montati su idonee zavorre, posizionate su tetto piano dell'edificio in progetto. Il sistema di ancoraggio dovrà resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. Il fabbricato su cui si prevede l'installazione dell'impianto fotovoltaico non è soggetto a vincoli paesaggistici.



5.4.7 Risparmi

San Giovanni di Dio	CT PI [kWh/y]	CE PI [kWh/y]	CT [%]	CE [%]
Baseline	423 300,00	1 200 000,00	-	-
GdC	401 921,21	1 200 000,00	5,05%	0,00%
REG	363 546,83	1 200 000,00	9,55%	0,00%
TLC	349 004,95	1 200 000,00	4,00%	0,00%
REL	349 004,95	1 031 479,50	0,00%	14,04%
FTV	349 004,95	958 486,47	0,00%	7,08%
Risparmi totali	74 295,05	241 513,53	18%	20%

Legenda:

- CT PI: Consumo Termico Post intervento
- Ce PI: Consumo Elettrico Post intervento
- CT: Consumo Termico
- CE: Consumo Elettrico
- GdC: Sostituzione Generatore di Calore
- REG: Installazione valvole termostatiche ed elettrocircolatori
- TLC: Installazione/Revamping sistema di telecontrollo
- REL: Relamping interno
- FTV: Installazione/modifiche impianto fotovoltaico

6 Risparmi e costi di progetto

Le tabelle che seguono forniscono una dettagliata panoramica dei risparmi stimati, nonché dei computi metrici estimativi calcolati. Questi dati sono stati elaborati attraverso metodologie di analisi avanzate e includono un'accurata valutazione dei benefici economici derivanti dalle misure proposte. Le informazioni presentate consentono di comprendere in dettaglio le proiezioni finanziarie e le metriche quantitative associate alle diverse opzioni di intervento, offrendo così una base solida per la valutazione economica e l'ottimizzazione delle risorse nel contesto considerato.

Denominazione	RT [kWh/y]	RE [kWh/y]	RT [%]	RE [%]
Giovanni Paolo II	-1 069 465,15	6 609 838,96	-17,03%	23,14%
Paolo Merlo	11 990,64	591 000,00	6,01%	0,00%
Paolo Dettori	389 241,99	1 512 240,00	17,99%	22,81%
San Giovanni di Dio	74 295,05	958 486,47	17,55%	20,13%
Totale	-593 937,46	9 671 565,43	6,50%	21,70%

Legenda:

- RT: Risparmio Termico
- RE: Risparmio Elettrico

INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO						
E1 - Sostituzione di generatore di calore con caldaia a condensazione						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
115023f	Rimozione di caldaia pressurizzata, compreso ogni onere per il taglio e la chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, della potenzialità di: 1.162 + 1.743 kW	cad	1	316,83	316,83	Assimilabile a 1902 kW
SAR23_PF.0012.0016	Rimozione di tubazioni varie in vista (idriche per usi diversi), compresi i trasporti orizzontali, il carico su automezzo o il deposito provvisorio dei materiali (ritenuti recuperabili dalla DL e riservati all'amministrazione e/o di risulta), in apposito luogo individuato all'uopo entro l'ambito del cantiere; escluso il trasporto a deposito o a rifiuto, nonché l'eventuale onere per il conferimento ad impianto autorizzato; valutata al metro lineare per tubazioni dei seguenti diametri: oltre i 25 e fino a 50 cm	m	15	28,55	428,2	
SAR23_PF.0012.0018	Scofanatura a spalla d'uomo o insacchettatura di materiali di qualsiasi natura e consistenza, provenienti da lavori di movimenti terra, su percorsi non scarriolabili e trasporto fino al luogo di deposito provvisorio, adibito all'uopo entro l'ambito del cantiere, in attesa del trasporto a rifiuto; compresi gli oneri di superamento dislivelli. Per ogni 50 metri, valutato a volume	m³	15	80,18	1202,71	
SAR23_AT.0001.0001	TRASPORTO CON AUTOARTICOLATO da 28-30 t, in abito regionale, con percorrenza dallo stabilimento di produzione o deposito al cantiere entro i 50 km con impegno di mezza giornata	viaggi	1	402,80	402,8	
SAR23_AT.0002.0003	AUTOGRU TELESCOPICA AUTOCARRATA esclusi il conducente/operatore, consumi di carburante e lubrificanti, ricambi, manutenzione, assicurazione e bollo con braccio fino a 25 m e portata 30 t	ora	8	32,04	256,33	
SAR23_PR.0001.0005	CONFERIMENTO A DISCARICA AUTORIZZATA DI MATERIALE COD. CER. 15 01 06 - Imballaggi in materiali misti	t	0,5	378,55	189,28	
SAR23_PF.0010.0005	TUBAZIONE IN ACCIAIO NERO liscio senza saldature tipo Mannesmann, dato in opera per impianti di riscaldamento entro cunicolo, questo escluso, o staffato a parete o a soffitto compresi pezzi speciali, staffe di ancoraggio, saldature e verniciatura con due mani di antiruggine FI 4" DN 100	m	15	77,13	1157,01	
SAR23_PF.0010.0005	ISOLAMENTO TERMICO DI TUBAZIONI per acqua calda ralizzato con applicazione di cospesse di lana di vetro o roccia (680 kg/mc), legatura con filo di ferro zincato e rivestimento esterno con LAMINA IN PVC RIGIDO AUTOAVVOLGENTE compresa la fascettatura delle testate, dello spessore complessivo di mm 20 per m² di sviluppo	m²	20	49,30	986,01	
023182	Termostato di sicurezza ad immersione, con ripristino manuale, con pozzetto attacco 1/2"; taratura 100 °C, pressione massima esercizio 10 bar, omologato INAIL	cad	1	34,58	34,58	
23185	Termostato di regolazione ad immersione, con ripristino manuale, con pozzetto attacco 1/2", campo di lavoro 0 + 90 °C, pressione massima esercizio 10 bar; omologato INAIL	cad	1	30,38	30,38	
023181	Bitermostato di regolazione e di sicurezza con ripristino manuale, taratura 100 + 110 °C (+0 °C -6 °C), campo di lavoro 0 + 90-100 °C, grado di protezione IP 40, omologato INAIL	cad	1	30,38	30,38	
023186b	Termometro con attacco posteriore e scala graduata di temperatura 0 + 120 °C, Ø del quadrante 80 mm, attacco posteriore 1/2" M, conforme INAIL: larghezza pozzetto 100 mm	cad	1	13,23	13,23	
023188b	Manometro con quadrante del Ø di 80 mm, conforme INAIL, completo di riccio di isolamento, rubinetto portamanometro con flangia di controllo: radiale: Ø 80 mm, attacco 3/8"	cad	1	19,46	19,46	
023191b	Pozzetto per termometro campione INAIL, Ø 1/2"; lunghezza 100 mm	cad	1	7,14	7,14	
023192c	Rubinetto manometro a tre vie, campione INAIL: 1/2"	cad	1	16,31	16,31	
023193c	Riccio ammortizzatore in rame cromato, pressione massima esercizio 25 bar: 1/2"	cad	1	11,62	11,62	
C.01.03.0110.b	Valvola di sicurezza per impianti di riscaldamento, di tipo qualificata INAIL. Completa di imbuto di scarico: Ø 3/4 x 1"	cad	2	118,63	237,26	
023177c	Imbuto per scarico a vista con curva orientabile: Ø 1"	cad	2	50,82	101,64	
025269h	Canna fumaria a parete doppia in acciaio inox coibentata con materassino in lana di roccia ad alta densità, parete interna in AISI 316 e parete esterna in AISI 304, secondo la UNI EN 1856-1, idonea all'installazione interna alla muratura perimetrale dell'edificio, data in opera completa del terminale antivento, dei pezzi speciali ed accessori necessari al montaggio, con esclusione degli interventi murari di complemento e delle opere provvisoriale, valutato al metro di collettore principale: Ø collettore 300 mm	m	10	786,84	7868,4	
NP001	Solo fornitura di Caldaia a condensazione con corpo in acciaio d'esercizio pari a 5.0 bar. Potenzialità utile della caldaia 1900 kW. Regolazione di tipo Cascata Master. Maggiori caratteristiche presenti nella relazione tecnica di progetto. Prezzo comprensivo di Spese Generali e Utili di Impresa (26,5%).	cad	1	108043,65	108043,65	
SAR23_PF.0009.0006	FORNITURA E POSA IN OPERA Cavo unipolare FG16R16 0,6/1kV per energiasisolato in gomma etilenpropilena ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5; Colore grigio. Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV Cavi adatti all'alimentazione elettrica con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno. Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canaletta o sistemi similari. Ammessa anche la posa interrata. (rif. CEI 20-67) Sezione 1x120 mmq	m	40	33,32	1332,62	
NP002	Solo fornitura di bruciatore modulante, low Nox con controllo della combustione e della portata di ossigeno incluso di Rampa gas, camma elettronica	cad	3	32890,00	98670	
075001b	Scavo a sezione obbligatoria per la posa di tubazioni e cavi in terreno vegetale e in terreno naturale incoerente e poco coerente, per una profondità massima fino a 1,5 m compreso rinterro: eseguito con mezzi meccanici in zona ampia	m³	1912,5	5,71	10920,38	
SAR23_PF.0001.0003	CONGLOMERATO BITUMINOSO PER MANTO D'USURA (TAPPETO) costituito da pietrisco 5-15 mm, sabbia e filler, impastato a caldo in apposito impianto, con bitume in ragione del 5,5-6,5 % in peso; steso in opera con vibrofinitrice meccanica in strato dello spessore compreso finito di cm 2,5-4, previo ancoraggio con 0.400 Kg/mq di emulsione bituminosa, compresa la rullatura e la pulizia del fondo in strato da cm 4 compreso	m²	4250	14,22	60428,67	

015002k	Tubo in acciaio senza saldatura a norma UNI EN 10255, zincato a caldo a norma EN 10240-A1 ed al DM Ministero della Salute 6/4/2004 N. 174, filettato e con manicotto, lavorato e posto in opera (sino ad un'altezza di 3,00 m dal piano di lavoro) tagliato a misura, comprese eventuali cravatte a muro, verniciatura, saldatura e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte, esclusi gli scavi, rinterri, tracce e raccorderia: serie media: Ø interno 5", spessore 5 mm	m		189,01		
	Tubo in acciaio senza saldatura a norma UNI EN 10255, zincato a caldo a norma EN 10240-A1 ed al DM Ministero della Salute 6/4/2004 N. 174, filettato e con manicotto, lavorato e posto in opera (sino ad un'altezza di 3,00 m dal piano di lavoro) tagliato a misura, comprese eventuali cravatte a muro, verniciatura, saldatura e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte, esclusi gli scavi, rinterri, tracce e raccorderia: serie media: Ø interno 6", spessore 5 mm	m	850	226,81	192790,2	Costo parametrizzato rispetto alla voce precedente
013004g	Tubo in acciaio senza saldatura, a norma UNI EN 10255, zincato a caldo, filettabile: serie media: Ø interno 2", spess. 3,6 mm	m	15	18,27	274,05	
	Maggiorazione sui materiali per difficoltà esecuzione lavori	%	0,2	485769,14	97153,828	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	480	39,90	19151,09	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	480	33,41	16036,15	
TOTALE					618 110,21 €	

E3 - Installazione solare termico						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
SAR23_PF.0010.0013	Fornitura ed installazione di sistema solare a circolazione naturale con collettore piano e bollitore per produzione di acqua calda sanitaria. Capacità 250-300 litri superficie circa 4 mq dotato di resistenza elettrica aggiuntiva. Collettore solare piano certificato EN12975 di dimensioni esterne varie, colori standard scuro, superficie trattata superficialmente, piastra captante in rame e/o altre leghe similari, vetro solare temperato antiriflesso resistente alla grandine e agli agenti atmosferici, completo di telaio di contenimento e vasca di alloggiamento, dotato di attacchi e/o elementi fissanti, con possibilità di variazione inclinazione di posa. Compreso il trasporto e la fornitura al piano di lavoro, nonché tutte le movimentazioni varie nell'ambito di cantiere. Completo di ogni elemento di fissaggio quali bulloni, viteria, staffe, tiranti, piccole opere di complemento su qualsiasi tipo di copertura. In opera compresa l'assistenza muraria e la connessione alla rete idrica esistente. Escluso il tiro in alto con qualsiasi mezzo meccanico.	cad.	10	4072,78135	40727,81	
SAR23_AT.0002.0003	AUTOGRU TELESCOPICA AUTOCARRATA esclusi il conducente/operatore, consumi di carburante e lubrificanti, ricambi, manutenzione, assicurazione e bollo con braccio fino a 25 m e portata 30 t	ora	16	32,04124	512,66	
TOTALE					41 240,47 €	

E4 - Revamping telecontrollo						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
43089	Sonda a contatto per tubazioni in contenitore con grado di protezione IP 42, per montaggio a parete, campo di misura -30 ÷ 130 °C	cad	60	25,9	1554	
043091	Sonda di temperatura ad immersione con elemento sensibile al platino, con guaina in acciaio inox AISI 304, lunghezza 110 mm circa, attacco 1/2" in ottone nichelato, grado di protezione IP 44, campo di misura fino a 150 °C	cad	60	128,1	7686	
043095	Sonda di misura temperatura fumi con sensore alloggiato all'interno di una guaina di protezione in acciaio inox e collegato direttamente ad un cavetto da 1,5 m bipolare in uscita dalla stessa, campo di misura 0 ÷ 500 °C	cad	10	110,6	1106	
MM.17.080.0010.a	Unità centrale di supervisione, completa di quadro elettro-strumentale, compresi software, messa in servizio, collaudo, documentazione e istruzione in campo del personale di manutenzione inclusi software e quadro elettro-strumentale, nonché (per tutto il sistema) start up, manuali d'uso e manutenzione, addestramento del personale, ecc. Il prezzo unitario è riferito al singolo punto di regolazione, intendendo il punto di regolazione relativo al sistema costituito da: un ingresso analogico e uno digitale, un'uscita analogica e una digitale; n° punti: - fino a 500 punti di regolazione	punto reg.	1511	147,57	222978,27	
033288b	Alimentatore di switching, tensione nominale di alimentazione 100 ÷ 240 V c.a., tensione nominale di uscita 12 V c.c. o 24 V c.c., potenziometro frontale per la regolazione della tensione in uscita, protezione da cortocircuito e sovraccarico, filtro di tensione in ingresso, conforme alle norme IEC/EN 60950-1, 61000-6 - 2 e - 3, in contenitore modulare isolante per barra DIN35 con grado di protezione IP 20, potenza nominale di uscita: 24 W	cad	6	89,63	537,78	
C.04.03.0210.c	Interruttore automatico magnetotermico, serie modulare, tensione nominale 230/400 V, a norma CEI EN 60898 - curva C Potere d'interruzione 6 kA unipolare + neutro (1P+N) - In 6 ÷ 32 A	cad	6	46,86	281,16	
C.04.03.0225.a	Blocchi differenziali componibili per interruttori magnetotermici della serie modulare, tensione nominale 230/400 V, a norma CEI EN 61009, tipo A In fino a 63 A bipolare con I _{dn} = 30 mA	cad	6	145,74	874,44	
C.04.03.0016.a	Cavo flessibile di rame unipolare e multipolare a norma CEI 20-13, isolato con gomma HEPR di qualità G16, guaina in termoplastica di qualità R16, conforme al Regolamento Europeo (CPR) UE 305/11, sigla di designazione FG16(O)R16 0,6/1 kV Bipolare 2 x 1,5 mm²	m	8000	0,95	7600	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	120	39,8981	4787,77	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	120	33,40865	4009,04	
TOTALE					247 405,42 €	

E6 - Relamping interno						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
SAR23_PF.0012.0018	Scofanatura a spalla d'uomo o insacchettatura di materiali di qualsiasi natura e consistenza, provenienti da lavori di movimenti terra, su percorsi non scarrabili e trasporto fino al luogo di deposito provvisorio, adibito all'uso entro l'ambito del cantiere, in attesa del trasporto a rifiuto; compresi gli oneri di superamento dislivelli. Per ogni 50 metri, valutato a peso	kg	35000	0,16705	5846,75	
SAR23_PF.0001.0002	TRASPORTO a discarica e/o da cava dei materiali con percorrenza entro i limiti di 20 km compreso il ritorno a vuoto	m³	70	9,41228	658,86	
SAR23_PR.0001.0005	CONFERIMENTO A DISCARICA AUTORIZZATA DI MATERIALE COD. CER. 17 02 02 - Vetro da demolizione	t	35	106,26	3719,1	

SAR23_PR.0049.0022	Fornitura di corpo illuminante LED con driver dimmerabile, da incasso/controsoffitto, con corpo in lamiera di acciaio zincato, preverniciato con resina poliesteri, coperture con lastre di acciaio, ottica ad alveoli a doppia parabolicità, in alluminio speculare 99,99 antiriflesso ed antiridescendente a bassa luminanza con trattamento di PVD, con pellicola di protezione della plafoniera e del lamellare. Fattore di abbagliamento UGR < 16; valore contemplato secondo la norma (coefficiente di riflessione: soffitto 0,7 - pareti 0,5). Prodotti in conformità alle norme EN60598 - CEI 34 - 21. Grado di protezione secondo le norme EN60529. Certificazione di conformità Europea: ENEC. Grado di Protezione: IP20 IK07. Classe d'isolamento I. Tecnologia LED di ultima generazione: Flusso luminoso apparecchio: 3.069 lm, potenza apparecchio 28 W, temperatura di colore 4000K, resa cromatica >=80, Ta-10+40°C. Vita utile 80.000h L70B20. Fattore di potenza >=95. Classificazione rischio fotobiologico: (RG0) Gruppo esente, secondo le EN62471.LOF (Low Optical Flicker) LED bianchi (4000 K), resa del colore CRI 90. Dimensioni 596 mm (La) x 596 mm (Lu) x 60 mm (H). Forniti senza staffe.	cad.	7000	216,315	1514205	
SAR23_PF.0014.0001	Trabattello mobile prefabbricato in tubolare di lega per esecuzione opere interne, completo di piani di lavoro, botole e scale di accesso ai piani, protezioni e quanto altro previsto dalle norme vigenti, compresi gli oneri di noleggio, montaggio, smontaggio e ritiro a fine lavori, per anno o frazione di anno a) per altezze fino a 3,6 m	cad.	2	67,91095	135,82	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	2400	39,8981	95755,44	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	2400	33,40865	80180,76	
TOTALE						1 700 501,73 €

E7 - Installazione fotovoltaico						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
SAR23_PF.0017.0001	Fornitura ed installazione di Impianto fotovoltaico da 50kW in su - Modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino di forma quadrata o rettangolare, efficienza > 13%, tensione massima di sistema 1000 V, garanzia di prestazione 90% in 10 anni e dell'80% in 25 anni, compreso di sostegno e struttura per qualsiasi tipo di tetto in materiale anticorrosivo inossidabile. Compresi idonei cablaggi, condutture, connettori e scatole IP 65, diodi di bypass, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio anodizzato. Modulo certificato da organismo indipendente che ne attesti la conformità alle norme IEC 61215 e IEC 61646. Compreso inverter bidirezionale, di taglia e caratteristiche adatte alle dimensioni dell'impianto, connessione in rete DC/AC realizzata con trasformatore toroidale in uscita, filtri e controllore di isolamento; dotato di dispositivo di distacco automatico dalla rete, conforme alla Direttiva ENEL DK 5940, display a cristalli liquidi, interfaccia seriale, contenitore con grado di protezione IP 65, conforme alla norma CEI 11-20; - Quadro di parallelo inverter comprensivo di interruttore di manovra sezionatore tipo rotativo con blocco porta, tensione nominale 1000 V, protezione magnetotermica, sezionatore di campo, analizzatore di rete, dispositivo di interfaccia, misuratore di energia elettrica, gruppo scaricatori di sovratensione; - oneri relativi a tutte le pratiche documentali e fiscali necessarie (permessi comunali, richieste incentivi - Conto Energia ecc.), domanda di connessione presso gestore energia elettrica; - comprese tutte le dichiarazioni attestanti: - conformità ai sensi del decreto 37/08, art. 1, lettera "a" - verifiche effettuate sull'impianto eseguito e il relativo esito; - certificati di conformità dei moduli fotovoltaici alle norme CEI EN 61215 oppure CEI EN 61646; - manuale di uso e manutenzione; - numeri di matricola dei moduli fotovoltaici e degli inverter; - fotografie nel n. richiesto per l'ottenimento delle tariffe incentivanti; - garanzie relative alle apparecchiature installate; - eventuali garanzie sulle prestazioni di funzionamento; - disegni As-Built allegati alle certificazioni e conformi alle richieste AEEG per l'ottenimento delle tariffe incentivanti. Comprese le assistenze murarie necessarie. Completati di tutta la componentistica elettrica ed elettronica necessaria all'installazione e al suo corretto funzionamento. Compreso ogni altro onere e magistero per dare l'impianto in opera installato a perfetta regola d'arte in rispetto di tutte le norme di settore e perfettamente funzionante.	kW	140	2367,44118	331441,77	
SAR23_AT.0005.0003	AUTOGRU TELESKOPICA AUTOCARRATA compresi il conducente/operatore, consumi di carburante e lubrificanti, ricambi, manutenzione, assicurazione e bollo con braccio fino a 25 m e portata 30 t	ora	120	130,31555	15637,87	
TOTALE						347 079,64 €

E8 - Installazione cogeneratore						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
NP003	Installazione Gruppo di cogenerazione VITOBLOC 200 tipo EM-140/207 ST/SE precablato, composto da motore industriale a gas, generatore sincro trifase, scambiatore di calore acqua/acqua ad elevata pressione di esercizio lato utente, scambiatore di calore fumi/acqua costruito e testato secondo la linea guida dei recipienti in pressione 97/23/CE, sistema di depurazione dei gas di scarico, rampa gas omologata DVGW, sistema autonomo di lubrificazione forzata, sistema di avviamento con cariche batterie, quadro elettrico integrato e testato secondo VDE AR-N-4105:2018-11, che include: unità di alimentazione del generatore, controllo, monitoraggio ed azionamento ausiliario, nonché unità centrale a microprocessore sviluppata da Viessmann. Inclusi il basamento, n.1 valvola a 3 vie DN50, n.1 silenziatore gas di scarico, drycooler principale con suo QE, scambiatore di calore per l'impiego con miscele di acqua/glicole, bus di sistema, sistema in guida elettrica, sistema di regolazione sonde puffer, quadro elettrico MT, trasporto dell'intera fornitura tramite autocarro, messa in servizio. Fornitura in serie di: 1 giunto di dilatazione assiale gas di scarico, 2 tubi metallici flessibili per mandata/ritorno riscaldamento, 1 tubo metallico corrugato per alimentazione gas, 1 filtro gas a maglia sottile, 1 tubo in silicone per scarico condensa con 2 fascette a snodo sferico, 4 piedini antivibranti regolabili, flangia in tela olona dell'aria di scarico già installata sull'alloggiamento del ventilatore.	cad	1	188286,5	188286,5	
SAR23_PR.0025.0001	TUBO ACCIAIO ZINCATO SENZA SALDATURE, UNI EN 10255:2007, zincati a norma UNI EN 10240:1999 A1 ed alle vigenti disposizioni in materia di prevenzione incendi, corredato dalle previste certificazioni. tipo pollici DN 2"+1/2. spess. 3,2 mm peso non inferiore a kg. 5,91, zincata caldo, marchiati a vernice con nome del produttore, diametro e norme di riferimento, estremità filettate, forniti in barre da 6 m. Diametro Nominale 2"+1/2	m	120	24,1362	2896,34	
SAR23_PF.0010.0005	ISOLAMENTO TERMICO DI TUBAZIONI per acqua calda realizzato con applicazione di cospiglie di lana di vetro o roccia (680 kg/mc), legatura con filo di ferro zincato e rivestimento esterno con BENDA PLASTICA compresa la fascettatura delle testate, dello spessore complessivo di mm 20 per m² di sviluppo esterno	m²	29	46,54937	1349,93	

SAR23_PF.0010.0005	CIRCOLATORE SINGOLO per acqua calda in impianti a circuito aperto o chiuso, con spurgo aria automatico, monoblocco in ghisa, con rotore immerso; albero, camicia inferiore e anello di usura in acciaio inox, completo di flange o bocchettoni per montaggio diretto sulla tubazione. Dato montato in opera completo di saracinesca di intercettazione DN 65 a monte e a valle e di valvola di ritegno DN 65. Con motore trifase 220 o 380 V a due o tre velocità PER PORTATE da 1.0 a 9.0 mc/h e PREVALENZA max 6.6 m	cad	3	795,48224	2386,45	
083048g	Accumulatore inerziale a stratificazione (puffer), completo di bocchettoni filettati o flangiati e pozzetti per le sonde di temperatura, pressione massima di esercizio 3 bar, isolamento termico non inferiore a 100 mm, con capacità utile pari a: 2000 l	cad	1	1571,19	1571,19	
SAR23_PF.0010.0005	SISTEMA DI REGOLAZIONE ELETTRONICA CENTRALIZZATA tipo P+P1, dato in opera completo di regolatore elettronico, sonda di mandata ad immersione, sonda di compensazione esterna, valvola di regolazione a globo a tre vie completa di servomotore, orologio programmatore e sistema di taratura, comprese opere murarie con valvola a globo a tre vie DN 50	cad	1	2071,29913	2071,3	
023174k	Vaso di espansione in acciaio saldato, per utilizzo acqua con soluzioni glicolate, pressione massima di esercizio 6 bar, precarica 1,5 bar, campo di temperatura sistema -10 ÷ 120 °C; campo di temperatura membrana -10 ÷ 70 °C, della capacità di: 600 l	cad	5	954,85	4774,25	
023174b	Vaso di espansione in acciaio saldato, per utilizzo acqua con soluzioni glicolate, pressione massima di esercizio 6 bar, precarica 1,5 bar, campo di temperatura sistema -10 ÷ 120 °C; campo di temperatura membrana -10 ÷ 70 °C, della capacità di: 50 l	cad	1	89,05	89,05	
023182	Termostato di sicurezza ad immersione, con ripristino manuale, con pozzetto attacco 1/2"; taratura 100 °C, pressione massima esercizio 10 bar, omologato INAIL	cad	1	34,58	34,58	
023183	Termostato di regolazione ad immersione, con ripristino manuale, con pozzetto attacco 1/2", campo di lavoro 0 ÷ 90 °C, pressione massima esercizio 10 bar; omologato INAIL	cad	1	30,38	30,38	
023181	Pressostato di sicurezza a riarmo manuale, attacco 1/4" F, qualificato INAIL e conforme alla direttiva 97/23/CE	cad	1	27,51	27,51	
023186b	Termometro con attacco posteriore e scala graduata di temperatura 0 ÷ 120 °C, Ø del quadrante 80 mm, attacco posteriore 1/2" M, conforme INAIL: larghezza pozzetto 100 mm	cad	1	13,23	13,23	
023188b	Manometro con quadrante del Ø di 80 mm, conforme INAIL, completo di riccio di isolamento, rubinetto portamanometro con flangia di controllo: radiale: Ø 80 mm, attacco 3/8"	cad	1	19,46	19,46	
023191b	Pozzetto per termometro campione INAIL, Ø 1/2": lunghezza 100 mm	cad	1	7,14	7,14	
023192b	Rubinetto manometro a tre vie, campione INAIL: 3/8"	cad	1	15,26	15,26	
023193b	Riccio ammortizzatore in rame cromato, pressione massima esercizio 25 bar: 3/8"	cad	1	11,62	11,62	
C.01.03.0110.b	Valvola di sicurezza per impianti di riscaldamento, di tipo qualificata INAIL. Completa di imbuto di scarico: Ø ½ x 1"	cad	4	118,63	474,52	
023177c	Imbuto per scarico a vista con curva orientabile: Ø 1"	cad	1	50,82	50,82	
SAR23_PF.0010.0005	CANNA FUMARIA realizzata con tubo quadro di fibrocalcestruzzo armato con fibre naturali e sintetiche, con assoluta esclusione di fibre di amianto, a parete semplice; coibentata esternamente con feltro di lana di vetro o di roccia (15-20 Kg/m³), legatura in filo di ferro zincato, fasciatura con benda mussolone e finitura con gesso e colla. Compresa la controcanna esterna in muratura di mattoni semipieni da cm 12, intonacata con malta bastarda. Escluso comignolo e accessori di esercizio e sicurezza - Sezione netta canna interna cm 20x20	m	30	575,33369	17260,01	
023403f	Valvola d'intercettazione/regolazione, corpo e volantino in ghisa EN-GJL-250, PN 16: a flusso avviato: Ø 50 mm	cad	8	128,4	1027,2	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	120	39,8981	4787,77	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	120	33,40865	4009,04	
TOTALE					231 193,55 €	

TOTALE INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO 3 185 531,02 €

INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO						
E3 - Modifiche collegamenti bollitori						
SAR23_PF.0010.0005	TUBAZIONE IN ACCIAIO NERO liscio senza saldature tipo Mannesmann, dato in opera per impianti di riscaldamento entro cunicolo, questo escluso, o staffato a parete o a soffitto compresi pezzi speciali, staffe di ancoraggio, saldature e verniciatura con due mani di antiruggine FI 1" DN 25	m	10	22,41273	224,13	
SAR23_PF.0010.0005	TUBAZIONE IN ACCIAIO NERO liscio senza saldature tipo Mannesmann, dato in opera per impianti di riscaldamento entro cunicolo, questo escluso, o staffato a parete o a soffitto compresi pezzi speciali, staffe di ancoraggio, saldature e verniciatura con due mani di antiruggine FI 2" DN 50	m	8	36,09276	288,74	
SAR23_PR.0039.0001	ISOLAMENTO TERMICO DI TUBAZIONI per acqua calda ralizzato con applicazione di coppelle di lana di vetro o roccia (680 kg/mc), legatura con filo di ferro zincato e rivestimento esterno con LAMIERINO DI ALLUMINIO DA 0,6 mm, compresa la fascettatura delle testate, dello spessore complessivo di mm 20 per m ² di sviluppo	m ²	26,6602	66,41003	1770,5	
SAR23_PR.0026.0002	SARACINESCA IN OTTONE PN 16 - attacchi F/F o a saldarediam. 1+1/4" - 32 mm	cad.	4	11,03271	44,13	
SAR23_PR.0027.0001	SARACINESCA IN GHISA G25 A CORPO CILINDRICO per pressioni di esercizio PN 25; a vite interna; anelli di tenuta in ottone; interni in ottone; asta di manovra in barra di trafilato di ottone; attacchi a flange tornite e forate; manovra a volantino; per i seguenti diametri nominali: DN 50 mm	cad.	4	413,75974	1655,04	
SAR23_PR.0026.0001	VALVOLA DI RITEGNO A CLAPET, IN BRONZO, PN 16, a tenuta metallica o in neoprene diam. 1+1/4" - 32 mm	cad.	1	28,33009	28,33	
SAR23_PR.0026.0001	VALVOLA DI RITEGNO A CLAPET, IN BRONZO, PN 16, a tenuta metallica o in neoprene diam. 2+1/2" - 65 mm	cad.	1	80,6858	80,69	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	40	39,8981	1595,92	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	40	33,40865	1336,35	
TOTALE					7 023,83 €	

E4 - Revamping telecontrollo						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
43089	Sonda a contatto per tubazioni in contenitore con grado di protezione IP 42, per montaggio a parete, campo di misura -30 + 130 °C	cad	4	25,9	103,6	
043091	Sonda di temperatura ad immersione con elemento sensibile al platino, con guaina in acciaio inox AISI 304, lunghezza 110 mm circa, attacco 1/2" in ottone nichelato, grado di protezione IP 44, campo di misura fino a 150 °C	cad	4	128,1	512,4	
043095	Sonda di misura temperatura fumi con sensore alloggiato all'interno di una guaina di protezione in acciaio inox e collegato direttamente ad un cavetto da 1,5 m bipolare in uscita dalla stessa, campo di misura 0 ÷ 500 °C.	cad	2	110,6	221,2	
MM.17.080.0010.a	Unità centrale di supervisione, completa di quadro elettro-strumentale, compresi software, messa in servizio, collaudo, documentazione e istruzione in campo del personale di manutenzione inclusi software e quadro elettro-strumentale, nonché (per tutto il sistema) start up, manuali d'uso e manutenzione, addestramento del personale, ecc. Il prezzo unitario è riferito al singolo punto di regolazione, intendendo il punto di regolazione relativo al sistema costituito da: un ingresso analogico e uno digitale, un'uscita analogica e una digitale; n° punti: - fino a 500 punti di regolazione	punto reg.	170	147,57	25086,9	
033288b	Alimentatore di switching, tensione nominale di alimentazione 100 ÷ 240 V c.a., tensione nominale di uscita 12 V c.c. o 24 V c.c., potenziometro frontale per la regolazione della tensione in uscita, protezione da cortocircuito e sovraccarico, filtro di tensione in ingresso, conforme alle norme IEC/EN 60950-1, 61000-6-2 e -3, in contenitore modulare isolante per barra DIN35 con grado di protezione IP 20, potenza nominale di uscita: 24 W	cad	1	89,63	89,63	
C.04.03.0210.c	Interruttore automatico magnetotermico, serie modulare, tensione nominale 230/400 V, a norma CEI EN 60898 - curva C Potere d'interruzione 6 kA unipolare + neutro (1P+N) - In 6 ÷ 32 A	cad	1	46,86	46,86	
C.04.03.0225.a	Blocchi differenziali componibili per interruttori magnetotermici della serie modulare, tensione nominale 230/400 V, a norma CEI EN 61009, tipo A In fino a 63 A bipolare con Idn = 30 mA	cad	1	145,74	145,74	
C.04.03.0016.a	Cavo flessibile di rame unipolare e multipolare a norma CEI 20-13, isolato con gomma HEPR di qualità G16, guaina in termoplastica di qualità R16, conforme al Regolamento Europeo (CPR) UE 305/11, sigla di designazione FG16(O)R16 0,6/1 kV Bipolare 2 x 1,5 mm ²	m	900	0,95	855	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	120	39,8981	4787,77	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	120	33,40865	4009,04	
TOTALE					35 858,14 €	

TOTALE INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO 42 881,97 €

INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO						
E2 - Installazione Valvole termostatiche						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
C.01.03.0130.a	Valvolame corpi scaldanti: Ø ½" valvola con prerogazione di tipo termostattabile. Costruzione in bronzo. Finitura cromata	cad	507	14,37	7285,59	
C.01.03.0130.b	Valvolame corpi scaldanti: Ø ½" detentore. Costruzione in bronzo. Finitura cromata	cad	507	12,22	6195,54	
C.01.03.0235	Comando termostatico per valvole radiatori termostattabili con sensore incorporato e elemento sensibile a liquido o gas. Completo di adattatore	cad	507	24	12168	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	240	39,8981	9575,54	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	240	33,40865	8018,08	
TOTALE					35 224,67 €	

E4 - Revamping telecontrollo						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
43089	Sonda a contatto per tubazioni in contenitore con grado di protezione IP 42, per montaggio a parete, campo di misura -30 + 130 °C	cad	3	25,9	77,7	
043091	Sonda di temperatura ad immersione con elemento sensibile al platino, con guaina in acciaio inox AISI 304, lunghezza 110 mm circa, attacco 1/2" in ottone nichelato, grado di protezione IP 44, campo di misura fino a 150 °C	cad	5	128,1	640,5	
043095	Sonda di misura temperatura fumi con sensore alloggiato all'interno di una guaina di protezione in acciaio inox e collegato direttamente ad un cavetto da 1,5 m bipolare in uscita dalla stessa, campo di misura 0 + 500 °C	cad	3	110,6	331,8	
MM.17.080.0010.a	Unità centrale di supervisione, completa di quadro elettro-strumentale, compresi software, messa in servizio, collaudo, documentazione e istruzione in campo del personale di manutenzione inclusi software e quadro elettro-strumentale, nonché (per tutto il sistema) start up, manuali d'uso e manutenzione, addestramento del personale, ecc. Il prezzo unitario è riferito al singolo punto di regolazione, intendendo il punto di regolazione relativo al sistema costituito da: un ingresso analogico e uno digitale, un'uscita analogica e una digitale; n° punti: - fino a 500 punti di regolazione	punto reg.	411	147,57	60651,27	
C.04.03.0210.c	Interruttore automatico magnetotermico, serie modulare, tensione nominale 230/400 V, a norma CEI EN 60898 - curva C. Potere d'interruzione 6 kA unipolare + neutro (1P+N) - In 6 ÷ 32 A	cad	1	46,86	46,86	
C.04.03.0225.a	Blocchi differenziali componibili per interruttori magnetotermici della serie modulare, tensione nominale 230/400 V, a norma CEI EN 61009, tipo A In fino a 63 A bipolare con Idn = 30 mA	cad	1	145,74	145,74	
C.04.03.0016.a	Cavo flessibile di rame unipolare e multipolare a norma CEI 20-13, isolato con gomma HEPR di qualità G16, guaina in termoplastica di qualità R16, conforme al Regolamento Europeo (CPR) UE 305/11, sigla di designazione FG16(O)R16 0,6/1 kV Bipolare 2 x 1,5 mm²	m	2110	0,95	2004,5	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	120	39,8981	4787,77	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	120	33,40865	4009,04	
TOTALE					72 695,18 €	

E5 - Sostituzione elettrocircolatori						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
SAR23_PF.0012.0016	Rimozione di tubazioni varie in vista (idriche per usi diversi), compresi i trasporti orizzontali, il carico su automezzo o il deposito provvisorio dei materiali (ritenuti recuperabili dalla DL e riservati all'amministrazione e/o di risulta), in apposito luogo individuato all'uoero entro l'ambito del cantiere; escluso il trasporto a deposito o a rifiuto, nonché l'eventuale onere per il conferimento ad impianto autorizzato; valutata al metro lineare per tubazioni dei seguenti diametri: oltre i 25 e fino a 50 cm	m	6	28,54663	171,28	
SAR23_PF.0010.0005	CIRCOLATORE SINGOLO per acqua calda in impianti a circuito aperto o chiuso, con spurgo aria automatico e variatore idraulico di prevalenza/portata, monoblocco in ghisa, con rotore immerso; albero, camicia inferiore e anello di usura in acciaio inox, completo di flange per montaggio diretto sulla tubazione. Dato montato in opera completo di saracinesca di intercettazione DN 100 a monte e a valle e di valvola di ritegno DN 100. Con motore trifase 220 o 380 V a due o tre velocità PER PORTATE da 8.0 a 32.0 mc/h e PREVALENZA max 11.0 m	cad.	6	1771,81742	10630,9	
SAR23_PF.0009.0003	FORNITURA, MONTAGGIO, CABLAGGIO E ASSEMBLAGIO DI INTERRUTTORE AUTOMATICO MAGNETOTERMICO DIFFERENZIALE da 4,5 kA (CEI EN 60898-1:2019) di tipo modulare da montare su guida DIN 35, tipo AC, sensibilità 30 mA curva B, 1P+N 40A, da fissarsi a scatto all'interno di centralini o quadri, compreso il cablaggio interno degli stessi.	cad.	6	259,67162	1558,03	
SAR23_PR.0042.0037	Cavo unipolare per energia FG16R16 0,6/1kV isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5; Colore grigio. Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV Cavi adatti all'alimentazione elettrica con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno. Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canaletta o sistemi similari. Ammessa anche la posa interrata. (rif. CEI 20-67) Sezione 1x185 mmq. Fornito a piè d'opera.	m	60	48,81999	2929,2	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	20	39,8981	797,96	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	20	33,40865	668,17	
TOTALE					16 755,54 €	

E6 - Relamping interno						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
SAR23_PF.0012.0018	Scofanatura a spalla d'uomo o insacchettatura di materiali di qualsiasi natura e consistenza, provenienti da lavori di movimenti terra, su percorsi non scariolabili e trasporto fino al luogo di deposito provvisorio, adibito all'uoero entro l'ambito del cantiere, in attesa del trasporto a rifiuto; compresi gli oneri di superamento dislivelli. Per ogni 50 metri, valutato a peso	kg	17500	0,16705	2923,38	
SAR23_PF.0001.0002	TRASPORTO a discarica e/o da cava dei materiali con percorrenza entro i limiti di 20 km compreso il ritorno a vuoto	m³	35	9,41228	329,43	
SAR23_PR.0001.0005	CONFERIMENTO A DISCARICA AUTORIZZATA DI MATERIALE COD. CER. 17 02 02 - Vetro da demolizione	t	17,5	106,26	1859,55	

SAR23_PR.0049.0022	Fornitura di corpo illuminante LED con driver dimmerabile, da incasso/controsoffitto, con corpo in lamiera di acciaio zincato, preverniciato con resina poliestere, coperture con lastre di acciaio, ottica ad alveoli a doppia parabolicità, in alluminio speculare 99,99 antiriflesso ed antiridescendente a bassa luminanza con trattamento di PVD, con pellicola di protezione della plafoniera e del lamellare. Fattore di abbagliamento UGR < 16: valore contemplato secondo la norma (coefficiente di riflessione: soffitto 0,7 - pareti 0,5). Prodotti in conformità alle norme EN60598 - CEI 34 - 21. Grado di protezione secondo le norme EN60529. Certificazione di conformità Europea: ENEC. Grado di Protezione: IP20 IK07. Classe d'isolamento I. Tecnologia LED di ultima generazione: Flusso luminoso apparecchio: 3.069 lm, potenza apparecchio 28 W, temperatura di colore 4000K, resa cromatica >=80, Ta-10+40°C. Vita utile 80.000h L70B20. Fattore di potenza >=95. Classificazione rischio fotobiologico: (RG0) Gruppo esente, secondo le EN62471.LOF (Low Optical Flicker) LED bianchi (4000 K), resa del colore CRI 90. Dimensioni 596 mm (La) x 596 mm (Lu) x 60 mm (H). Forniti senza staffe.	cad.	3500	216,315	757102,5	
SAR23_PF.0014.0001	Trabattello mobile prefabbricato in tubolare di lega per esecuzione opere interne, completo di piani di lavoro, botole e scale di accesso ai piani, protezioni e quanto altro previsto dalle norme vigenti, compresi gli oneri di noleggio, montaggio, smontaggio e ritiro a fine lavori, per anno o frazione di anno a) per altezze fino a 3,6 m	cad.	2	67,91095	135,82	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	1200	39,8981	47877,72	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	1200	33,40865	40090,38	
TOTALE					850 318,78 €	

TOTALE INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO 974 994,17 €

INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO						
E1 - Sostituzione di generatore di calore con caldaia a condensazione						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
115023e	Rimozione di caldaia pressurizzata, compreso ogni onere per il taglio e la chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, della potenzialità di: 697 ÷ 1.046 kW	cad	1	285,91	285,91	
SAR23_PF.0012.0016	Rimozione di tubazioni varie in vista (idriche per usi diversi), compresi i trasporti orizzontali, il carico su automezzo o il deposito provvisorio dei materiali (ritenuti recuperabili dalla DL e riservati all'amministrazione e/o di risulta), in apposito luogo individuato all'uoero entro l'ambito del cantiere; escluso il trasporto a deposito o a rifiuto, nonché l'eventuale onere per il conferimento ad impianto autorizzato; valutata al metro lineare per tubazioni dei seguenti diametri: oltre i 25 e fino a 50 cm	m	10	28,54663	285,47	
SAR23_PF.0012.0018	Scofanatura a spalla d'uomo o insacchettatura di materiali di qualsiasi natura e consistenza, provenienti da lavori di movimenti terra, su percorsi non scarriabili e trasporto fino al luogo di deposito provvisorio, adibito all'uoero entro l'ambito del cantiere, in attesa del trasporto a rifiuto; compresi gli oneri di superamento dislivelli. Per ogni 50 metri, valutato a volume	m ³	5	80,18076	400,9	
SAR23_AT.0001.0001	TRASPORTO CON AUTOARTICOLATO da 28-30 t, in abito regionale, con percorrenza dallo stabilimento di produzione o deposito al cantiere entro i 50 km con impegno di mezza giornata	viaggi	1	402,80216	402,8	
SAR23_AT.0002.0003	AUTOGRU TELESCOPICA AUTOCARRATA esclusi il conducente/operatore, consumi di carburante e lubrificanti, ricambi, manutenzione, assicurazione e bollo con braccio fino a 25 m e portata 30 t	ora	8	32,04124	256,33	
SAR23_PR.0001.0005	CONFERIMENTO A DISCARICA AUTORIZZATA DI MATERIALE COD. CER. 15 01 06 - imballaggi in materiali misti	t	0,2	378,55125	75,71	
SAR23_PF.0010.0005	TUBAZIONE IN ACCIAIO NERO liscio senza saldature tipo Mannesmann, dato in opera per impianti di riscaldamento entro cunicolo, questo escluso, o staffato a parete o a soffitto compresi pezzi speciali, staffe di ancoraggio, saldature e verniciatura con due mani di antiruggine FI 4" DN 100	m	10	77,13387	771,34	
SAR23_PF.0010.0005	ISOLAMENTO TERMICO DI TUBAZIONI per acqua calda ralizzato con applicazione di cappelletti di lana di vetro o roccia (680 kg/mc), legatura con filo di ferro zincato e rivestimento esterno con LAMINA IN PVC RIGIDO AUTOAVVOLGENTE compresa la fascettatura delle testate, dello spessore complessivo di mm 20 per ml di tubazione fino a FI 1"	m	10	10,68503	106,85	
025011e	Generatore a basamento a condensazione compatto, funzionante a metano, scambiatore primario a basso contenuto d'acqua in lega d'alluminio-silicio-magnesio a basse emissioni di NOx, a temperatura scorrevole, pannello comandi laterale o frontale, elettronica a bordo caldaia per la gestione in cascata tramite cavo collegamento BUS, con sonda esterna, clapet refluxo fumi, strumentazione per la gestione del circolatore primario e di cascata, circolatore secondario, alimentazione elettrica 230 V-1-50 Hz, in opera esclusi i collegamenti elettrici, il collegamento alla canna fumaria e gli accessori per il trattamento acque, delle seguenti potenzialità: 585 kW	cad	1	32381,46	32381,46	
	Generatore a basamento a condensazione compatto, funzionante a metano, scambiatore primario a basso contenuto d'acqua in lega d'alluminio-silicio-magnesio a basse emissioni di NOx, a temperatura scorrevole, pannello comandi laterale o frontale, elettronica a bordo caldaia per la gestione in cascata tramite cavo collegamento BUS, con sonda esterna, clapet refluxo fumi, strumentazione per la gestione del circolatore primario e di cascata, circolatore secondario, alimentazione elettrica 230 V-1-50 Hz, in opera esclusi i collegamenti elettrici, il collegamento alla canna fumaria e gli accessori per il trattamento acque, delle seguenti potenzialità: 713,5 kW	cad	1	39494,31	39494,31	Costo parametrizzato in funzione della voce 025011e
SAR23_PF.0009.0006	FORNITURA E POSA IN OPERA Cavo unipolare FG16R16 0,6/1kV per energisolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5; Colore grigio. Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV Cavi adatti all'alimentazione elettrica con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno. Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canalina o sistemi similari. Ammessa anche la posa interrata. (rif. CEI 20-67) Sezione 1x70 mmq	m	30	21,10642	633,19	
023182	Termostato di sicurezza ad immersione, con ripristino manuale, con pozzetto attacco 1/2"; taratura 100 °C, pressione massima esercizio 10 bar, omologato INAIL	cad	1	34,58	34,58	
023183	Termostato di regolazione ad immersione, con ripristino manuale, con pozzetto attacco 1/2", campo di lavoro 0 ÷ 90 °C, pressione massima esercizio 10 bar; omologato INAIL	cad	1	30,38	30,38	
023181	Pressostato di sicurezza a riarmo manuale, attacco 1/4" F, qualificato INAIL e conforme alla direttiva 97/ 23/CE	cad	1	27,51	27,51	
023186b	Termometro con attacco posteriore e scala graduata di temperatura 0 ÷ 120 °C, Ø del quadrante 80 mm, attacco posteriore 1/2" M, conforme INAIL: larghezza pozzetto 100 mm	cad	1	13,23	13,23	
023188b	Manometro con quadrante del Ø di 80 mm, conforme INAIL, completo di riccio di isolamento, rubinetto portamanometro con flangia di controllo: radiale: Ø 80 mm, attacco 3/8"	cad	1	19,46	19,46	
023191b	Pozzetto per termometro campione INAIL, Ø 1/2": lunghezza 100 mm	cad	1	7,14	7,14	
023192b	Rubinetto manometro a tre vie, campione INAIL: 3/8"	cad	1	15,26	15,26	
023193b	Riccio ammortizzatore in rame cromato, pressione massima esercizio 25 bar: 3/8"	cad	1	11,62	11,62	
C.01.03.0110.b	Valvola di sicurezza per impianti di riscaldamento, di tipo qualificata INAIL. Completa di imbuto di scarico: Ø ½ x 1"	cad	4	118,63	474,52	
023177c	Imbuto per scarico a vista con curva orientabile: Ø 1"	cad	1	50,82	50,82	
SAR23_PF.0010.0005	CANNA FUMARIA realizzata con tubo quadro di fibrocilcestruzzo armato con fibre naturali e sintetiche, con assoluta esclusione di fibre di amianto, a parete semplice; coibentata esternamente con feltro di lana di vetro o di roccia (15-20 Kg/m ³), legatura in filo di ferro zincato, fasciatura con benda mussolone e finitura con gesso e colla. Compresa la controcanna esterna in muratura di mattoni semipieni da cm 12, intonacata con malta bastarda. Escluso comignolo e accessori di esercizio e sicurezza Sezione netta canna interna cm 30x30	m	10	711,97	7119,72	
025028n	Solo fornitura di bruciatore modulante, low Nox con controllo della combustione e della portata di ossigeno incluso di Rampa gas, camma elettronica	cad	1	13109,89	13109,89	

013004g	Tubo in acciaio senza saldatura, a norma UNI EN 10255, zincato a caldo, filettabile: serie media: Ø interno 2", spess. 3,6 mm	m	15	18,27	274,05	
C.01.03.0085.d	Stabilizzatore di pressione per gas a doppio diaframma: Ø 2"	cad	3	221,26	663,78	
C.01.03.0090.d	Filtro per gas: Ø 2"	cad	3	60,96	182,88	
C.01.03.0095.d	Giunto antivibrante in acciaio inox per gas: Ø 2"	cad	3	77,34	232,02	
C.01.03.0210.b	Elettrovalvola per gas a riarmo manuale normalmente chiusa 230 V 50 Hz da abbinare a rilevatore di fughe gas (escluso): Ø 2"	cad	3	351,87	1055,61	
C.01.03.0212.a	Manometro per gas di tipo con elemento sensibile di precisione a membrana. Attacco radiale. Classe di precisione: UNI 1,6. Diametro 60 mm - attacco Ø 1/4"	cad	3	44,93	134,79	
013619e	Valvola a sfera in ghisa sferoidale, omologata gas flangiata, PN 16: Ø 50 mm	cad	3	120	360	
	Maggiorazione sui materiali per difficoltà esecuzione lavori	%	0,25	98911,53	24727,8825	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	120	39,8981	4787,77	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	120	33,40865	4009,04	
TOTALE					132 436,22 €	
Componenti						123 639,41 €
Manodopera						8 796,81 €

E2 - Installazione Valvole termostatiche						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
C.01.03.0130.a	Valvolame corpi scaldanti: Ø ½" valvola con prerogazione di tipo termostattabile. Costruzione in bronzo. Finitura cromata	cad	201	14,37	2888,37	
C.01.03.0130.b	Valvolame corpi scaldanti: Ø ½" detentore. Costruzione in bronzo. Finitura cromata	cad	201	12,22	2456,22	
C.01.03.0235	Comando termostatico per valvole radiatori termostattabili con sensore incorporato e elemento sensibile a liquido o gas. Completo di adattatore	cad	201	24	4824	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	80	39,8981	3191,85	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	80	33,40865	2672,69	
TOTALE					13 360,44 €	

E4 - Revamping telecontrollo						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
43089	Sonda a contatto per tubazioni in contenitore con grado di protezione IP 42, per montaggio a parete, campo di misura -30 + 130 °C	cad	3	25,9	77,7	
043091	Sonda di temperatura ad immersione con elemento sensibile al platino, con guaina in acciaio inox AISI 304, lunghezza 110 mm circa, attacco 1/2" in ottone nichelato, grado di protezione IP 44, campo di misura fino a 150 °C	cad	3	128,1	384,3	
043095	Sonda di misura temperatura fumi con sensore alloggiato all'interno di una guaina di protezione in acciaio inox e collegato direttamente ad un cavetto da 1,5 m bipolare in uscita dalla stessa, campo di misura 0 + 500 °C	cad	2	110,6	221,2	
MM.17.080.0010.a	Unità centrale di supervisione, completa di quadro elettro-strumentale, compresi software, messa in servizio, collaudo, documentazione e istruzione in campo del personale di manutenzione inclusi software e quadro elettro-strumentale, nonché (per tutto il sistema) start up, manuali d'uso e manutenzione, addestramento del personale, ecc. Il prezzo unitario è riferito al singolo punto di regolazione, intendendo il punto di regolazione relativo al sistema costituito da: un ingresso analogico e uno digitale, un'uscita analogica e una digitale; n° punti: - fino a 500 punti di regolazione	punto reg.	333	147,57	49140,81	
033288b	Alimentatore di switching, tensione nominale di alimentazione 100 ÷ 240 V c.a., tensione nominale di uscita 12 V c.c. o 24 V c.c., potenziometro frontale per la regolazione della tensione in uscita, protezione da cortocircuito e sovraccarico, filtro di tensione in ingresso, conforme alle norme IEC/EN 60950-1, 61000-6-2 e -3, in contenitore modulare isolante per barra DIN35 con grado di protezione IP 20, potenza nominale di uscita: 24 W	cad	1	89,63	89,63	
C.04.03.0210.c	Interruttore automatico magnetotermico, serie modulare, tensione nominale 230/400 V, a norma CEI EN 60898 - curva C. Potere d'interruzione 6 kA unipolare + neutro (1P+N) - In 6 ÷ 32 A	cad	1	46,86	46,86	
C.04.03.0225.a	Blocchi differenziali componibili per interruttori magnetotermici della serie modulare, tensione nominale 230/400 V, a norma CEI EN 61009, tipo A in fino a 63 A bipolare con I _{dn} = 30 mA	cad	1	145,74	145,74	
C.04.03.0016.a	Cavo flessibile di rame unipolare e multipolare a norma CEI 20-13, isolato con gomma HEPR di qualità G16, guaina in termoplastica di qualità R16, conforme al Regolamento Europeo (CPR) UE 305/11, sigla di designazione FG16(O)R16 0,6/1 kV Bipolare 2 x 1,5 mm ²	m	1705	0,95	1619,75	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	80	39,8981	3191,85	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	80	33,40865	2672,69	
TOTALE					57 590,53 €	

E6 - Relamping interno						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
SAR23_PF.0012.0018	Scofanatura a spalla d'uomo o insacchettatura di materiali di qualsiasi natura e consistenza, provenienti da lavori di movimenti terra, su percorsi non scarriolabili e trasporto fino al luogo di deposito provvisorio, adibito all'uso entro l'ambito del cantiere, in attesa del trasporto a rifiuto; compresi gli oneri di superamento dislivelli. Per ogni 50 metri, valutato a peso	kg	15000	0,16705	2505,75	
SAR23_PF.0001.0002	TRASPORTO a discarica e/o da cava dei materiali con percorrenza entro i limiti di 20 km compreso il ritorno a vuoto	m ³	30	9,41228	282,37	
SAR23_PR.0001.0005	CONFERIMENTO A DISCARICA AUTORIZZATA DI MATERIALE COD. CER. 17 02 02 - Vetro da demolizione	t	15	106,26	1593,9	
SAR23_PR.0049.0022	Fornitura di corpo illuminante LED con driver dimmerabile, da incasso/controsoffitto, con corpo in lamiera di acciaio zincato, preverniciato con resina poliesteri, coperture con lastre di acciaio, ottica ad alveoli a doppia parabolicità, in alluminio speculare 99,99 antiriflesso ed antiridescendente a bassa luminanza con trattamento di PVD, con pellicola di protezione della plafoniera e del lamellare. Fattore di abbagliamento UGR < 16: valore contemplato secondo la norma (coefficiente di riflessione: soffitto 0,7 - pareti 0,5). Prodotti in conformità alle norme EN60598 - CEI 34 - 21. Grado di protezione secondo le norme EN60529. Certificazione di conformità Europea: ENEC. Grado di Protezione: IP20 IK07. Classe d'isolamento I. Tecnologia LED di ultima generazione: Flusso luminoso apparecchio: 3.069 lm, potenza apparecchio 28 W, temperatura di colore 4000K, resa cromatica >=80, Ta-10+40°C. Vita utile 80.000h L70B20. Fattore di potenza >=95. Classificazione rischio fotobiologico: (RG0) Gruppo esente, secondo le EN62471.LOF (Low Optical Flicker) LED bianchi (4000 K), resa del colore CRI 90. Dimensioni 596 mm (La) x 596 mm (Lu) x 60 mm (H). Forniti senza staffe.	cad.	3000	216,315	648945	

SAR23_PF.0014.0001	Trabattello mobile prefabbricato in tubolare di lega per esecuzione opere interne, completo di piani di lavoro, botole e scale di accesso ai piani, protezioni e quanto altro previsto dalle norme vigenti, compresi gli oneri di noleggio, montaggio, smontaggio e ritiro a fine lavori, per anno o frazione di anno a) per altezze fino a 3,6 m	cad.	2	67,91095	135,82	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO SPECIALIZZATO (Media Regionale)	ora	1000	39,8981	39898,1	
SAR23_RU.0001.0001	OPERAIO COMUNE (Media Regionale)	ora	1000	33,40865	33408,65	
TOTALE					726 769,59 €	

E7 - Installazione fotovoltaico						
Codice voce	Descrizione voce	Unità di misura	Quantità	PU listino	Prezzo totale	Note
SAR23_PF.0017.0001	Fornitura ed installazione di Impianto fotovoltaico da 50kW in su - Modulo fotovoltaico a struttura rigida in silicio monocristallino/policristallino di forma quadrata o rettangolare, efficienza > 13%, tensione massima di sistema 1000 V, garanzia di prestazione 90% in 10 anni e dell'80% in 25 anni, compreso di sostegno e struttura per qualsiasi tipo di tetto in materiale anticorrosivo inossidabile. Compresi idonei cablaggi, condutture, connettori e scatole IP 65, diodi di bypass, involucro in classe II con struttura sandwich e telaio anodizzato. Modulo certificato da organismo indipendente che ne attesti la conformità alle norme IEC 61215 e IEC 61646. Compreso inverter bidirezionale, di taglia e caratteristiche adatte alle dimensioni dell'impianto, connessione in rete DC/AC realizzata con trasformatore toroidale in uscita, filtri e controllore di isolamento; dotato di dispositivo di distacco automatico dalla rete, conforme alla Direttiva ENEL DK 5940, display a cristalli liquidi, interfaccia seriale, contenitore con grado di protezione IP 65, conforme alla norma CEI 11-20; - Quadro di parallelo inverter comprensivo di interruttore di manovra sezionatore tipo rotativo con blocco porta, tensione nominale 1000 V, protezione magnetotermica, sezionatore di campo, analizzatore di rete, dispositivo di interfaccia, misuratore di energia elettrica, gruppo scaricatori di sovratensione; - oneri relativi a tutte le pratiche documentali e fiscali necessarie (permessi comunali, richieste incentivi - Conto Energia ecc.), domanda di connessione presso gestore energia elettrica; - comprese tutte le dichiarazioni attestanti: - conformità ai sensi del decreto 37/08, art. 1, lettera "a" - verifiche effettuate sull'impianto eseguito e il relativo esito; - certificati di conformità dei moduli fotovoltaici alle norme CEI EN 61215 oppure CEI EN 61646; - manuale di uso e manutenzione; - numeri di matricola dei moduli fotovoltaici e degli inverter; - fotografie nel n. richiesto per l'ottenimento delle tariffe incentivanti; - garanzie relative alle apparecchiature installate; - eventuali garanzie sulle prestazioni di funzionamento; - disegni As-Built allegati alle certificazioni e conformi alle richieste AEEG per l'ottenimento delle tariffe incentivanti. Comprese le assistenze murarie necessarie. Completati di tutta la componentistica elettrica ed elettronica necessaria all'installazione e al suo corretto funzionamento. Compreso ogni altro onere e magistero per dare l'impianto in opera installato a perfetta regola d'arte in rispetto di tutte le norme di settore e perfettamente funzionante.	kW	50	2367,44118	118372,06	
SAR23_AT.0005.0003	AUTOGRU TELESCOPICA AUTOCARRATA compresi il conducente/operatore, consumi di carburante e lubrificanti, ricambi, manutenzione, assicurazione e bollo con braccio fino a 25 m e portata 30 t	ora	80	130,31555	10425,24	
TOTALE					128 797,30 €	

TOTALE INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO 332 184,49 €