

# POLITECNICO DI TORINO

**Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare**

Tesi di Laurea Magistrale



*Analisi energetica ed economica di intervento di efficientamento energetico su di un impianto di climatizzazione: come le caratteristiche dell'impianto esistente vincolino la progettazione del nuovo impianto*

**Relatore**

Prof. Marco Simonetti

**Candidato**

Matteo Siviero

**Correlatore**

Ing. Fiorentino Petrozziello

A.A 2019/2020



## Sommario

INTRODUZIONE.....	8
QUADRO NORMATIVO ITALIANO .....	9
1.1 Preambolo.....	9
1.2 La normativa UNI CEN EN ISO 5000.....	10
1.3 Il quadro normativo internazionale del settore europeo .....	11
1.4 Contesto italiano del SGE nel panorama internazionale .....	12
1.5 Ciclo “Plan-Do-Check-Act” .....	18
ANALISI ENERGETICA DELL’IMPIANTO ESISTENTE.....	21
2.1 Generalità.....	21
- Oggetto dell'analisi.....	21
- Premessa e scopo.....	21
2.2 Normativa di riferimento .....	24
2.3 Sintesi metodologica e procedura adottata .....	26
2.4 Unità di misura, fattori di conversione e aggiustamento .....	26
2.5 Ambito dell’analisi .....	27
- Periodo di riferimento dell'analisi .....	27
- Documentazione acquisita.....	27
- Modalità di raccolta dei dati di consumo .....	28
2.6 Caratteristiche del complesso .....	28
2.7 Impianto termico a servizio dei residence .....	32
- Inquadramento fotografico centrale termica e pannelli solari termici .....	33
2.8 Climatizzazione estiva residence Riviera.....	34
- Climatizzazione estiva residence Liguria.....	34
- Casa padronale .....	35
- Casette piazzole stanziali .....	36
2.9 Impianti termici per la produzione di ACS sparsi nel complesso .....	37
2.10 Impianto di depurazione .....	37
- Annotazioni su bar/ristorante e depuratore del camping.....	38
2.11 Analisi dei consumi elettrici .....	38
2.12 Analisi dei consumi di gasolio.....	40
INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO .....	41
3.1 Interventi di efficientamento energetico.....	41

-	Interventi sul vettore energetico elettrico.....	41
-	Interventi sul vettore energetico termico.....	41
-	Interventi generali legati a manutenzione ordinaria.....	41
-	Interventi di manutenzione straordinaria programmata.....	41
-	Interventi finalizzati a migliorare la politica energetica dell'azienda.....	41
3.2	Relamping illuminazione aree esterne.....	42
3.3	Situazione del sistema di illuminazione esistente.....	42
3.4	Proposta di sostituzione apparecchi luminosi con corrispondenti a tecnologia LED	44
3.5	Piano di rientro economico.....	47
3.6	Installazione sistema integrato fotovoltaico sul residence Riviera.....	48
3.7	Benefici conseguibili dall'installazione dell'impianto FV integrato su residence Riviera.....	52
3.8	Piano di rientro economico.....	52
	INTERVENTI SUL VETTORE ENERGIA TERMICA.....	57
4.1	Fabbisogni.....	57
-	Riassunto dispersioni delle zone.....	57
4.2	Analisi dei consumi di gasolio.....	58
4.3	Soluzione pompa di calore.....	59
4.4	Soluzione caldaia a pellet.....	63
	ANALISI DEI RISULTATI.....	64
5.1	Solare termico.....	64
5.2	Pompa di calore.....	66
5.3	Caldaia a pellet.....	72
4.5	Scelta della soluzione impiantistica ottimale.....	76
	CONCLUSIONI.....	79
	BIBLIOGRAFIA.....	85

## ELENCO FIGURE

Figura 1 – “Settore organizzazione intervistate, Rapport ISO 50001, Fire.....	13
Figura 2, “Motivi dell’implementazione e certificazione del GSE” .....	13
Figura 3, “Benefici attesi dall’applicazione della ISO 50001 .....	14
Figura 4, "Benefici economici" .....	14
Figura 5, "Benefici non economici" .....	15
Figura 6-"Risparmi ottenuti dai diversi tipi di organizzazioni" .....	15
Figura 7 - "Valore degli investimenti effettuati" .....	16
Figura 8 - "Investimenti programmati" .....	17
Figura 9 - "Tempo di rientro investimenti" .....	17
Figura 10 - "Schema ciclico PDCA" .....	18
Figura 11 - "Miglioramento continuo associato al PDCA".....	20
Figura 12 - Schema metodologia UNI 16247 .....	23
Figura 13- Immagine area Parco Vacanze Monti e Mare .....	29
Figura 14- Residence Liguria .....	30
Figura 15- Residence Riviera .....	30
Figura 16 - Caldaie, bruciatori e accumuli per ACS (a sinistra “Motel B”, a destra “Motel A”) .....	33
Figura 17 - Impianti a collettori solari a circolazione forzata per l’integrazione di ACS.....	33
Figura 18 - Gruppo frigo residence Riviera e dettaglio coibentante tubi.....	34
Figura 19 - Gruppi frigo residence Liguria .....	35
Figura 20 – Visuale esterna e della centrale termica.....	35
Figura 21 - Gruppi frigo residence Liguria .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Figura 22 - Visuale esterna e della centrale termica .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Figura 23 - Analisi annua consumi elettrici .....	39
Figura 24 - Sistemi di illuminazione attuali .....	42
Figura 25 -Rappresentazioni grafiche ripartizioni consumi per tipologia di apparecchio .....	43
Figura 26 – Confronto consumi elettrici illuminazione prima e dopo relamping.....	46
Figura 27 – Piano di rientro economico .....	47
Figura 28 - Andamento consumi producibilità .....	50
Figura 29 - Flusso di cassa .....	53
Figura 30 - Produzione rilevata da impianto fotovoltaico.....	53
Figura 31 - Energia prodotta vs energia prevista .....	54
Figura 32 - Andamento assorbimento medio giornaliero.....	55
Figura 33 – Consumi di energia termica .....	59
Figura 34 - Andamento flusso di cassa .....	62
Figura 35 - Schema di impianto .....	65
Figura 36 - Schema funzionamento pompa di calore.....	66
Figura 37 - Scheda tecnica pompa di calore Viessmann.....	67
Figura 38 - Limiti di impiego pompa di calore Viessmann 111.A14 .....	68
Figura 39 - Schema impiantistico pompa di calore con fotovoltaico.....	68
Figura 40 - Influenza risparmi energetici sul prelievo di elettricità.....	82

## Elenco Tabelle

Tabella 1 - Direttive Europee .....	24
Tabella 2 - Normativa Italiana .....	24
Tabella 3 - Riferimenti normativi e legislativi .....	26
Tabella 4 - Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici.....	26
Tabella 5 - Modalità di raccolta dati .....	28
Tabella 6 - Riepilogo della capacità massima di accoglienza del complesso e strutture presenti .....	28
Tabella 7- Superfici e alloggi residence LIGURIA .....	31
Tabella 8 - Superfici alloggi residence Riviera.....	31
Tabella 9- Caratteristiche Tecniche da libretto di centrale Residence .....	32
Tabella 10- Caratteristiche tecniche gruppo frigo a servizio del residence Riviera.....	34
Tabella 11 - Dati tecnici della pompa di calore reversibile in modalità raffrescamento a servizio del residence Liguria .....	34
Tabella 12 - Caratteristiche tecniche da libretto centrale casa padronale .....	35
Tabella 13 - Dati tecnici da libretto caldaie Pana e Peraldo.....	37
Tabella 14 - Dati tecnici da libretto centrale .....	37
Tabella 15 - Dati tecnici impianto di depurazione .....	37
Tabella 16 - Consumi annui energia elettrica.....	38
Tabella 17 -Consumi annui di gasolio.....	40
Tabella 18 – Spesa annua per l’approvvigionamento di gasolio.....	40
Tabella 19 - Consumi di energia termica .....	40
Tabella 20 -Apparecchi illuminanti per tipologia di installazione .....	43
Tabella 21 - Apparecchi illuminanti per tipologia di installazione.....	43
Tabella 22 - Prodotti LED proposti.....	44
Tabella 23 - Profili di funzionamento illuminazione .....	45
Tabella 24 - Potenziali benefici derivanti dal relamping .....	46
Tabella 25 – Piano di rientro economico .....	47
Tabella 26 - Piano di rientro economico attualizzato.....	48
Tabella 27 - Caratteristiche modulo fotovoltaico.....	49
Tabella 28 - Impianto integrato FV su residence Riviera .....	49
Tabella 29 - Producibilità annua stimata.....	49
Tabella 30 - Percentuale quota autoconsumabile.....	50
Tabella 31 - Quota energia autoconsumata .....	51
Tabella 32 - Analisi economica.....	52
Tabella 33 – Piano di rientro economico .....	52
Tabella 34 – Fabbisogno di potenza residence Liguria.....	57
Tabella 35 - Fabbisogno di potenza residence Riviera .....	57
Tabella 36 - Consumi annui di gasolio.....	58
Tabella 37 – Spesa annua per l’approvvigionamento di gasolio.....	58
Tabella 38 - Interventi di riqualificazione centrale termica .....	60
Tabella 39 – Piano di rientro economico .....	62
Tabella 40 - Dati analisi sistema .....	65
Tabella 41 - Dati riscaldamento e ACS con pompa di calore e fotovoltaico .....	69

Tabella 43 - Confronto caldaia a gasolio - pompa di calore .....	70
Tabella 44 - Confronto caldaia a gasolio - caldaia a pellet .....	74
Tabella 45 - Scheda tecnica Vitoligno 300-C .....	75
Tabella 46 - Dati bollettazione 2019 .....	79
Tabella 47 - Dati bollettazione 2020 .....	79
Tabella 48 - Dati produzione fotovoltaico Residence Riviera .....	80
Tabella 49 - Dati risparmi derivanti da intervento di relamping.....	80
Tabella 50 - Confronto bollettazione .....	80
Tabella 51 - Risparmi derivanti dall'IMPIANTO FOTOVOLTAICO sul Residence Riviera	81
Tabella 52 - Risparmi derivanti dal RELAMPING dell'illuminazione esterna.....	81

## INTRODUZIONE

Nel corso dell'ultimo decennio, gli obiettivi europei stabiliti in ambito energetico-ambientale hanno dato il via allo sviluppo di un vero e proprio mercato dell'efficienza energetica degli edifici, con particolare interesse allo studio di nuovi sistemi impiantistici per un miglior sfruttamento delle risorse energetiche. Attraverso l'utilizzo di migliori tecniche e tecnologie ed un uso razionale delle risorse energetiche disponibili, l'efficientamento energetico degli edifici permette di eliminare gli sprechi, di ottenere benefici ambientali e, infine, di risparmiare energia abbattendo i costi di ogni sistema produttivo energetico.

In quest'ottica si inserisce lo studio relativo all'efficientamento energetico di un impianto esistente per la climatizzazione invernale ed estiva di una struttura ricettiva in Liguria. La fase preliminare di progettazione ha previsto l'utilizzo di tecnologie che sfruttassero unicamente fonti rinnovabili, quali ad esempio l'installazione di pompe di calore accoppiate ad un impianto fotovoltaico per il riscaldamento ed il raffrescamento ed il solare termico per la produzione di acqua calda ad uso sanitario. Durante l'analisi energetica ed economica, tuttavia, sono emersi nuovi vincoli progettuali che hanno evidenziato la non competitività della soluzione inizialmente prospettata. Infine, è stato necessario formulare una nuova soluzione impiantistica che rendesse vantaggioso il rapporto costi-benefici dello smantellamento dell'impianto esistente e la realizzazione di quello nuovo.

# QUADRO NORMATIVO ITALIANO

## *1.1 Preambolo*

Il quadro normativo italiano, nello specifico la norma UNI CEI EN ISO 50001 che riguarda i “Sistemi di gestione dell’energia – Requisiti e linee guida per l’uso”, si inserisce nel contesto normativo internazionale ISO 50001. L’attuale edizione è entrata in vigore nel 2011 ed ha come obiettivo la promozione di interventi di efficientamento energetico per i sistemi produttivi, agendo non solo sul consumo dell’energia stessa ma anche sulle sue modalità di utilizzo.

Il contesto storico-sociale odierno, caratterizzato da una crescente consapevolezza dei rischi legati al cambiamento climatico, ci impone un uso più razionale dell’energia a nostra disposizione.

La crescita economica è inevitabilmente il principale “driver” dell’aumento dei consumi di energia, che non potrà più essere soddisfatta con i vettori energetici tradizionali poiché la Terra è un pianeta con risorse energetiche limitate. Per questa ragione, le tematiche riguardanti l’energia pulita e l’efficienza energetica sono entrate prepotentemente nel panorama mondiale della gestione dell’energia.

È quindi necessario che gli interessi economici e quelli ambientali si incontrino, in modo tale che l’efficienza energetica ed il corretto uso dell’energia diventino interventi più competitivi e accessibili a tutti.

In questo scenario si inseriscono gli incentivi statali, che hanno lo scopo di spostare l’interesse delle persone e delle aziende su nuove tecnologie con minore impatto ambientale e sempre più efficienti.

Non sempre però è possibile installare la migliore tecnologia disponibile: infatti, lo studio di progettazione consiste nel cercare la miglior soluzione impiantistica da installare tenendo conto di tutti i vincoli imposti dai fattori esterni. Risulta quindi necessario trovare un compromesso tra la miglior tecnologia disponibile e la disponibilità economica del committente per definire la soluzione impiantistica più adatta.

## *1.2 La normativa UNI CEN EN ISO 5000*

“Lo scopo della presente norma internazionale è permettere alle organizzazioni di stabilire i sistemi e i processi necessari per migliorare le prestazioni energetiche, in esse ricompresa l’efficienza, l’utilizzo e il consumo di energia.”

L’intento principale che si intende perseguire con l’implementazione della norma è quello di ridurre l’impatto ambientale derivante da attività antropiche, in particolare, la riduzione delle emissioni dei gas climalteranti attraverso una più accurata gestione dell’energia.

L’applicabilità della normativa è internazionale: riguarda infatti l’organizzazione di ogni grandezza indipendentemente dalle aree geografiche, sociale e culturali.

La normativa UNI CEI EN ISO 5000 definisce quindi i requisiti che un Sistema di Gestione dell’Energia (SGE) deve seguire per sviluppare una politica energetica per quanto riguarda gli obiettivi, le strategie e i traguardi da raggiungere.

La normativa è basata sullo schema procedurale PDCA: Plan – Do – Check – Act. L’attuazione di questa procedura permette un miglioramento continuo del sistema.

L’introduzione della normativa punta quindi ad un uso più efficiente delle fonti energetiche disponibili: la produzione di energia deve avvenire sfruttando in maniera più razionale le materie prime minimizzando gli sprechi legati al loro utilizzo. Di conseguenza, le emissioni dei gas serra dovute all’impatto ambientale delle attività antropiche potranno essere ridotte per qualsiasi fonte primaria impiegata nei processi produttivi di energia.

Il Sistema per la Gestione dell’Energia ricopre un ruolo fondamentale in questo contesto: infatti gli interventi di efficientamento energetico hanno una capacità attrattiva maggiore per le aziende in cui i costi di approvvigionamento dell’energia sono ingenti. Le altre realtà, come le piccole e medie imprese, solitamente non sono disposti ad investire i propri capitali in opere di efficientamento energetico senza che si prospetti la possibilità di un ritorno economico. In quest’ottica gli incentivi statali, che il Sistema di Gestione fornisce, giocano un ruolo chiave: infatti i sussidi economici sono in grado di rendere vantaggiosi la maggior parte degli interventi di efficientamento energetico per tutte le aziende a prescindere dalla categoria di impresa.

### *1.3 Il quadro normativo internazionale del settore europeo*

La norma internazionale CEI UNI EN ISO 50001 contiene le direttive per la creazione, lo sviluppo, il mantenimento ed il miglioramento di un Sistema di Gestione dell'Energia.

Questo Sistema serve a perseguire un continuo e costante miglioramento del consumo e dell'utilizzo dell'energia. Ciò attraverso interventi migliorativi degli impianti esistenti con l'integrazione di produzione di energia da fonti rinnovabili.

Si propone quindi un modello di riferimento che permetta di stabilire responsabili e autorità, procedimenti, risorse, modalità e tutte le altre condizioni che permettano di applicare la normativa e migliorare così le prestazioni di un qualsiasi sistema energetico.

Da un punto di vista pratico la norma serve per portare una riduzione dell'emissione dei gas serra e una riduzione di tutti gli altri impatti ambientali. L' SGE deve quindi funzionare in tutte le sue parti e organizzazioni per ottenere un risultato visibile.

In particolare, si deve andare ad agire su quella che è la scelta delle materie prime per generazione dell'energia promuovendo, quindi, un costante abbandono dei combustibili fossili in favore di risorse rinnovabili. Tale transizione può rendere il Paese molto più competitivo sulla scena economica internazionale. Un migliore e più efficiente uso dell'energia porta una conseguente riduzione, in certi casi anche rilevante, dei costi di produzione e lavorazione. Ottengo quindi un'economia più forte e allo stesso tempo riduco le emissioni di inquinanti.

Ovviamente questo sistema di gestione deve possedere la capacità di adattarsi ai cambiamenti. È necessario quindi che gli investimenti siano continui e che si ragioni in un'ottica di medio-lungo termine. Solo così si ottiene un sistema resiliente ed efficace.

“La correlazione tra tempi di ritorno e taglia energetica dei siti è spiccata e asintotica su entrambi gli assi: ciò significa che dotarsi di un SGE immette l'organizzazione in un percorso di miglioramento continuo delle proprie prestazioni energetiche, contestuale a un beneficio nei flussi di cassa in esercizio. Il rapporto con i costi di implementazione del SGE rende questi ultimi irrilevanti per dimensioni crescenti ma diviene critico per taglie minori.”

L'efficacia delle misure cresce al crescere della fetta delle attività coinvolte. In un sistema economico come quello italiano composto per la maggior parte da piccole imprese diventa fondamentale un sostegno iniziale da parte del SGE.

#### *1.4 Contesto italiano del SGE nel panorama internazionale*

Nella classifica europea riguardante l'attuazione della norma ISO 50001, l'Italia si posiziona a metà classifica per quanto riguarda il numero di siti certificati, mentre per quanto riguarda la percentuale di aziende certificate rispetto al totale delle aziende presenti sul territorio l'Italia occupa gli ultimi posti.

Questa scarsa penetrazione della normativa energetica nel settore industriale risulta essere penalizzante nel contesto italiano, dal momento che una scarsa efficienza energetica si traduce economicamente in una mancanza di competitività nel mercato internazionale.

Uno dei fattori legati a questa scarsa penetrazione nel settore industriale è legato alla struttura del tessuto economico italiano che si compone per la maggior parte di piccole e medie imprese (PMI). “Le PMI trovano tuttavia difficoltà ad implementare un SGE e sarebbe auspicabile un percorso semplificato o per stadi successivi per questo segmento di mercato come si sta studiando, sperimentando e proponendo in altri paesi europei. Nel campione analizzato hanno rappresentato il 9% del complessivo mentre a livello Rapporto ISO 50001 FIRE-CEI-CTI 4 di 65 italiano rappresentano poco meno del 5% del settore industriale (escludendo le microimprese sotto i 10 addetti, che arrivano a coprire circa il 95% in termini numerici).

In futuro si spera che il Sistema di Gestione dell'Energia possa avere una costante crescita ed estensione: dalla sua diffusione e promozione tramite la normativa energetica e parallelamente dalla pubblicazione dei benefici della sua applicazione dipende la sempre maggiore espansione all'interno del sistema paese.

Nei primi anni di applicazione della normativa sono stati riscontrati alcuni miglioramenti, come ad esempio il perfezionamento dell'attività di monitoraggio e dei risultati ottenuti, un efficace dialogo tra tutti i partner coinvolti, una riduzione burocratica e uno snellimento delle pratiche.

La situazione italiana nel 2016 comprendeva un totale di 350 organizzazioni certificate ISO 50001, con 750 siti certificati. Dal 2015 al 2016 si è passati da 115 ai 180 energy manager: un aumento del 56%. Questa crescita è stata spinta in parte dal D.Lgs 102/2014 che obbliga le imprese energivore ad avere un proprio Sistema di Gestione dell'Energia, svincolandole dalla diagnosi energetica obbligatoria ogni 4 anni.

Il settore secondario è quello maggiormente interessato dai SGE: il 75% dei sistemi, infatti, ricade in questo settore. Segue il settore terziario con una percentuale del 22% e la Pubblica Amministrazione con il restante 3%. Nel settore industriale solo il 9% del totale dei sistemi è

stato realizzato da PMI non energivore, che però rappresentano la grande maggioranza del sistema industriale italiano.

Questa indagine è stata condotta su un campione di circa 54 organizzazioni, che rappresentano un 15% del totale. Sono stati intervistati EGE o esperti del settore per un totale di 110 GSE implementati e il loro feedback è stato importante per le miglorie future.



Figura 1 – “Settore organizzazione intervistate, Rapporto ISO 50001, Fire.

I motivi che hanno spinto all’adozione di un SGE sono molteplici, nella figura sotto sono riportati in principali, divisi per categoria.

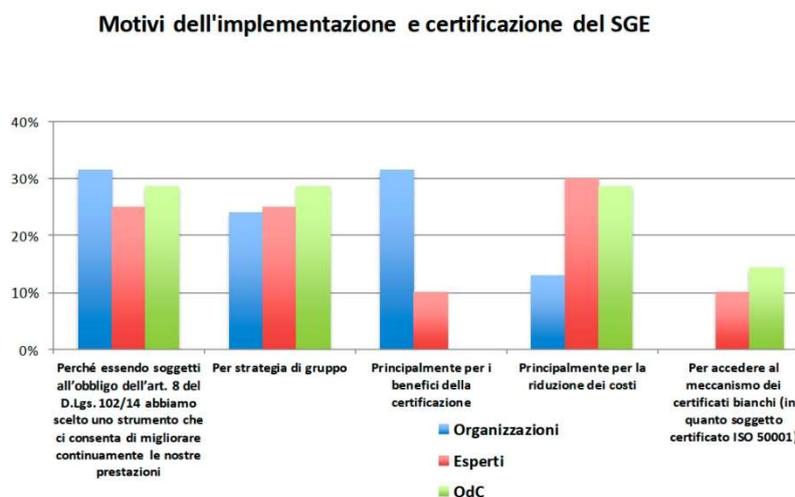


Figura 2, “Motivi dell’implementazione e certificazione del GSE”

Salta subito all’occhio che il D.Lgs. 102/4 ha avuto un notevole impatto sul settore, ed è stato confermato da tutti e 3 gli attori intervistati.

Risulta importante anche la strategia di gruppo: si ritiene infatti che un’azienda basata su un sistema energetico efficiente possa da una parte essere più competitiva sul piano economica e dall’altra riuscire a fronteggiare un futuro aumento del prezzo dell’energia.

I benefici derivanti dalla certificazione energetica rappresentano il valore aggiunto alla credibilità dell'azienda. L'impegno sul fronte dell'efficienza e di conseguenza su quello ambientale porta ad avere un profitto sul piano dell'immagine, che porta l'avvicinamento di nuovi clienti.

Anche l'aspetto economico è risultato determinante: le evidenze di un effettivo risparmio convincono sempre più aziende ad investire nell'applicazione della normativa. Infatti, le aziende che riescono a risparmiare sulla componente energia riescono ad essere più competitive sul mercato ed avere maggiori risorse economiche da investire nello sviluppo della propria attività aumentando sostanzialmente la solidità aziendale.

I benefici attesi dall'applicazione della normativa sono diversi e spaziano in vari campi, da quello economico a quello ambientale, sociale e prettamente energetico.

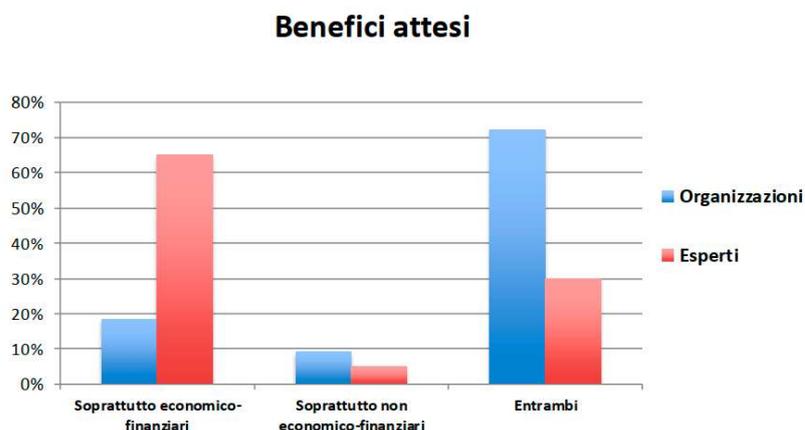


Figura 3, "Benefici attesi dall'applicazione della ISO 50001"

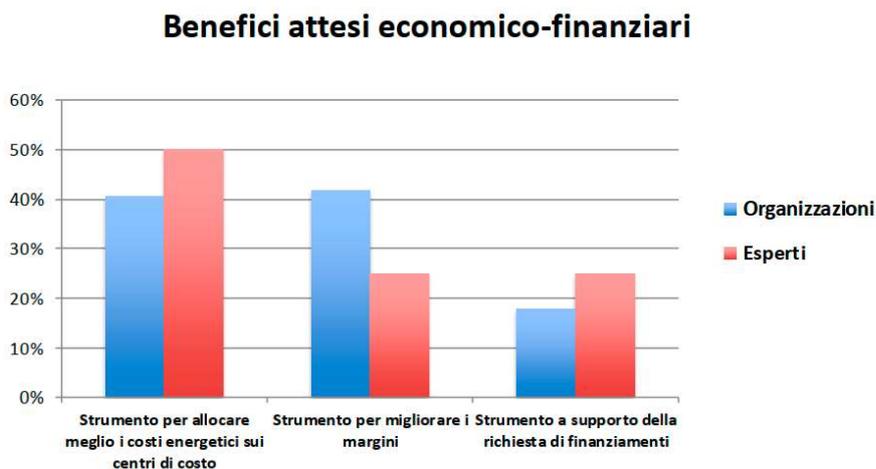


Figura 4, "Benefici economici"

Come si nota dai dati raccolti dalle aziende, il risparmio economico derivante dall'efficientamento energetico viene poi direzionato nello sviluppo e nell'investimento su nuove tecniche e tecnologie, spesso coprendo anche la richiesta di finanziamenti per accelerare il processo di miglioramento.

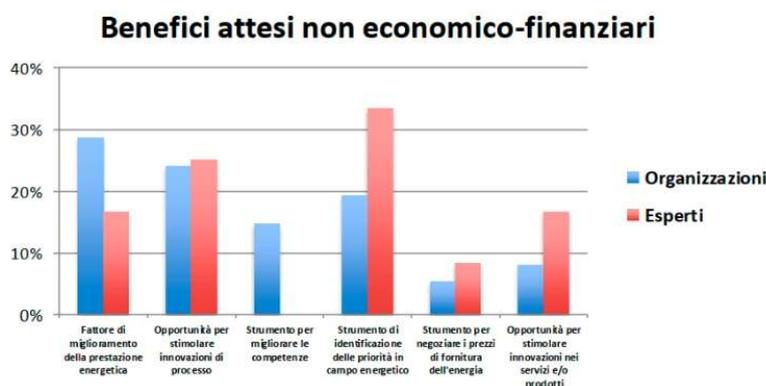


Figura 5, "Benefici non economici"

Tra gli aspetti energetici migliorativi possiamo elencare l'interesse nel migliorare la prestazione energetica dell'impresa, lo sviluppo di nuovi processi produttivi ed l'acquisizione di maggiori competenze in ambito energetico, che si riveleranno strategiche nel campo della gestione dell'energia.

Successivamente, sono stati raccolti dati sui benefici economici a due anni di distanza dall'applicazione della normativa energetica, con lo scopo di valutare la correttezza delle previsioni ipotizzate dagli esperti. In un primo momento, è stato ritenuto che il risparmio energetico medio potesse arrivare fino a circa il 5%. Tuttavia, dai dati raccolti si evince che il risparmio energetico confermato si attesta tra il 5% e il 10%.

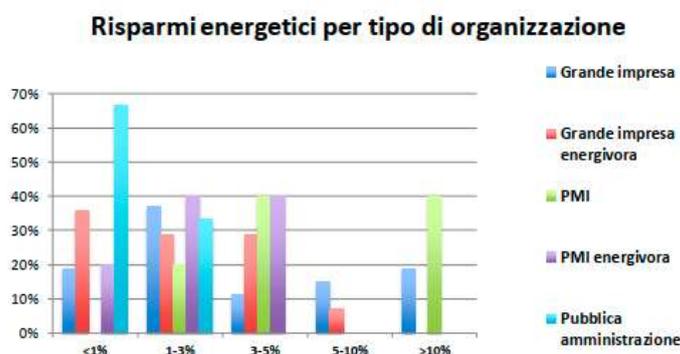


Figura 6-"Risparmi ottenuti dai diversi tipi di organizzazioni"

Dal grafico della Figura 6 emergono due aspetti fondamentali: il primo riguarda le grandi imprese energivore, mentre il secondo le PMI. Per quanto riguarda le grandi aziende, si nota che il risparmio energetico si attesta tra il 3-5%, probabilmente perché ancor prima che entrasse in vigore la normativa si praticava una efficace gestione dell'energia per ridurre i costi legati all'acquisto dell'energia. Per quanto riguarda le PMI, invece, il dato è confortante sia perché sono stati raggiunti risparmi superiori al 10% e sia perché la maggior parte del settore industriale italiano è composto da PMI.

Tramite una successiva analisi economica, si è cercato di tracciare il quadro degli investimenti svolti per migliorare l'efficienza energetica. Dallo studio si evince che solo una piccola parte delle imprese ha optato per investimenti ridotti. Tuttavia, il valore dell'investimento va rapportato alla dimensione e al fatturato dell'azienda stessa.

### Valore degli investimenti in EE effettuati

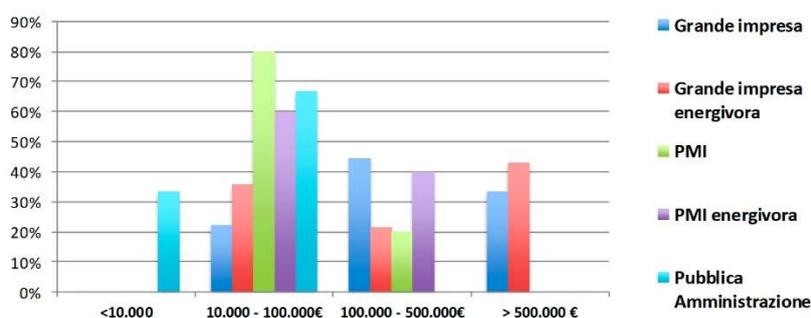


Figura 7 - "Valore degli investimenti effettuati"

Come evidenziato nel grafico della Figura 6, le PMI hanno ottenuto il risparmio energetico maggiore in termini percentuali e che hanno investito maggiormente: si trovano nella fascia 10.000 – 500.00 €, che risultano cifre importanti se considerate in proporzione ai ricavi di una PMI rispetto a quelli di una grande azienda.

La stessa tendenza crescente è prevista nei prossimi anni secondo le statistiche: infatti le PMI sono quelle più numerose e quelle che negli anni hanno prestato poca attenzione all'efficienza energetica. Ci si aspetta che dovranno efficientare il più possibile per abbassare i costi dell'energia e acquistare competitività sul mercato.

### Valore degli investimenti in EE programmati

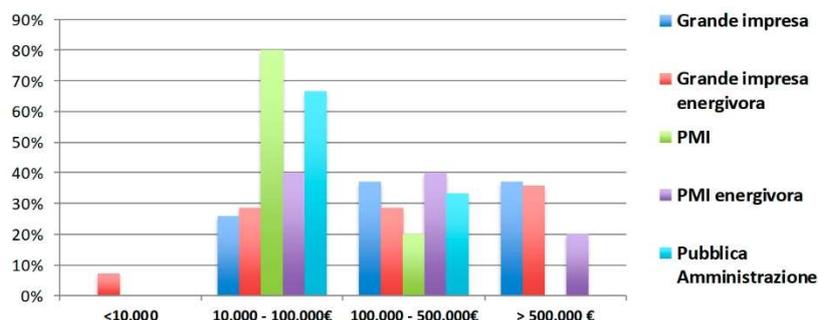


Figura 8 - "Investimenti programmati"

La parametro fondamentale per la valutazione degli investimenti è il Pay-Back Time (PBT). L'investimento nell'efficiamento energetico porta ad avere un risparmio economico annuo che diventa effettivamente un ricavo per l'impresa investitrice, una volta coperte le spese dell'intervento. Prima si rientra delle spese sostenute, prima è possibile investire il capitale risparmiato. Dalla Figura 9 si evince che il tempo di rientro per la maggior parte degli interventi è di circa 1 – 2 anni, quindi molto breve e perciò in grado di mettere a disposizione i risparmi in tempi ragionevoli per successivi investimenti.

### Tempo di ritorno degli investimenti

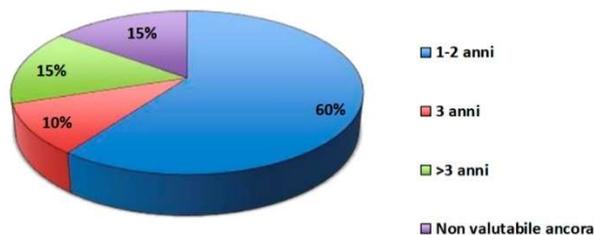


Figura 9 - "Tempo di rientro investimenti"

### 1.5 Ciclo “Plan-Do-Check-Act”

“Come previsto anche all’interno delle norme che identificano i requisiti per altri sistemi di gestione, come ad esempio la ISO 9001 e ISO 14001, il sistema è basato sul ciclo di Deming “Plan-Do-Check-Act”, ovvero su un ciclo iterativo di gestione in quattro fasi comprendenti la pianificazione, l’esecuzione, il controllo dei risultati e il miglioramento.”

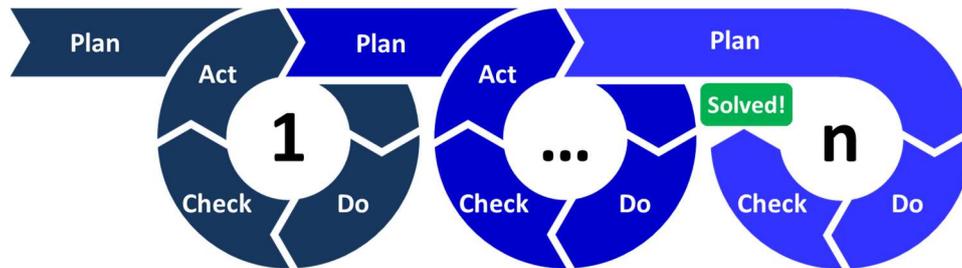


Figura 10 - "Schema ciclico PDCA"

Quello rappresentato in figura 10 è il Ciclo Deming. Studiato e sviluppato da Williams Edwards Deming per l’applicazione in tutti quei processi che richiedono un miglioramento continuo. “Serve per promuovere una cultura della qualità che è tesa al miglioramento continuo dei processi e all’utilizzo ottimale delle risorse. Questo strumento parte dall’assunto che per il raggiungimento del massimo della qualità sia necessaria la costante interazione tra ricerca, progettazione, test, produzione e vendita.”

Il ciclo alla base della ISO 50001 risulta quindi essere composto dalle seguenti 4 fasi:

- *Plan – Pianificare*
  - a. *Determinare gli obiettivi e i destinatari.* Gli obiettivi risultano evidenti soltanto se l’alta direzione ha formulato la politica dell’organizzazione. Gli obiettivi devono essere indicati in modo concreto e dettagliato e occorre fornire a tutti gli operatori le informazioni necessarie. Gli obiettivi devono essere quantificati e devono riguardare problemi che l’organizzazione può risolvere con la collaborazione di tutte le funzioni. Sia le politiche che gli obiettivi devono essere calati nell’organizzazione senza limitazioni di livelli gerarchici. Quanto più l’organizzazione è orizzontale, e priva di frontiere, tanto più sarà facile coinvolgere il personale nel raggiungimento degli obiettivi;

b. *Determinare i metodi per raggiungere gli obiettivi.* Per raggiungere gli obiettivi occorre mettere a punto procedure razionali e facili da seguire. Secondo Ishikawa determinare un metodo significa standardizzarlo e renderlo utile e accessibile. Ishikawa dice anche però, che un metodo e una procedura non possono essere perfetti e che solo l'esperienza e l'abilità delle persone possono supplire all'inadeguatezza di standard e regole.

- *Do*<sup>7</sup>

a. *Svolgere il lavoro. Nessuna procedura basata su standard, ritenuti erroneamente perfetti, può garantire un'esecuzione priva di difetti. L'operatore applica quanto sa e ha appreso, tenendo presenti gli standard, ma utilizzando la propria esperienza e abilità. Il singolo operatore può però applicare anche solo nel proprio ambito un ciclo PDCA contribuendo in modo determinante al miglioramento continuo dell'organizzazione;*

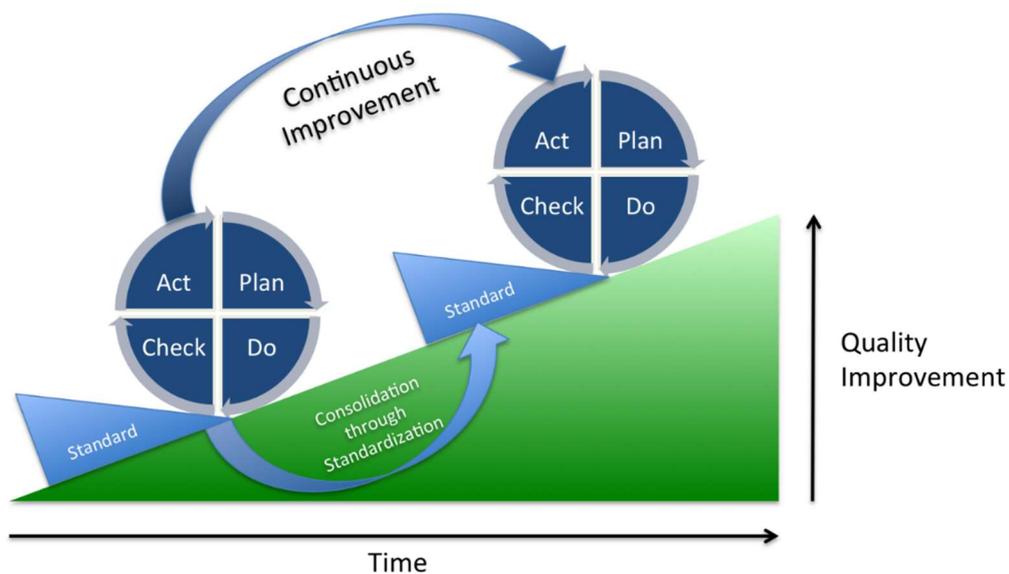
b. *Formazione e istruzione. La formazione del personale è indispensabile per la comprensione, applicazione e miglioramento degli standard di lavoro. La distribuzione e la delega di responsabilità, fattore insostituibile per la realizzazione di un sistema qualità, risulta possibile solo con operatori formati;*

- *Chech – Controllare gli effetti della realizzazione*<sup>7</sup>

*Lo scopo del controllo è scoprire ciò che viene realizzato in modo non accettabile e contrario ai risultati attesi. Il problema, in questo caso, diventa come scoprire le non conformità. A questo scopo occorre "controllare le cause", utilizzando il diagramma "cause/effetto" o "spina di pesce" di Ishikawa.*

- *Act – Intraprendere azioni adeguate*<sup>7</sup>

*L'essenziale non è trovare le cause delle negatività, quanto prendere le iniziative adeguate per eliminarle. Non è sufficiente apportare modifiche ai fattori casuali individuati, occorre eliminarli. Correggere e prevenire sono due azioni diverse e separate. Per eliminare le cause delle criticità è necessario risalire fino alla fonte stessa del problema e prendere le misure adeguate.*



*Figura 11 - "Miglioramento continuo associato al PDCA"*

# ANALISI ENERGETICA DELL'IMPIANTO ESISTENTE

## 2.1 Generalità

### - *Oggetto dell'analisi*

La presente analisi energetica ha l'obiettivo di fornire una panoramica dei consumi energetici del Parco Vacanze Monti e Mare, sito ad Alassio.

### - *Premessa e scopo*

L'analisi energetica viene definita, nell'ambito della legislazione che regola l'efficienza energetica negli usi finali dell'energia, come la "procedura sistemica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un'attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati".

L'analisi energetica deve permettere di ottenere una conoscenza basilare sugli usi e consumi energetici dell'impianto in esame al fine di individuare le modifiche più efficaci; rappresenta quindi la condizione necessaria per realizzare un percorso di riduzione dei consumi di energia negli usi finali, attraverso l'individuazione e la modifica/gestione delle attività a più bassa efficienza energetica attraverso la valutazione dei possibili margini di risparmio conseguibili.

Per far questo occorre che sulla base dell'analisi dei dati raccolti siano individuati opportuni indicatori energetici; gli indicatori dovranno essere utilizzati per confrontare le performance energetiche dell'azienda rispetto a indicatori di benchmark in modo da poter definire se sia necessario proseguire con l'individuazione di potenziali interventi di miglioramento.

L'analisi energetica risulta utile al Committente qualora quest'ultimo riesca a trovarvi le informazioni necessarie per potere decidere se e quali provvedimenti di risparmio energetico mettere in atto. La finalità vera e l'elemento qualificante di una diagnosi sono infatti le raccomandazioni per la riduzione dei consumi energetici.

I vantaggi conseguenti alla Diagnosi Energetica possono quindi essere:

- Maggiore efficienza energetica del sistema;
- Riduzione dei costi per gli approvvigionamenti di energia elettrica e gas;
- Miglioramento della sostenibilità ambientale;
- Riqualificazione del sistema energetico.

Tali obiettivi sono raggiungibili tramite l'utilizzo, fra l'altro, dei seguenti strumenti:

- Razionalizzazione dei flussi energetici;
- Recupero delle energie disperse (es: recupero di calore);
- Individuazione di tecnologie per il risparmio di energia;
- Autoproduzione di parte dell'energia consumata;
- Miglioramento delle modalità di conduzione e manutenzione (O&M);
- Buone pratiche;
- Ottimizzazione dei contratti di fornitura energetica

Il metodo per l'esecuzione della diagnosi può essere schematizzato nelle seguenti attività proposte dalla Norma UNI CEI EN 16247 – Energy Audit:

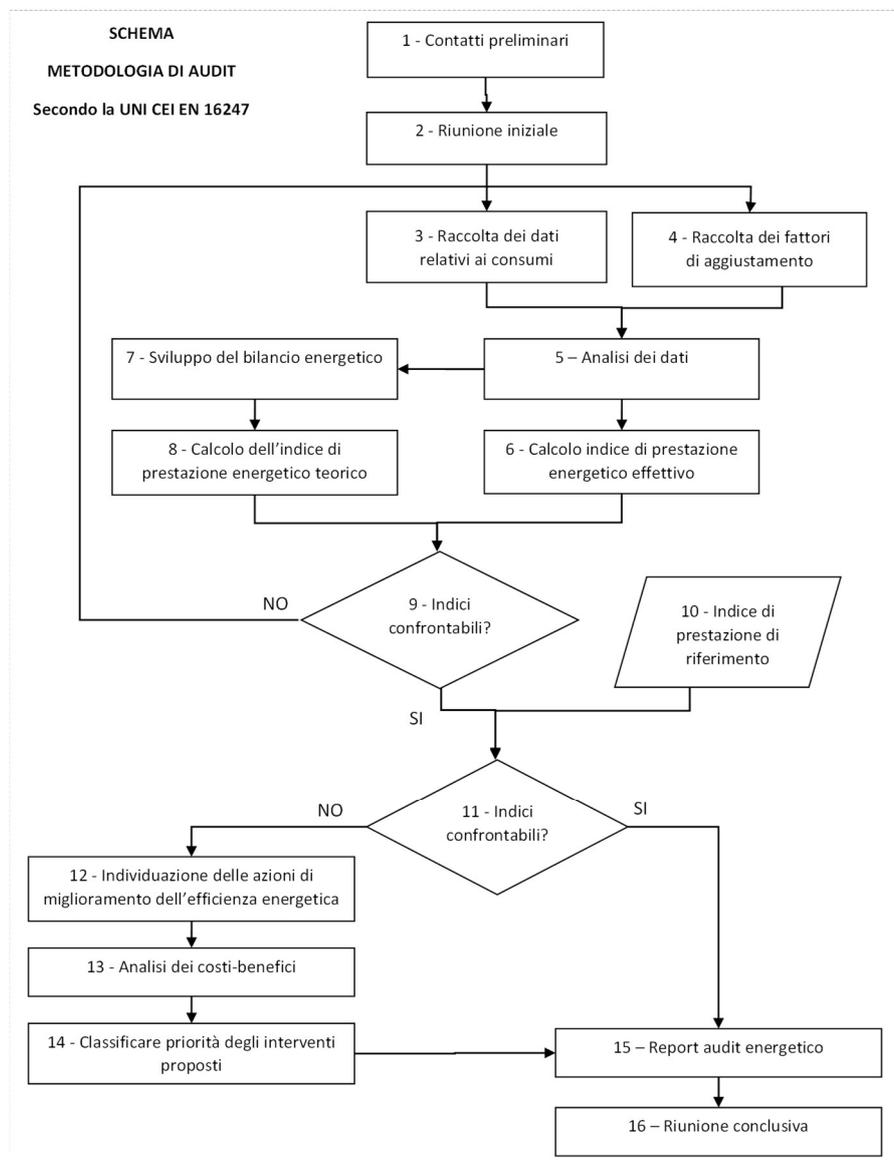


Figura 12 - Schema metodologia UNI 16247

## 2.2 Normativa di riferimento

### NORME TECNICHE E LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO

DIRETTIVE EUROPEE			
(1)	<u>Dir. Eu. 2003/87/CE</u>	Direttiva Europea Emission Trading	<i>Istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio</i>
(2)	<u>Dir. Eu. 2012/27/UE</u>	Direttiva Europea sull'efficienza energetica	<i>Modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE</i>

Tabella 1 - Direttive Europee

NORMATIVA ITALIANA			
(3)	<u>Decreto Legislativo 4 aprile 2006, n. 216</u>	Attuazione delle direttive 2003/87 e 2004/101/CE in materia di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra	<i>Tra i settori industriali regolati dalla direttiva ET rientrano anche gli Impianti per la fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura con una capacità di produzione di oltre 75 tonnellate al giorno e con una capacità di forno superiore a 4 m<sup>3</sup> e con una densità di colata per forno superiore a 300 kg/m<sup>3</sup></i>
(4)	<u>D.Lgs 115/08</u>	<i>Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici</i>	<i>Decreto con cui si promuove la diffusione dell'efficienza energetica in tutti i settori. E' introdotta e definita la diagnosi energetica. Decreto abrogato dal D.Lgs 102/14</i>
(5)	<u>D.Lgs 102/14</u>	Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica	<i>In aggiunta l'Allegato 2 che riporta i criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia</i>
(6)	<u>Decreto 28 dicembre 2012</u>	Determinazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico che devono essere perseguiti dalle imprese di distribuzione dell'energia elettrica e il gas per gli anni dal 2013 al 2016 e per il potenziamento del meccanismo dei certificati bianchi	<i>Il decreto stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per la realizzazione di interventi di efficienza energetica negli usi finali ai sensi dell'art. 9, comma 1, del decreto legislativo n. 79/1999, dell'art. 16, comma 4, del decreto legislativo n. 164/2000 e degli articoli 29 e 30 del decreto legislativo n. 28/2011.</i>

Tabella 2 - Normativa Italiana

NORME TECNICHE			
(7)	<u>UNI CEI EN ISO 50001:2011</u>	Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso	<i>E' la versione ufficiale italiana della norma internazionale ISO 50001. La norma specifica i requisiti per creare, avviare, mantenere e migliorare un sistema di gestione dell'energia. L'obiettivo di tale sistema è di consentire che un'organizzazione persegua, con un approccio sistematico, il miglioramento continuo della propria prestazione energetica comprendendo in questa l'efficienza energetica nonché il consumo e l'uso dell'energia. La norma ha sostituito la UNI CEI EN 16001, di derivazione europea</i>
(8)	<u>UNI EN ISO 14001:2004</u>	Sistemi di gestione ambientale – Requisiti e guida per l'uso	<i>La ISO 14001 è una norma internazionale di carattere volontario, applicabile a tutte le tipologie di imprese, che definisce come deve essere sviluppato un efficace Sistema di Gestione Ambientale. La Certificazione ISO 14001 dimostra l'impegno concreto nel minimizzare l'impatto ambientale dei processi, prodotti e servizi e attesta l'affidabilità del Sistema di Gestione Ambientale applicato. La norma richiede che l'Azienda definisca i propri obiettivi e target ambientali e implementi un Sistema di Gestione Ambientale che permetta di raggiungerli.</i>
(9)	<u>UNI CEI 11339</u>	Gestione dell'energia. Esperti in gestione dell'energia. Requisiti generali per la qualificazione	<i>E' la norma che stabilisce i requisiti perché una persona possa diventare Esperto in Gestione dell'Energia (EGE): compiti, competenze e modalità di valutazione</i>
(10)	<u>UNI CEI TR 11428:2011</u>	Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche: Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica	<i>È la norma che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre</i>
(11)	<u>UNI CEI EN 16247:2012</u>	Diagnosi Energetiche	<i>È la norma europea che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre: Parte 1 - Requisiti generali Parte 2 - Edifici Parte 3 - Processi Parte 4 - Trasporti Parte 5 – Competenze dell'Auditor Energetico</i>
(12)	<u>UNI CEI EN 16212:2012</u>	Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)	<i>La norma ha lo scopo di fornire un approccio generale per i calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica utilizzando metodologie standard. L'impostazione della norma permette l'applicazione ai risparmi energetici negli edifici, nei trasporti, nei processi industriali, ecc. Il suo campo d'applicazione è il consumo energetico in tutti gli usi finali</i>
(13)	<u>UNI CEI EN 16231:2012</u>	Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica	<i>La norma definisce i requisiti e fornisce raccomandazioni sulla metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica. Lo scopo del benchmarking è l'individuazione di dati chiave e indicatori del consumo energetici. Gli indicatori possono essere sia tecnici che comportamentali, qualitativi e quantitativi, e devono essere mirati alla comparazione delle prestazioni</i>
(14)	<u>UNI CEI EN 15900:2011</u>	Servizi di efficienza energetica – Definizioni e requisiti	<i>La norma specifica le definizioni e i requisiti minimi per un servizio di miglioramento dell'efficienza energetica. La norma non descrive i requisiti del fornitore del servizio, ma individua e descrive le principali fasi del processo di fornitura del servizio e ne evidenzia i requisiti fondamentali.</i>
(15)	<u>UNI EN ISO 19001:2012</u>	Linee guida per audit di sistemi di gestione	<i>La norma fornisce linee guida sugli audit di sistemi di gestione, compresi i principi dell'attività di audit, la gestione dei programmi di audit e la conduzione degli audit dei sistemi di gestione, così come una guida per la valutazione delle persone coinvolte nel processo di audit, incluse la persona che gestisce il programma di audit, gli auditor e i gruppi di audit.</i>
(16)	<u>UNI EN 15193:2011</u>	Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione	<i>La norma specifica la metodologia di calcolo del consumo di energetico degli impianti di illuminazione in interni di edifici e definisce un indicatore numerico dei requisiti energetici per l'illuminazione da utilizzare per la certificazione energetica: Essa può essere utilizzata sia per gli edifici esistenti, sia per gli edifici nuovi o in ristrutturazione.</i>
(17)	<u>UNI TS 11300:2016</u>	Prestazioni energetiche degli edifici	<i>La norma ha l'obiettivo di definire una metodologia di calcolo per la determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici. Al momento è suddivisa in sei parti: Parte 1-2014: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale Parte 2-2014: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di ACS, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali. Parte 3-2010: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva. Parte 4-2012: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria Parte 5-2016: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili Parte 6-2016: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori e scale mobili.</i>

(18)	UNI 10349:2016	Normativa dati climatici	La norma prevede l'aggiornamento dei parametri climatici nazionali e zonizzazione del clima nazionale ai fini della certificazione estiva.
------	-------------------	--------------------------	--

Tabella 3 - Riferimenti normativi e legislativi

### 2.3 Sintesi metodologica e procedura adottata

La procedura di sviluppo dell'audit energetico può essere sintetizzata per punti come segue:

- 1) Raccolta dei dati relativi alle bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili;
- 2) Identificazione e raccolta dei fattori di aggiustamento cui riferire i consumi energetici;
- 3) Costruzione degli inventari energetici relativi all'oggetto dell'analisi;
- 4) Individuazione delle azioni di miglioramento;
- 5) Analisi costi-benefici, ossia di fattibilità tecnico-economiche;

### 2.4 Unità di misura, fattori di conversione e aggiustamento

In questo report i consumi di ciascun vettore energetico saranno convertiti secondo le unità di misura riportate in tabella 2. Ad ogni vettore è associato il rispettivo fattore di conversione in tonnellate equivalenti di petrolio (tep) definito secondo i parametri riportati nella circolare MiSE del 18 Dicembre 2014.

Per il calcolo dell'energia termica sono stati considerati i seguenti valori del potere calorifico inferiore (PCI):

- PCI gasolio = 10.124 [kcal/kg]
- PCI benzina = 10.203 [kcal/kg]
- PCI gas metano = 7.773 [kcal/Smc]
- PCI biomassa = 1.030 [kcal/kg]

Denominazione	u.m.	Fattore di conversione in tep
Energia elettrica	kWhe	$0,187 \times 10^{-3}$
Gas naturale	Sm <sup>3</sup>	PCI [kcal/kJ] x $10^{-7}$
Calore	kWht	$860/0,9 \times 10^{-7}$
Freddo	kWhf	$(1/ EER) \times 0,187 \times 10^{-3}$
Biomassa	ton	PCI (kcal/kg) x $10^{-4}$
Olio combustibile	kg	PCI (kcal/kg) x $10^{-4}$
GPL	kg	PCI (kcal/kg) x $10^{-4}$
Gasolio/Benzina	kg	PCI (kcal/kg) x $10^{-4}$

Tabella 4 - Unità di misura e fattori di conversione dei vettori energetici

## *2.5 Ambito dell'analisi*

La Diagnosi Energetica prende in considerazione la globalità dei flussi energetici, a partire dai dati globali ricavati dalle bollette dei vari vettori energetici fino alla suddivisione dei consumi delle varie utenze. In particolare, l'analisi verrà condotta secondo quattro diversi livelli di approfondimento dei consumi:

- Livello A: consumo globale per ogni vettore energetico considerato
- Livello B: consumi energetici suddivisi per macrocategorie o aree funzionali (es. illuminazione, impianto di climatizzazione, apparecchiature a servizio di determinate aree funzionali, etc.)
  
- *Periodo di riferimento dell'analisi*

L'Analisi Energetica prende in considerazione il periodo che va da ottobre 2016 a settembre 2017. Nel corso dell'anno preso in esame non si sono verificate significative modifiche dell'involucro edilizio, dell'impianto o delle apparecchiature in esso installate all'infuori delle ordinarie attività di manutenzione programmata.

La scelta dell'anno intero per la raccolta dei dati permette di coprire tutti i differenti profili di consumo in tutte le condizioni climatiche e con tutti i possibili profili di carico.

- *Documentazione acquisita*

Durante la fase di raccolta dati è stato possibile accedere alla seguente documentazione:

- Consumi di gasolio del periodo che va da marzo 2017 a dicembre 2017
- Consumi di energia elettrica del periodo compreso tra ottobre 2016 a settembre 2017
- Parziali schemi degli impianti termici
- Schemi planimetrici della struttura
- Profili orari medi giornalieri delle diverse attività svolte all'interno della struttura

La documentazione utilizzata per l'elaborazione dell'Analisi Energetica è stata fornita dalla Committenza che tramite la sottoscrizione della presente relazione ne dichiara la completezza e ne riconosce la corretta interpretazione.

- *Modalità di raccolta dei dati di consumo*

I consumi dei vettori energetici sono stati analizzati attraverso:

- Analisi delle bollette ed estrapolazione dei profili di carico in funzione delle fasce orarie (F1, F2, F3)
- Raccolta dati prelievi elettrici su base temporale di 15 minuti presi dal portale web del fornitore di energia.

In sintesi, di seguito sono riportate le modalità di raccolta dei consumi dei vettori energetici sfruttate, i dati di processo nonché il periodo temporale cui si riferiscono.

Vettore	Metodo acquisizione dati	Area funzionale interessata	Periodo acquisizione dati
<b>Energia elettrica</b>	Dati di consumo da bollettazione e da portale web	Intero complesso	2016/2017
<b>Gasolio</b>	Dati di consumo da fatturazione	Intero complesso	2017

*Tabella 5 - Modalità di raccolta dati*

## 2.6 Caratteristiche del complesso

Il camping, situato su un promontorio immerso nella vegetazione, offre diverse soluzioni per l'accoglienza. Al suo interno sono presenti piazzole tende e camper, oltre a due strutture adibite a residence e un gran numero casette prefabbricate di diversa metratura e fattura. Inoltre, nel sito è presente, oltre alla casa padronale, anche una struttura che svolge servizio bar/ristorante e minimarket. Si riporta di seguito una tabella riepilogativa della capacità di accoglienza del Parco Vacanze Monti e Mare.

Descrizione	Nr.
Piazzole stanziali	216
Piazzole villaggio turistico	9
Piazzole per tende	24
Piazzole di passaggio	7
Descrizione	Posti letto max.
Residence Riviera	44
Residence Liguria	32
Descrizione	Nr.
Casa padronale	1
Bar/ristorante	1

*Tabella 6 - Riepilogo della capacità massima di accoglienza del complesso e strutture presenti*

Le piazzole stanziali sono occupate per la totalità da casette prefabbricate di diversa metratura.

Si riporta di seguito una foto di inquadramento aerea del sito.

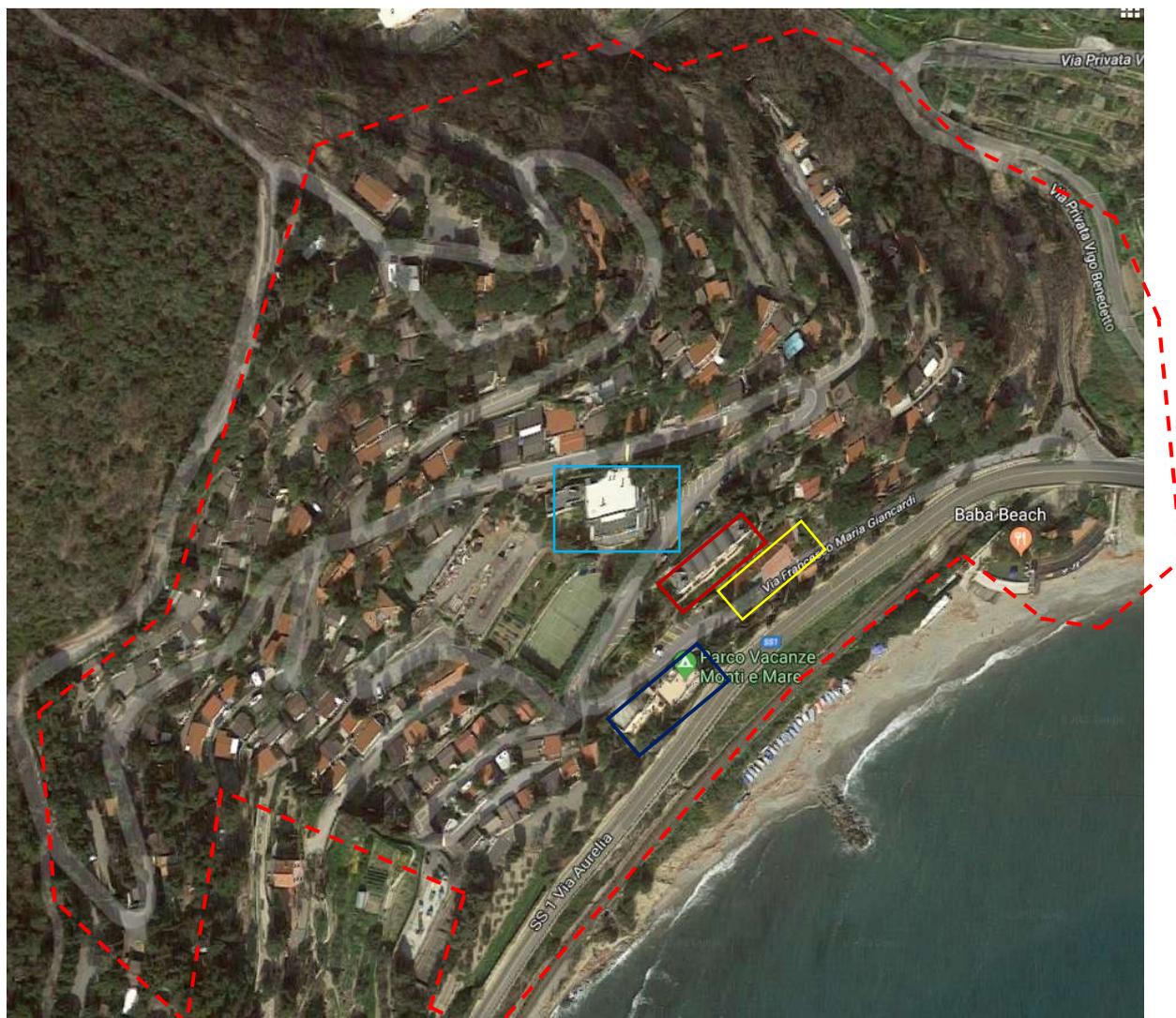
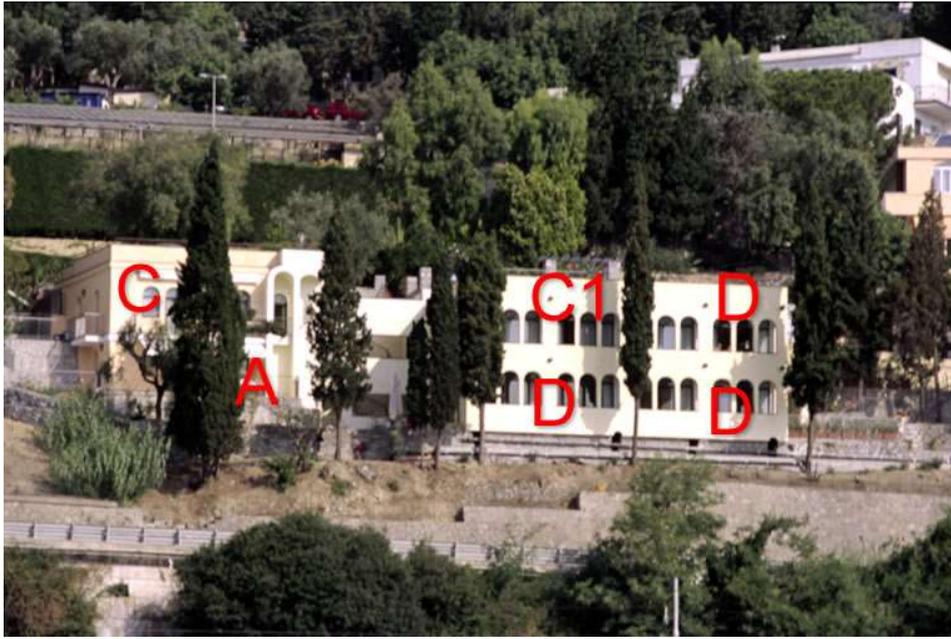


Figura 13- Immagine area Parco Vacanze Monti e Mare



*Figura 14- Residence Liguria*



*Figura 15- Residence Riviera*

Il residence Liguria si sviluppa su 2 piani e ospita 3 appartamenti per piano, di seguito sono riportate le superfici di ogni alloggio, reperite dalla planimetria allegata.

<b>Residence LIGURIA</b>		
<b>Piano terra</b>		
<b>Appartamento</b>	<b>Superficie</b>	<b>Posti letto</b>
A3	60,05 m <sup>2</sup>	6
A4	60,43 m <sup>2</sup>	6
A6	38,03 m <sup>2</sup>	2
<b>Piano primo</b>		
<b>Appartamento</b>	<b>Superficie</b>	<b>Posti letto</b>
A1	64,58 m <sup>2</sup>	6
A2	68,13 m <sup>2</sup>	4/6
A5	61,14 m <sup>2</sup>	4/6

*Tabella 7- Superfici e alloggi residence LIGURIA*

Il residence Riviera si sviluppa su 2 piani e ospita al piano terra 4 appartamenti e al piano primo 6 appartamenti, di seguito sono riportate le superfici di ogni alloggio, reperite dalla planimetria allegata.

<b>Residence RIVIERA</b>		
<b>Piano terra</b>		
<b>Appartamento</b>	<b>Superficie</b>	<b>Posti letto</b>
1	41,10 m <sup>2</sup>	4/6
2	46,22 m <sup>2</sup>	4/6
3	46,77 m <sup>2</sup>	4/6
4	41,37 m <sup>2</sup>	4/6
<b>Piano primo</b>		
<b>Appartamento</b>	<b>Superficie</b>	<b>Posti letto</b>
5	33,21 m <sup>2</sup>	3/4
6	26,70 m <sup>2</sup>	3
7	28,53 m <sup>2</sup>	3
8	26,70 m <sup>2</sup>	3
9	27,83 m <sup>2</sup>	3
10	33,28 m <sup>2</sup>	3/4

*Tabella 8 - Superfici alloggi residence Riviera*

## 2.7 Impianto termico a servizio dei residence

Entrambi i residence sono serviti da una centrale termica che presenta 2 caldaie a gasolio con le seguenti caratteristiche tecniche (per maggiori informazioni si veda libretto centrale allegato-Libretto centrale Residence).

<b>Caldaia A</b>	
CARBOFUEL CC 45	
Combustibile	Gasolio
Potenza termica utile nominale	37,6 kW
Potenza al focolare	41 kW
<b>Bruciatore A</b>	
FINTERM AZ 8 SPECIAL	
Combustibile	Gasolio
Potenza termica max nominale	101 kW
Potenza termica min nominale	36 kW

<b>Caldaia B</b>	
CARBOFUEL TRM AR 55	
Combustibile	Gasolio
Potenza termica utile nominale	64 kW
Potenza al focolare	71 kW
<b>Bruciatore B</b>	
FINTERM AZ 10 OIL	
Combustibile	Gasolio
Potenza termica max nominale	125 kW
Potenza termica min nominale	59,4 kW

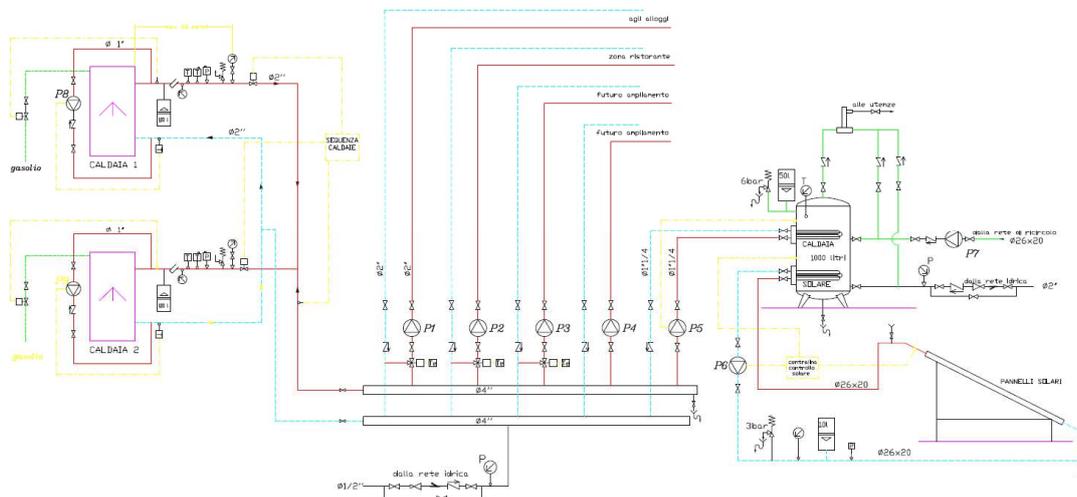
Tabella 9- Caratteristiche Tecniche da libretto di centrale Residence

Le potenze al focolare delle caldaie sono circa 41 kW per la caldaia n° 1 e 71 kW per la caldaia n° 2.

L'impianto è di tipo centralizzato. Le due caldaie lavorano in parallelo su un circuito primario di distribuzione. Il circuito primario si raccorda al gruppo di pompaggio, la maggior parte del fluido è indirizzata alla distribuzione dove sono localizzate le pompe di zona con la suddivisione delle aree e con la gestione climatica compensata delle varie zone servite, mentre l'altra alimenta n°2 accumuli per la produzione di ACS. Gli accumuli sono inoltre integrati nella parte bassa da un impianto termico a circolazione forzata installato sul tetto del residence Riviera. Una batteria di collettori piani è installata sulla porzione di lastrico a est e l'altra sulla porzione a ovest.

I terminali per il riscaldamento sono costituiti da ventilconvettori e scaldasalviette in bagno.

Di seguito è riportato lo schema di centrale del primo impianto termico realizzato per i residence. L'impianto era nato con unico bollitore e una sola batteria di collettori solari. L'aggiunta del secondo bollitore e della seconda batteria di collettori è avvenuta in seguito.



- *Inquadramento fotografico centrale termica e pannelli solari termici*



Figura 16 - Caldaie, bruciatori e accumuli per ACS (a sinistra "Motel B", a destra "Motel A")



Figura 17 - Impianti a collettori solari a circolazione forzata per l'integrazione di ACS

## 2.8 Climatizzazione estiva residence Riviera

Il servizio di raffrescamento estivo per il Residence Riviera è garantito da un gruppo frigo posizionato sul terrazzamento sopra il locale termico. Di seguito sono riportate le caratteristiche tecniche reperite dai dati di targa.

Raffrescamento residence Riviera	
<b>EMMETI C 33 K</b>	
Anno di costruzione	2001
Potenza installata	14 kW

Tabella 10- Caratteristiche tecniche gruppo frigo a servizio del residence Riviera

L'EER non risulta essere dichiarato su dati di targa.

Si evidenzia il cattivo stato del coibentante sul tubo di mandata dell'acqua refrigerata, tale trascuratezza espone il tubo a irraggiamento solare e quindi ad un sicuro innalzamento della temperatura dell'acqua e ad un peggioramento delle condizioni di lavoro del gruppo frigo.



Figura 18 - Gruppo frigo residence Riviera e dettaglio coibentante tubi

## - Climatizzazione estiva residence Liguria

Il servizio di raffrescamento è garantito da una pompa di calore reversibile che lavora solo in modalità raffrescamento. Di seguito sono riportate le caratteristiche reperite dai dati di targa.

Raffrescamento residence Liguria	
<b>AERMEC</b>	
Potenza in raffrescamento	22,30 kW
EER <sup>1</sup>	3,23

Tabella 11 - Dati tecnici della pompa di calore reversibile in modalità raffrescamento a servizio del residence Liguria

<sup>1</sup> Con produzione salto termico lato acqua 12 – 7 °C e temperatura in ingresso dell'aria nello scambiatore esterno pari a 35°C

L'altra macchina presente è una EMMETI Clima, che è stato dichiarato non essere utilizzata.



Figura 19 - Gruppi frigo residence Liguria

- Casa padronale

Viene di seguito riportata l'analisi relativa all'abitazione privata del Sig. Della Valle.



Figura 20 – Visuale esterna e della centrale termica

La centrale termica della casa padronale presenta una caldaia a gasolio con le seguenti caratteristiche tecniche.

<b>Caldaia Casa Padronale</b>	
RHOSS KX 14 79	
Combustibile	Gasolio
Potenza termica utile nominale	83,1 kW
Potenza al focolare	91,9 kW
<b>Bruciatore Casa Padronale</b>	
RIELLO 40.G10 452 M1	
Combustibile	Gasolio
Potenza termica max nominale	120 kW
Potenza termica min nominale	54 kW

Tabella 12 - Caratteristiche tecniche da libretto centrale casa padronale

L'impianto è di tipo centralizzato, la caldaia è collegata sul circuito primario di distribuzione. Il circuito primario si raccorda al gruppo di pompaggio, una parte del fluido è mandata dove sono localizzate le pompe di zona con la suddivisione delle aree e con la gestione climatica compensata delle varie zone servite, mentre la restante portata alimenta un accumulo per la produzione di ACS. L'accumulo è alimentato anche da n° 3 pannelli solari a circolazione naturale Solahart installati sulla terrazza della struttura. La climatizzazione estiva è garantita da sistemi split/multi split.

- *Cassette piazzole stanziali*

Ogni casetta presenta un sistema energetico a sé stante. Una volta affittata i clienti sono liberi di adottare le soluzioni impiantistiche che preferiscono per la produzione di ACS e la climatizzazione.

Gli impianti per la produzione di ACS possono variare da boiler elettrici, a gas/GPL (alimentati con bombole) a solari termici. Mentre per la climatizzazione estiva ed invernale si evidenzia la presenza di numerosi split. Ove sono presenti dei fornelli, questi sono alimentati tramite bombole.

## 2.9 Impianti termici per la produzione di ACS sparsi nel complesso

Nel complesso sono ubicate altre centrali termiche per la produzione di ACS nelle zone comuni. Nel piano di rinnovamento previsto tali zone non esisteranno più e di conseguenza anche le centrali termiche saranno dismesse. Sono comunque riportate poiché concorrono ai consumi di gasolio del complesso.

Nel complesso sono ubicate altre centrali termiche per la produzione di ACS nelle zone comuni. Nel piano di rinnovamento previsto tali zone non esisteranno più e di conseguenza anche le centrali termiche saranno dismesse. Sono comunque riportate poiché concorrono ai consumi di gasolio del complesso.

Caldaia Pana		Caldaia Peraldo	
BLOWTHERM PACK-P80		BLOWTHERM PACK-P80	
Combustibile	Gasolio	Combustibile	Gasolio
Potenza termica utile nominale	93,02 kW	Potenza termica utile nominale	106 kW
Potenza al focolare	104,6 kW	Potenza al focolare	115,9 kW
Bruciatore Pana		Bruciatore Peraldo	
RIELLO GULLIVER RG 2		RIELLO GULLIVER RG 2	
Combustibile	Gasolio	Combustibile	Gasolio
Potenza termica max nominale	-	Potenza termica max nominale	139 kW
Potenza termica min nominale	-	Potenza termica min nominale	75 kW

Tabella 13 - Dati tecnici da libretto caldaie Pana e Peraldo

Caldaia Porta Gialla	
EMMETI NINA	
Combustibile	Gpl
Potenza termica utile nominale	30 kW
Potenza al focolare	115,9 kW

Tabella 14 - Dati tecnici da libretto centrale

## 2.10 Impianto di depurazione

Il complesso presenta un depuratore con le seguenti caratteristiche tecniche.

Impianto di depurazione		
	Nr.	Potenza nominale [CV]
Soffiante	2	5
	2	3

Tabella 15 - Dati tecnici impianto di depurazione

- *Annotazioni su bar/ristorante e depuratore del camping*

Nel progetto di rinnovamento, è prevista la demolizione della struttura bar/ristorante.

### 2.11 *Analisi dei consumi elettrici*

Il consumo del vettore energetico è stato analizzato sulla base della bollettazione messa a disposizione dalla Committenza. La documentazione fornita fa riferimento all'anno solare che va da ottobre 2016 a settembre 2017, e al fine di verificare la tariffazione attuale dell'energia sono state prese in visione anche le bollette gennaio, febbraio, marzo 2018.

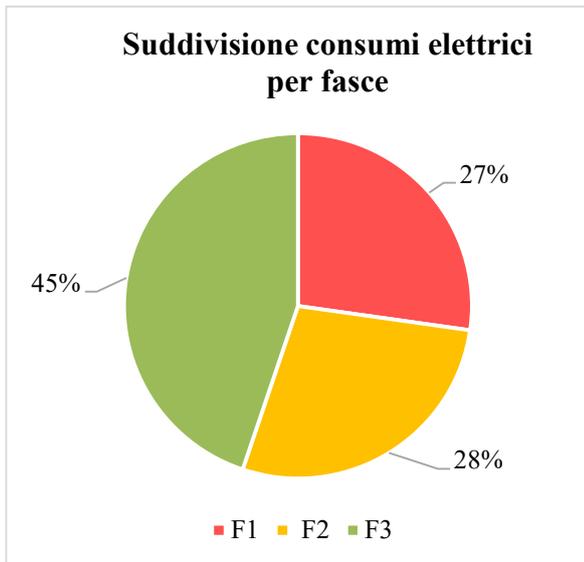
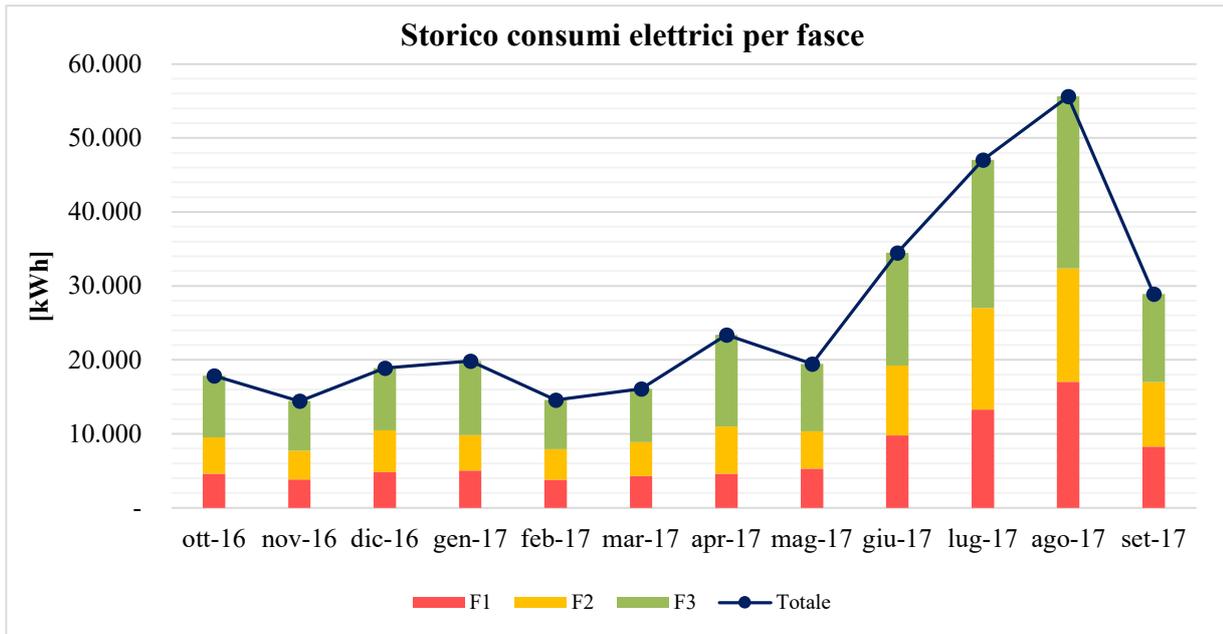
L'analisi è stata effettuata secondo le tre fasce di tariffazione dell'energia stabilite come da delibera dell'AEEG 181/2006:

- F1 (Ore di punta) – lun/ven dalle 8.00 alle 19.00, escluse festività nazionali;
- F2 (Ore intermedie) – lun/ven dalle 7.00 alle 8.00 e dalle 19.00 alle 23.00, sabato dalle 7.00 alle 23.00, escluse festività nazionali;
- F3 (ore fuori punta) – lun/ven dalle 23.00 alle 7.00 e la domenica e i festivi tutta la giornata.

Di seguito si illustra l'analisi condotta.

Energia attiva					
Mese	F1 [kWh]	F2 [kWh]	F3 [kWh]	TOT [kWh]	Potenza fatturata [kW]
ott-16	4.587	4.938	8.323	17.849	49
nov-16	3.829	3.871	6.740	14.440	42
dic-16	4.818	5.678	8.403	18.899	104
gen-17	5.041	4.782	10.035	19.858	83
feb-17	3.774	4.144	6.646	14.564	54
mar-17	4.291	4.602	7.195	16.088	51
apr-17	4.599	6.404	12.359	23.363	94
mag-17	5.315	5.042	9.085	19.442	57
giu-17	9.795	9.431	15.252	34.479	98
lug-17	13.272	13.750	20.002	47.024	119,6
ago-17	17.056	15.316	23.233	55.606	128
set-17	8.278	8.699	11.938	28.915	94
<b>Totale</b>	<b>84.657</b>	<b>86.658</b>	<b>139.210</b>	<b>310.525</b>	-

Tabella 16 - Consumi annui energia elettrica



Mesi	Spesa al netto di IVA al 22%	Costo medio unitario [€/kWh]
ott-16	€ 2.836,65	0,159
nov-16	€ 2.234,78	0,155
dic-16	€ 3.069,63	0,162
gen-17	€ 3.032,64	0,153
feb-17	€ 2.214,14	0,152
mar-17	€ 2.391,90	0,149
apr-17	€ 4.503,90	0,193
mag-17	€ 3.766,34	0,194
giu-17	€ 6.754,14	0,196
lug-17	€ 3.140,39	0,067
ago-17	€ 8.009,97	0,144
set-17	€ -	-
<b>Totale</b>	<b>€ 41.954,48</b>	<b>0,149</b>

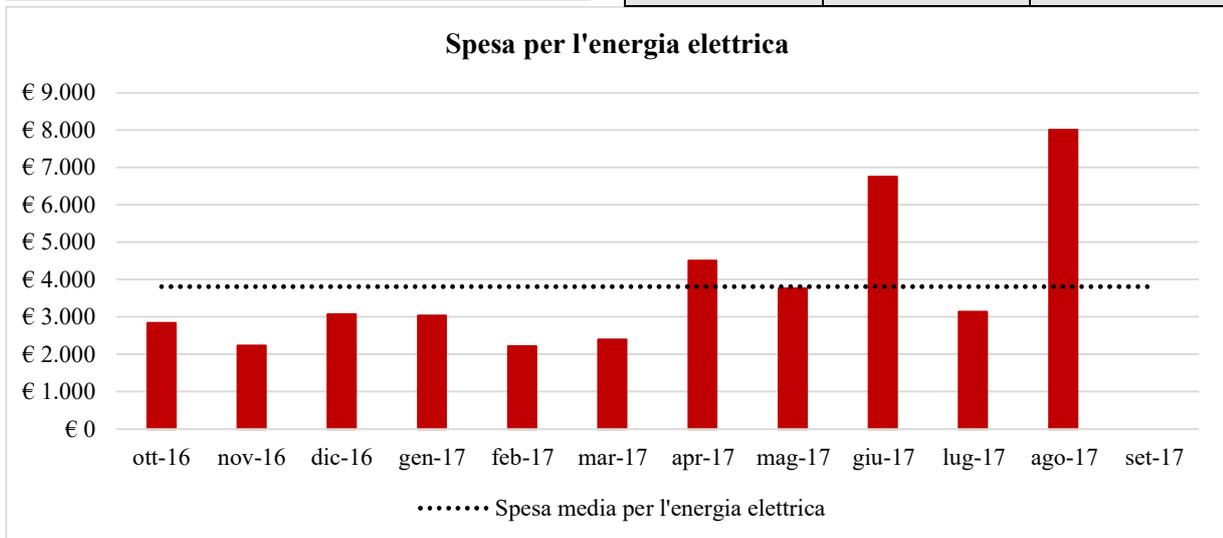


Figura 21 - Analisi annua consumi elettrici

## 2.12 Analisi dei consumi di gasolio

Il vettore energetico attualmente sfruttato da tutti i generatori, tranne per la caldaia denominata “Porta Gialla”, è gasolio denaturato (0,1%). Il serbatoio ha una capienza da 4.000 litri ed è rabboccato in funzione delle necessità. L’analisi è stata effettuata sulla fatturazione del combustibile dell’ultimo anno, il 2017.

Data fattura	Quantità [l]	Energia termica [kWh]
03/01/2017	2.000	20.019
28/03/2017	4.000	40.038
12/07/2017	4.000	40.038
14/07/2017	1.000	10.009
04/12/2017	3.000	30.028
<b>Totale</b>	<b>14.000</b>	<b>140.132</b>

Tabella 17 - Consumi annui di gasolio

Data fattura	Quantità [l]	Imponibile IVA	Costo unitario del gasolio
03/01/2017	2.000	€ 2.132	1,07 €/l
28/03/2017	4.000	€ 4.380	1,1 €/l
12/07/2017	4.000	€ 4.426	1,11 €/l
14/07/2017	1.000	€ 1.106	1,11 €/l
04/12/2017	3.000	€ 3.394	1,13 €/l
<b>Totale</b>	<b>14.000</b>	<b>€ 15.438</b>	<b>1,1 €/l</b>

Tabella 18 – Spesa annua per l’approvvigionamento di gasolio

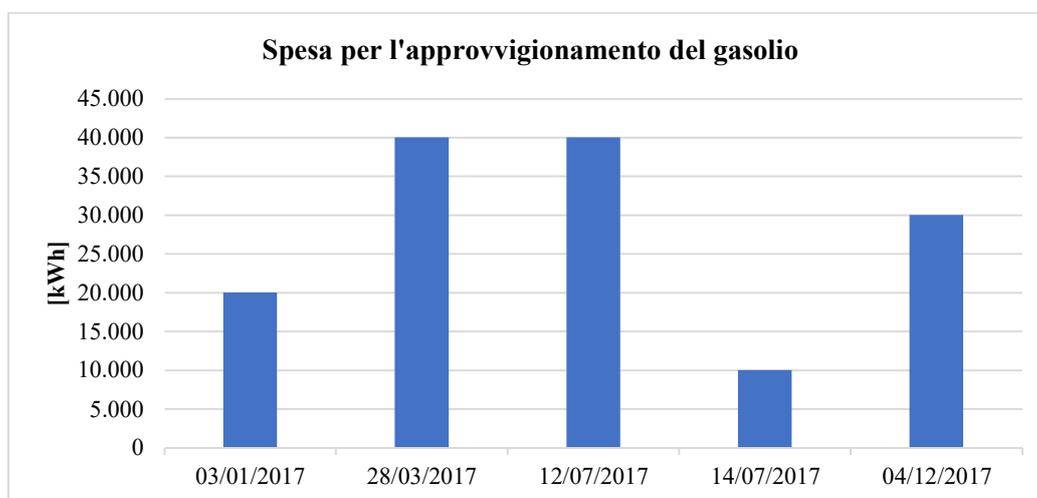


Tabella 19 - Consumi di energia termica

## INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO

Gli interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche del complesso sono suddivisi secondo i seguenti ambiti:

### *3.1 Interventi di efficientamento energetico*

#### *- Interventi sul vettore energetico elettrico*

trattasi di interventi valutati in relazione all'efficientamento sotto il profilo delle utenze elettriche. Gli interventi possono riguardare sia le linee di produzione che le utenze generali ed ausiliarie. Tra queste ultime vengono prese in considerazione i sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili.

#### *- Interventi sul vettore energetico termico*

trattasi di interventi valutati in relazione all'efficientamento sotto il profilo delle utenze termiche. Gli interventi possono riguardare sia le linee di produzione che le utenze generali ed ausiliarie. Tra queste ultime vengono presi in considerazione i recuperi termici significativi in termini di efficienza (forni, caldaie, cogenerazione) e la sostituzione dei generatori di calore con altri più performanti.

#### *- Interventi generali legati a manutenzione ordinaria*

costituiscono interventi di tipo generale derivanti dalla buona pratica, ma che rappresentano la base per una corretta operatività funzionale.

#### *- Interventi di manutenzione straordinaria programmata*

costituiscono interventi di efficientamento resi necessari oltre che dal rendimento del sistema considerato, anche dalla effettiva obsolescenza delle apparecchiature. In tal senso non costituiscono una categoria a sé stante ma sono ricompresi nei due successivi punti;

#### *- Interventi finalizzati a migliorare la politica energetica dell'azienda*

comprendono gli interventi formativi sulle applicazioni di gestione energetica dell'azienda, la installazione di sistemi di monitoraggio dei consumi e l'eventuale sviluppo di un sistema interno di gestione dell'energia che favorisca l'attenzione continua al miglioramento secondo le specifiche della norma UNI EN ISO 50001.

### *3.2 Relamping illuminazione aree esterne*

Tale intervento migliorativo riguarda la sostituzione degli apparecchi esistenti con più performanti sorgenti di tipo LED. Tale proposta comporta potenziali benefici sia per i consumi diretti che per i costi di O&M (Operation & Maintenance) legati alla tecnologia delle sorgenti installate.

La scelta di proporre lampade a LED deriva dalla considerazione del fatto che possono essere considerate tra le più innovative sorgenti luminose e sono ideali per un'illuminazione efficiente dal punto di vista energetico. Tra le varie opzioni che il mercato offre per la riduzione dei consumi elettrici derivati dall'illuminazione, i LED garantiscono infatti un bilancio sostenibile straordinario grazie al contenuto fabbisogno energetico in fase di produzione e al ridotto consumo di energia durante il funzionamento.

### *3.3 Situazione del sistema di illuminazione esistente*

L'impianto di illuminazione esterna esistente presenta sorgenti luminose tradizionali, che necessitano di un piano di manutenzione ordinaria consistente.

La potenza nominale installata per l'attuale impianto d'illuminazione esterna risulta attestarsi intorno ai **10,2 kW**.

Il consumo annuo attuale di elettricità per gli apparecchi d'illuminazione esterna installati è pari a circa **31.588 kWh/anno**, che corrispondono ad una spesa annuale per la sola illuminazione che ammonta a circa **4.706 €/anno**.

Viene adesso presentato un inquadramento fotografico degli apparecchi illuminanti attualmente presenti.

*Figura 22 - Sistemi di illuminazione attuali*



La tipologia degli apparecchi illuminanti preesistenti si articola come esposto nelle tabelle e nelle figure seguenti, dove è illustrata la ripartizione dei consumi elettrici annui per ciascuna voce.

Tipologia di installazione apparecchi illuminanti tradizionali attualmente esistenti	
Descrizione	% consumo elettrico su quota illuminazione
Sospesa	4,1%
A palo	87,5%
A parete	8,4%

Tabella 20 -Apparecchi illuminanti per tipologia di installazione

Tipologia apparecchi illuminanti tradizionali attualmente esistenti	
Descrizione	% consumo elettrico su quota illuminazione
Ioduri metallici	7,2%
Vapori di mercurio	42,2%
Neon 2x18W	1,2%
Neon 1x36	0,6%
Fluorescente	48,8%

Tabella 21 - Apparecchi illuminanti per tipologia di installazione

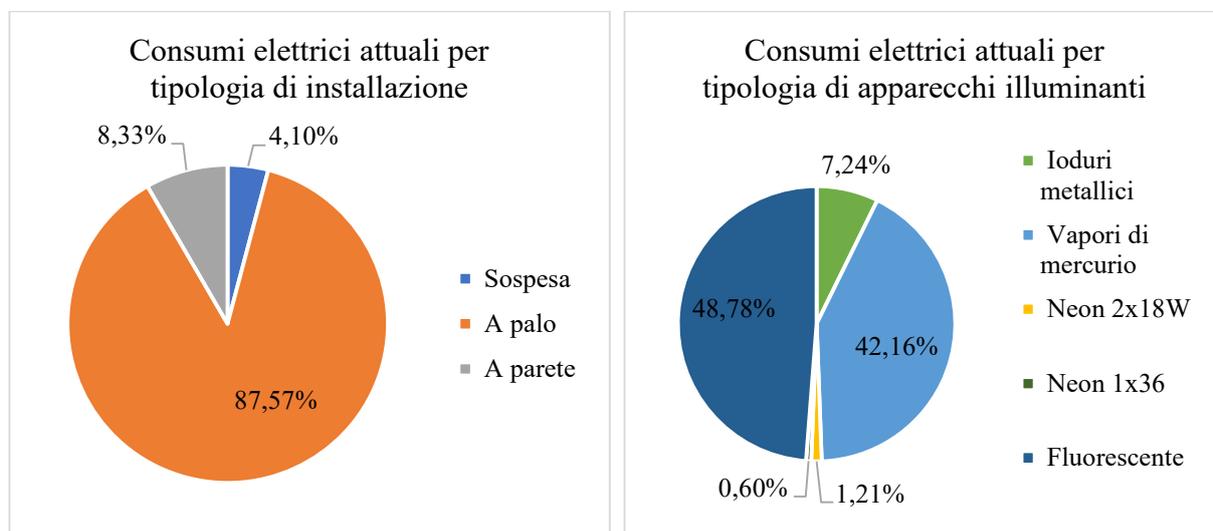


Figura 23 -Rappresentazioni grafiche ripartizioni consumi per tipologia di apparecchio

### 3.4 Proposta di sostituzione apparecchi luminosi con corrispondenti a tecnologia LED

La tipologia di intervento consigliata consiste nell'effettuare un *Plug & Play* delle sorgenti luminose attuali, ovvero la sostituzione di ogni apparecchio con uno nuovo a LED che garantisca di generare lo stesso flusso luminoso attualmente emesso, o eventualmente maggiorarlo ove necessario.

Si è simulato di installare apparecchi luminosi di tipo equivalente ai seguenti modelli:

Modello	Potenza nominale [W]	% consumo elettrico su quota illuminazione
Tipo 1	10	3,6%
Tipo 2	18	55,5%
Tipo 3	14	6%
Tipo 4	40	10%
Tipo 5	44	18,4%
Tipo 6	80	2,3%
Tipo 7	200	4,6%

Tabella 22 - Prodotti LED proposti

A seguito della simulazione di relamping effettuata, si riscontra che la potenza attualmente installata potrebbe essere abbattuta di circa il **50 %**, divenendo pari a circa **5,1 kW**.

Si è proceduto poi alla stima del consumo annuo dell'impianto di illuminazione nell'assetto attuale, al fine di effettuare un confronto con lo scenario proposto.

Si è stabilito il profilo di funzionamento delle luci valutando le ore di buio del comune di Alassio, tenendo conto che il servizio di illuminazione esterna è gestito da un interruttore crepuscolare che comanda l'accensione e lo spegnimento del sistema in funzione della luce solare.

Per quanto riguarda il funzionamento dei fari a servizio del campo da tennis e dell'area giochi, si è supposto un'accensione giornaliera di picco di circa 2 ore nel periodo estivo (maggio/settembre), scalata poi in relazione al profilo occupazionale della struttura nei mesi di marzo e aprile.

La tabella di seguito riporta i profili sopra descritti.

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Illuminazione esterna attuale	15,7	14,5	13,1	11,5	10,2	9,6	9,9	11,0	12,5	14,0	15,3	16,0
Illuminazione campi da gioco	0,0	0,0	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0

Tabella 23 - Profili di funzionamento illuminazione

Se si suppone di mantenere costanti i profili di funzionamento delle apparecchiature anche a seguito del relamping, si può stimare che il consumo annuo per l'illuminazione totale del complesso possa subire un abbattimento di circa il **45 %**. In tal modo si avrebbe un consumo annuo di energia elettrica per la sola illuminazione pari a circa **17.362 kWh/anno**, che corrisponde ad una spesa annua di circa **2.587 €/anno**.

Da ciò si evince come, a seguito della sostituzione degli apparecchi luminosi esterni del complesso, sarebbe possibile beneficiare, sulla bolletta di fornitura elettrica, di un potenziale mancato esborso economico massimo di circa **2.120 €/anno**.

Considerando, inoltre, che a seguito della sostituzione degli apparecchi si potrà beneficiare, per quanto riguarda la manutenzione, di un potenziale mancato esborso economico massimo aggiuntivo stimabile in circa **1.000 €/anno**, si ha che il totale risparmio potenziale annuo ammonta a circa **3.120 €/anno**.

È stata inoltre posta particolare attenzione al sistema che gestisce l'illuminazione esterna. La fotoresistenza che interagisce con la luce solare e che comanda l'accensione e lo spegnimento può essere ingannata dalla superficie che la protegge. Ciò dovuto a sporco ed invecchiamento del sistema o ad ombreggiamenti successivi all'installazione. A causa di tali aspetti il sistema è implicitamente destinato a deteriorare le proprie prestazioni nel tempo. Lo sporco in fase avanzata porta ad anticipare l'orario di accensione dell'illuminazione fino anche ad un'ora rispetto alla reale necessità, comportando conseguentemente un incremento dei consumi.

Si prevede pertanto di sostituire il dispositivo che regola il sistema di illuminazione al fine di sfruttare totalmente l'apporto di luce naturale e massimizzare i benefici che tale regolazione comporta.

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo delle cifre sin qui descritte in merito al potenziale intervento di relamping.

<b>Riepilogo dei potenziali benefici derivanti da un intervento di relamping</b>	
Consumo annuo per l'illuminazione esterna attuale	31.588 kWh/anno
Consumo annuo per l'illuminazione esterna a seguito di relamping	17.362 kWh/anno

<b>Potenziale risparmio annuo massimo di energia elettrica</b>	<b>14.227 kWh/anno</b>
--	------------------------

<i>Spesa annua per l'illuminazione esterna attuale</i>	<i>4.706 €/anno</i>
<i>Spesa annua per l'illuminazione esterna a seguito di relamping</i>	<i>2.587 €/anno</i>
Potenziale mancato esborso economico annuo massimo in energia	2.120 €/anno
Potenziale mancato esborso economico annuo massimo in manutenzione	1.000 €/anno
<b>Potenziale mancato esborso economico annuo massimo</b>	<b>3.120 €/anno</b>

<b>Potenziale risparmio annuo massimo di tonnellate di petrolio equivalenti</b>	<b>2,7 tep</b>
<b>Abbattimento dei consumi elettrici per l'illuminazione</b>	<b>45%</b>

Tabella 24 - Potenziali benefici derivanti dal relamping

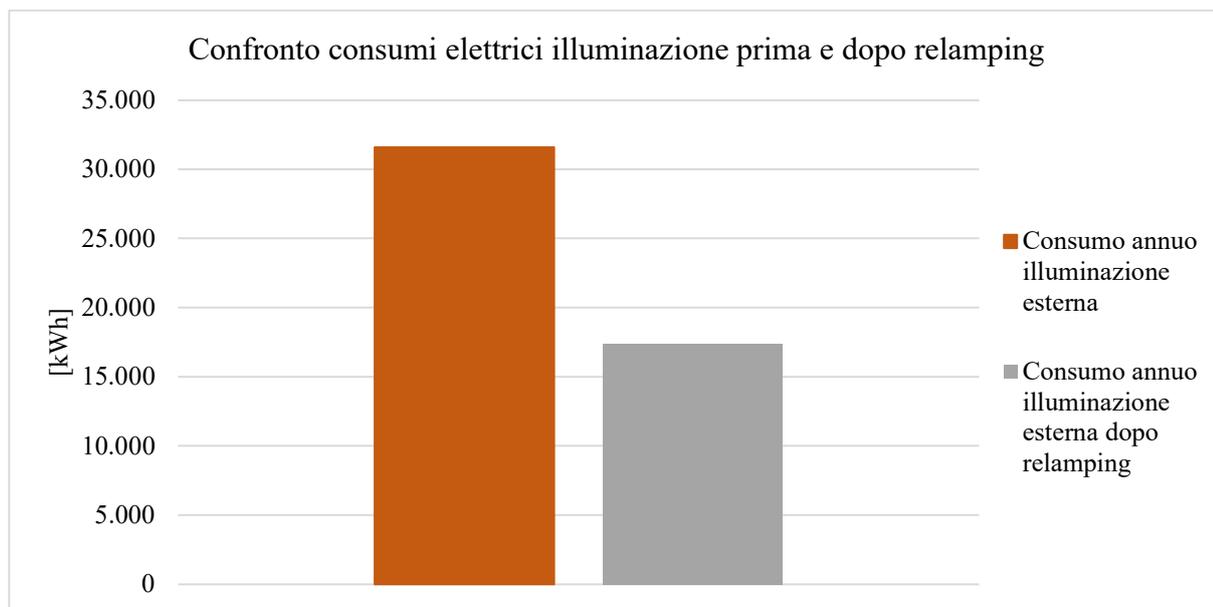


Figura 24 – Confronto consumi elettrici illuminazione prima e dopo relamping

### 3.5 Piano di rientro economico

Con riferimento alle cifre esposte in precedenza, segue ora un'analisi economica riguardante l'investimento richiesto dall'intervento in oggetto.

Investimento [€]	14.869 €
Risparmio annuo [€/anno]	3.120 €
<b>sPBT [anni]</b>	<b>4,8</b>

Anno	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Costi</b>	14.869 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Risparmio Energetico	0 €	2.120 €	2.120 €	2.120 €	2.120 €	2.120 €	2.120 €	2.120 €	2.120 €	2.120 €	2.120 €
Risparmio Manutenzione	0 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
<b>Ricavi</b>	0 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €
<b>Flusso di cassa</b>	-14.869 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €	3.120 €
<b>Indebitamento</b>	-14.869 €	-11.750 €	-8.630 €	-5.511 €	-2.391 €	729 €	3.848 €	6.968 €	10.087 €	13.207 €	16.326 €

Tabella 25 – Piano di rientro economico

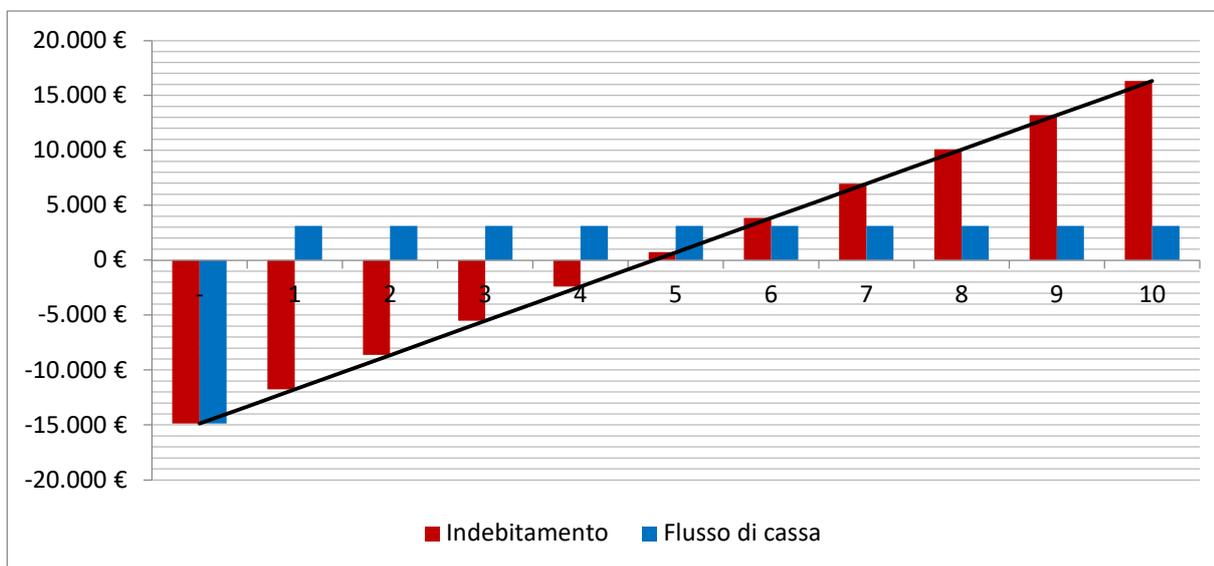


Figura 25 – Piano di rientro economico

Se si suppone di considerare un tasso d'interesse pari al 3%, è possibile stimare un'attualizzazione del tempo di rientro economico come esposto nella tabella seguente.

Tasso di interesse	R	3%
Costo di investimento	$I_0$	14.869 €
Mancato esborso totale al primo anno	$FC_0$	3.120 €
Valore attuale netto a 15 anni	VAN	22.372 €
<b>Tempo di ritorno attualizzato</b>	<b>TRA</b>	<b>5,22</b>

Flussi di Cassa attualizzati per anno														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3.029 €	2.940 €	2.855 €	2.772 €	2.691 €	2.613 €	2.536 €	2.463 €	2.391 €	2.321 €	2.254 €	2.188 €	2.124 €	2.062 €	2.002 €

Tabella 26 - Piano di rientro economico attualizzato

### 3.6 Installazione sistema integrato fotovoltaico sul residence Riviera

Data l'ottima esposizione del tetto del residence Riviera, si è valutata l'installazione del sistema integrato per la produzione di energia elettrica dalla luce solare.

Il sistema è particolarmente adatto al sito dal momento che è totalmente integrabile nella copertura e può quindi essere impiegato anche su edifici soggetti a vincoli paesaggistici. Inoltre, la sua caratteristica di flessibilità permette al sistema di adattarsi a qualsiasi tipo di struttura, come le coperture a volta del residence Riviera.

La particolare tecnica di montaggio non prevede né fori né zavorre in copertura e l'assenza di intelaiature evita sovraccarichi della struttura e sforzi dovuti all'estrazione da vento (effetto vela). Il sistema è autopulente, infatti lo speciale rivestimento superficiale consente tramite il semplice ruscellamento dell'acqua, una pulizia generale del modulo fotovoltaico. In ultimo l'installazione di tale sistema si orienta in direzione ecologica, grazie alla speciale tecnologia in CIGS<sup>2</sup>.

Di seguito sono riepilogate le caratteristiche dei moduli fotovoltaici.

Area lorda singolo modulo [mq]	2.06
Area netta singolo modulo [mq]	1.9
Potenza di picco singolo modulo [ $W_p$ ]	405
Rendimento	19.6%
Performance Ratio (PR)	0,77

Tabella 27 - Caratteristiche modulo fotovoltaico

Si è prevista l'installazione di un impianto con potenza di picco pari a **19,44 kW<sub>p</sub>**, occupante una superficie lorda di circa **105 m<sup>2</sup>**, compatibile con il valore stimato di circa 220 m<sup>2</sup> per la copertura del residence. Le caratteristiche dell'impianto sono sintetizzate in tabella.

n° moduli	48
Potenza di picco totale [ $kW_p$ ]	19,44
Area lorda totale impianto [mq]	105

Tabella 28 - Impianto integrato FV su residence Riviera

Supponendo di installare i moduli sul tetto in modo da seguirne la curvatura e simulando opportunamente il loro orientamento, sono stati ottenuti i seguenti valori per quanto riguarda la producibilità complessiva dell'impianto<sup>3</sup>.

Mese	Irradianza solare sul piano dei moduli [kWh/mq]	Performance Ratio PR [%]	Producibilità campo [kWh]
gennaio	52,53	79%	806,73
febbraio	78,56	78%	1.191,22
marzo	109,36	77%	1.636,99
aprile	138,33	75%	2.016,85
maggio	173,08	73%	2.456,21
giugno	206,67	72%	2.892,72
luglio	229,92	71%	3.173,45
agosto	197,19	72%	2.760,03
settembre	132,50	73%	1.880,33
ottobre	89,56	75%	1.305,78
novembre	57,50	77%	860,71
dicembre	49,08	78%	744,21

Tabella 29 - Producibilità annua stimata

Da questo grafico dobbiamo stimare l'energia che viene effettivamente utilizzata. Bisogna tenere conto del fattore di contemporaneità tra i consumi e la disponibilità di energia dal fotovoltaico

<sup>3</sup> N.B. La producibilità annua è stata calcolata sulla base di un modello matematico. La resa reale dell'impianto fotovoltaico può divergere a causa di fluttuazioni meteorologiche, dei rendimenti di moduli e inverter e di altri fattori. Tale dimensionamento non sostituisce la progettazione tecnica dell'impianto fotovoltaico.

Questa quota di energia consumabile viene suddivisa per fasce. F1 ha la quota più alta dal momento che corrisponde ai giorni dal lunedì al venerdì tra le 8:00 e le 19:00, in concomitanza quindi con la produzione fotovoltaica. La quota in F2 scende leggermente poiché si considerano le fasce 7:00 - 8:00 e 19:00 - 23:00, quando il fotovoltaico spesso non produce (soprattutto nei mesi invernali), e il sabato. F3 corrisponde alla domenica e alle ore notturne, quindi viene considerata una piccola parte come autoconsumabile.

Quota autoconsumabile		
F1	F2	F3
90%	40%	20%

Tabella 30 - Percentuale quota autoconsumabile

Nella tabella 31 nella pagina successiva è possibile verificare quanta energia di quella effettivamente prodotta finisce in autoconsumo. È fondamentale riuscire a calcolare nel modo più esatto possibile questa quantità perché è quella viene usata per il calcolo del tempo di rientro.

È importante che si autoconsumi il più possibile, si deve quindi evitare la sovrapproduzione sia in termini di potenza installata sia in termini di rapporto energia utilizzabile / energia producibile.

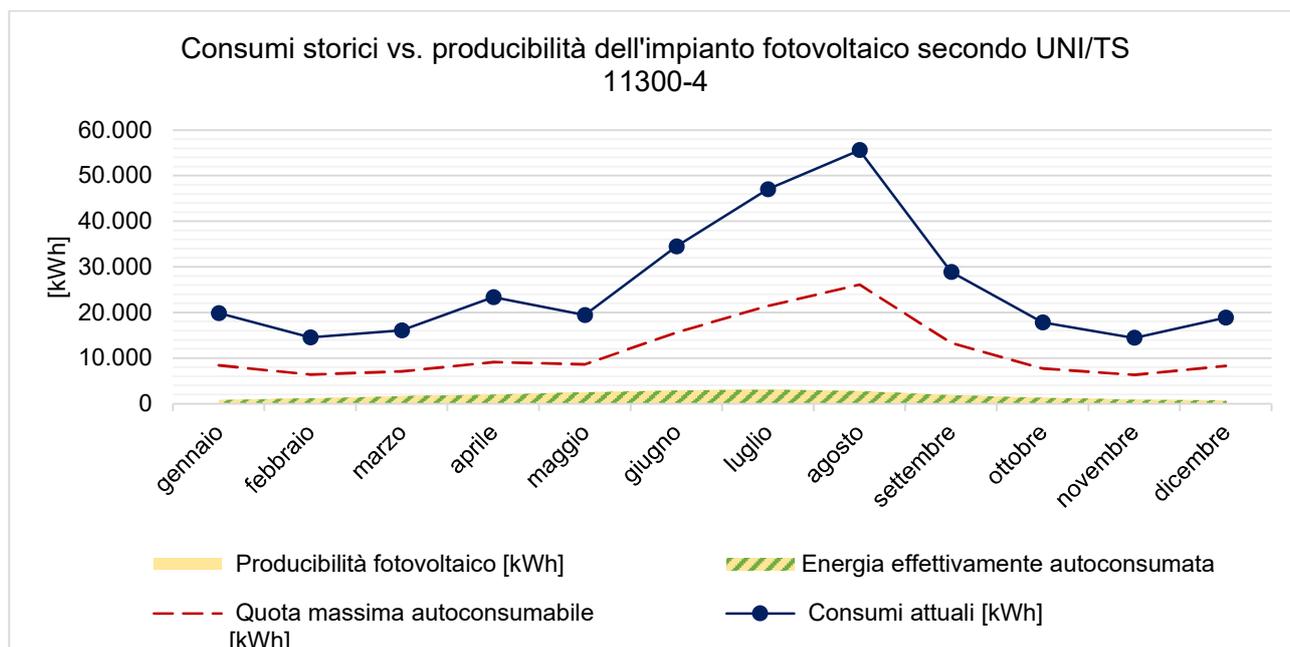


Figura 26 - Andamento consumi producibilità

Dal grafico si può capire meglio quanto esposto. L'area gialla deve idealmente coprire tutta l'area al di sotto della linea rossa. Ciò ovviamente non è possibile nella realtà vista la variazione di producibilità tra estate e inverno dell'impianto fotovoltaico. Si deve cercare quindi un punto di ottimo: vado leggermente in sovrapproduzione in estate per guadagnare energia nei mesi invernali.

Mese	Consumi attuali [kWh]	Autoconsumo da FV [kWh]	Prelievo futuro di elettricità da rete	Copertura del fabbisogno elettrico	Energia ceduta alla rete [kWh]
gennaio	19.858	807	19.051	4%	-
febbraio	14.564	1.191	13.373	8%	-
marzo	16.088	1.637	14.451	10%	-
aprile	23.363	2.017	21.346	9%	-
maggio	19.442	2.456	16.986	13%	-
giugno	34.479	2.893	31.586	8%	-
luglio	47.024	3.173	43.850	7%	-
agosto	55.606	2.760	52.845	5%	-
settembre	28.915	1.880	27.035	7%	-
ottobre	17.849	1.306	16.543	7%	-
novembre	14.440	861	13.579	6%	-
dicembre	18.899	744	18.155	4%	-
<b>En. elettrica [kWh/a]</b>	<b>310.525</b>	<b>21.725</b>	<b>288.800</b>	<b>7%</b>	<b>0</b>
<b>Spesa [€/anno]</b>	<b>46.262 €</b>	<b>3.237 €</b>	<b>43.026 €</b>		<b>- €</b>

Tabella 31 - Quota energia autoconsumata

### 3.7 Benefici conseguibili dall'installazione dell'impianto FV integrato su residence Riviera

Si riporta di seguito l'analisi economica svolta sull'intervento appena esposto<sup>4</sup>.

<b>Investimento [€]</b>	<b>€ 50.600,00</b>
-------------------------	--------------------

<b>Mancato Esborso Economico [€/anno]</b>	<b>€3.237</b>
Super ammortamento	130%
Quota di ammortamento <sup>5</sup>	9%
Anni detraibilità	11
<b>Detrazione annua (usufruibile per 5 anni) [€/anno]</b>	<b>€ 5.920</b>
<b>Mancato Esborso Economico con Detrazione fiscale [€/anno]</b>	<b>€ 9.157</b>

<b>Tempo di rientro semplice [anni]</b>	<b>5,5</b>
---	------------

Tabella 32 - Analisi economica

### 3.8 Piano di rientro economico

Segue l'analisi economica dell'intervento in oggetto.

Anno	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Costi</b>	50.600 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1 €
Mancato esborso	0 €	3.237 €	3.237 €	3.237 €	3.237 €	3.237 €	3.237 €	3.237 €	3.237 €	3.237 €	3.237 €	3.237 €
Detrazione fiscale	0 €	5.920 €	5.920 €	5.920 €	5.920 €	5.920 €	5.920 €	5.920 €	5.920 €	5.920 €	5.920 €	5.920 €
<b>Ricavi</b>	<b>0 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>
<b>Flusso di cassa</b>	<b>-50.600 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.157 €</b>	<b>9.156 €</b>
<b>Indebitamento</b>	<b>-50.600 €</b>	<b>-41.443 €</b>	<b>-32.286 €</b>	<b>-23.128 €</b>	<b>-13.971 €</b>	<b>-4.814 €</b>	<b>4.343 €</b>	<b>13.500 €</b>	<b>22.658 €</b>	<b>31.815 €</b>	<b>40.972 €</b>	<b>50.128 €</b>

Tabella 33 – Piano di rientro economico

Si ha quindi un risparmio netto di energia elettrica di 3237 €/anno. Con i contributi forniti dallo stato si arriva ad un payback time di circa 5,5 anni. Da questa tabella si evincono chiaramente sia il ruolo che l'importanza dei sussidi statali per questi interventi di efficientamento. Togliendo i sussidi statali si trova che il payback time invece di essere di 5,5 anni arriva ad essere di 16,5 anni. Davanti a un tempo di rientro così lungo molte aziende si tirerebbero indietro.

<sup>4</sup> L'analisi è stata effettuata considerando di poter applicare il super ammortamento al 130% previsto dalla Legge di Bilancio 2018. Tuttavia, ci si riserva di verificare, in fase esecutiva, l'applicabilità di tale beneficio al Cliente.

<sup>5</sup> Valore da verificare in fase esecutiva

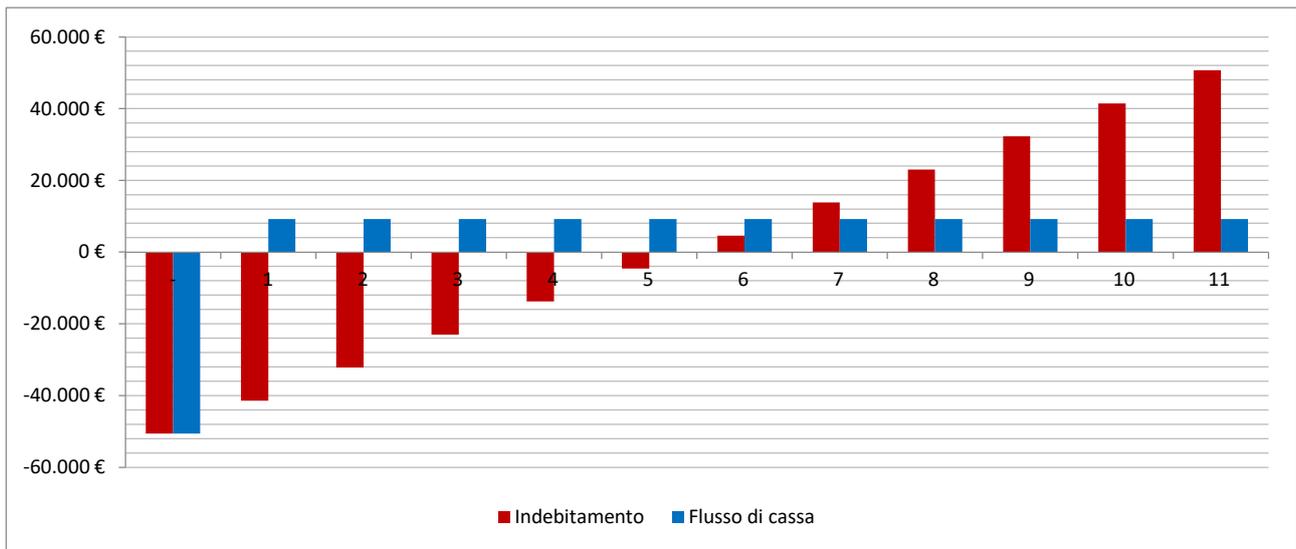


Figura 27 - Flusso di cassa

Dal grafico del flusso di cassa si può notare come dopo 11 anni dall'investimento l'impianto si sia ripagato e si sono generati introiti pari al costo totale dell'impianto. La durata garantita è di 25 anni, quindi il ritorno economico diventa importante: si parla di un flusso finale di cassa di circa 200.000 €.

La previsione di rientro è stata fatta a partire dai dati forniti da programmi di simulazione per quanto riguarda i valori dell'irraggiamento e da i calcoli di producibilità fatti da noi. Nel grafico in basso sono rappresentati i dati di produzione reali ottenuti monitorando l'inverter installato. Dalla linea di tendenza si vede bene come la produzione aumenti andando verso l'estate.

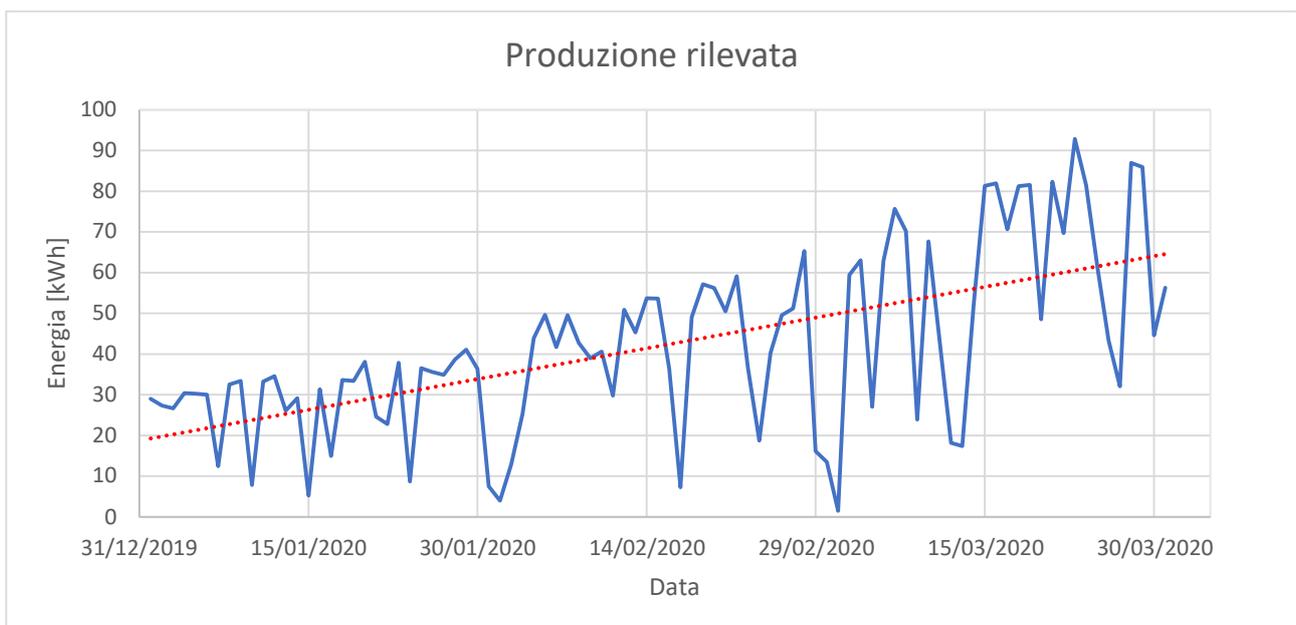


Figura 28 - Produzione rilevata da impianto fotovoltaico

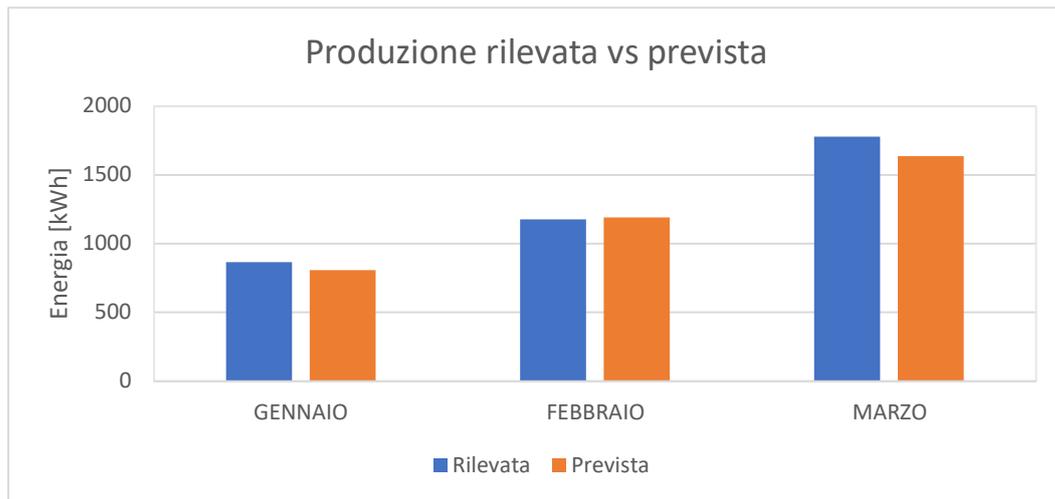


Figura 29 - Energia prodotta vs energia prevista

Dalla figura 31 si vede il confronto per i primi 3 mesi di dati raccolti tra la produzione da noi stimata in fase di progettazione e di preventivazione e quella realmente poi prodotta dal campo fotovoltaico. L'errore fatto risulta essere trascurabile, ma il dato ancora più importante è che la previsione è inferiore al valore di produzione rilevato: il tempo di rientro sarà quindi inferiore a quello prospettato.

Visto il risultato ottenuto il committente ha previsto la realizzazione di ulteriori due campi fotovoltaici, che dovrebbero portare la potenza installata intorno ad un valore di circa 80 -100 kW di picco. Un campo da 22 kW è già stato approvato ed è in fase di realizzazione, la restante parte è ancora in fase di studio.

In fase di studio c'è anche la possibilità di inserire un accumulo elettrico in modo da poter coprire la parte di consumo che non è coperta dalle ore di sole, in particolare il periodo serale. In una struttura alberghiera di questo tipo, infatti, la curva di consumo ha il suo picco massimo proprio intorno alle 20. Dal punto di vista energetico il sistema aumenterebbe la sua efficienza, resta però da valutare la fattibilità economica. Le batterie sono costose e hanno una durata limitata: si parla di 10 - 15 anni di vita. In questo lasso di tempo il costo della batteria deve essere ammortizzato. Il calcolo non è immediato, bisogna tenere conto del fatto che, con il passare del tempo, l'energia accumulabile nel pacco batterie diminuisce fino ad arrivare in alcuni casi al 60% dopo circa 10 anni rispetto a quella dichiarata in origine dal costruttore. Si corre quindi il rischio di sovrastimare l'energia effettivamente utilizzabile nel periodo di vita delle batterie e di spostare così il payback di qualche anno, portandolo così da un 7/ 8 anni a un 11/ 12. Se con 7/ 8 anni di rientro l'investimento dava comunque un ritorno economico, con 11/12 si va in perdita.

### CAMPING MONTI & MARE - ALASSIO (SV) Prelievi di potenza medi

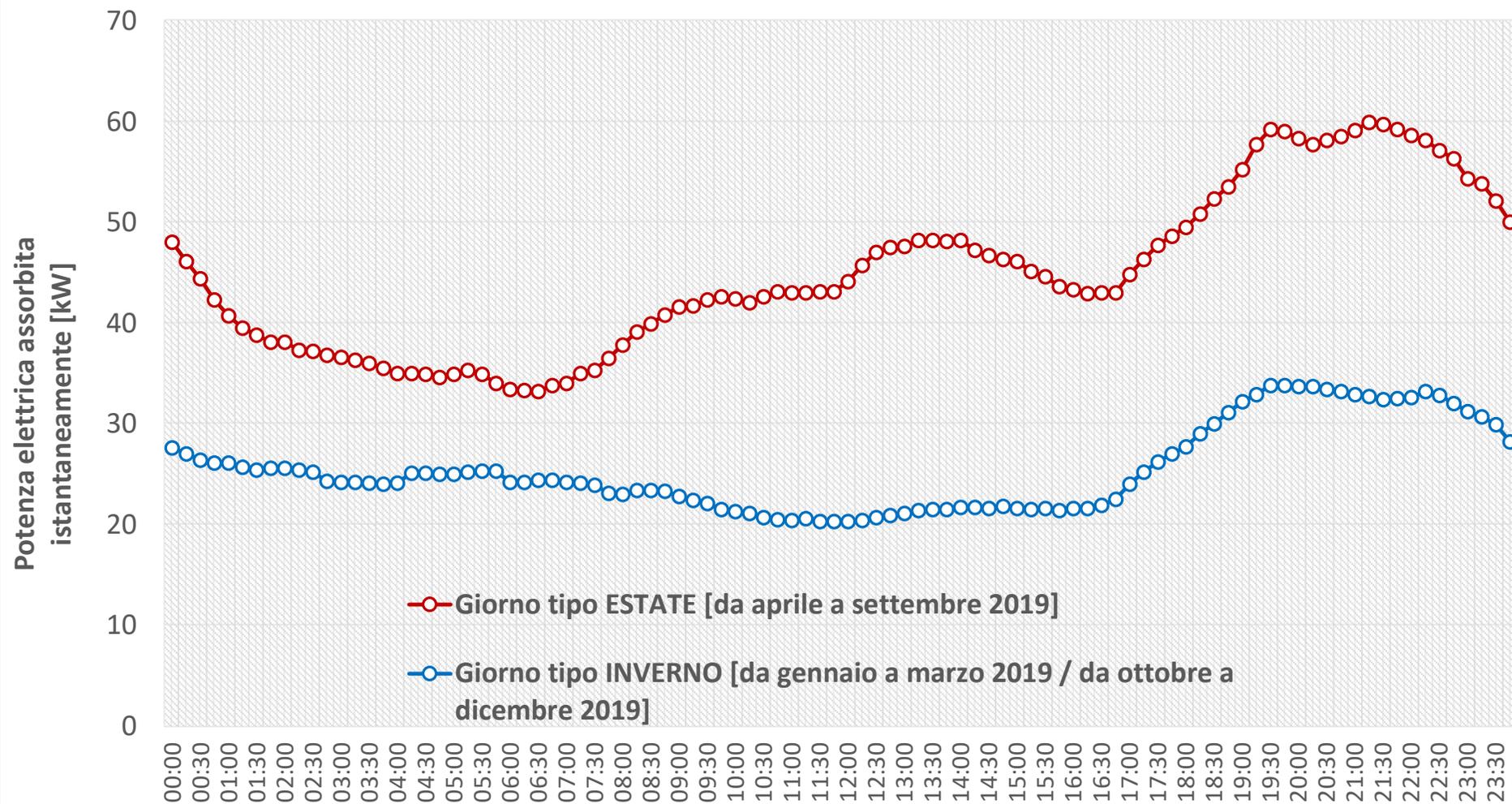


Figura 30 - Andamento assorbimento medio giornaliero

Il grafico di figura 32 rappresenta l'andamento dell'assorbimento medio di potenza di un giorno tipico invernale (linea blu) e un giorno estivo (linea rossa). Si nota che l'assorbimento minimo si attesta intorno ai 20 kW. Questo significa che tutta l'energia prodotta dal fotovoltaico va completamente in autoconsumo. Il coefficiente di contemporaneità in questo caso risulta essere 1: corrispondenza perfetta tra disponibilità e richiesta di energia. Tutta l'energia prodotta quindi verrà consumata. Questo è un caso particolare poiché l'impianto è risulta essere sottodimensionato. Nei casi normali si cerca di installare una potenza di picco che dia una leggera sovrapproduzione nei mesi estivi che però mi garantisca più energia nei mesi invernali. Questa sovrapproduzione estiva, che in questo caso non è presente, è rappresentata da quella fetta di energia prodotta e immessa in rete poiché non utilizzata oppure stoccata in batterie.

## INTERVENTI SUL VETTORE ENERGIA TERMICA

### 4.1 Fabbisogni

Il calcolo del fabbisogno termico della struttura è stato sviluppato con il software Edilclima. Per la costruzione del modello ci siamo serviti delle planimetrie per il posizionamento di pareti, port e finestre. La stratigrafia è stata rilevata sul campo per quelle pareti per cui era possibile, per le altre è stata usata una stratigrafia standard legata al luogo di costruzione e all'età della struttura. Il software in output consegna la potenza massima dovuta alle dissipazioni e l'energia annuale necessaria per mantenere le condizioni di set-point. Con il valore della potenza massima dissipata si dimensiona la centrale termica e i radiatori nelle varie stanze, con il valore dell'energia annuale si valutano le spese.

#### - Riassunto dispersioni delle zone

Zona	Descrizione	$\Phi_{tr}$ [W]	$\Phi_{ve}$ [W]	$\Phi_{hl}$ [W]	$\Phi_{hl\ sic}$ [W]
1	A6	5781	1775	7556	7556
2	A4	2145	1088	3233	3233
3	A3	2204	1080	3284	3284
4	A2	5213	1949	7162	7162
5	A1	5210	1942	7152	7152
6	A5	1836	551	2387	2387
Totale:		<b>22389</b>	<b>8385</b>	<b>30774</b>	<b>30774</b>

Tabella 34 – Fabbisogno di potenza residence Liguria

Zona	Descrizione	$\Phi_{tr}$ [W]	$\Phi_{ve}$ [W]	$\Phi_{hl}$ [W]	$\Phi_{hl\ sic}$ [W]
1	Terra Uno	2284	2086	4371	4371
2	Terra Due	1935	2348	4283	4283
3	Terra Tre	1947	2349	4296	4296
4	Terra Quattro	2354	2109	4463	4463
5	Primo Cinque	3027	1717	4744	4744
6	Primo Sei	1940	1380	3320	3320
7	Primo Sette	2065	1460	3525	3525
8	Primo Otto	1948	1366	3313	3313
9	Primo Nove	1999	1424	3423	3423
10	Primo Dieci	3119	1737	4856	4856
Totale:		<b>22617</b>	<b>17976</b>	<b>40594</b>	<b>40594</b>

Tabella 35 - Fabbisogno di potenza residence Riviera

$\Phi_{tr}$	Potenza dispersa per trasmissione
$\Phi_{ve}$	Potenza dispersa per ventilazione
$\Phi_{hl\ sic}$	Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza
$\Phi_{hl}$	Potenza totale dispersa

Dalle tabelle emerge che il fabbisogno dei due residence è di circa 71 kW. Questo valore da indicazione di quale potenza debba venire installata nella centrale termica: è la potenza richiesta per soddisfare il fabbisogno nell'edificio nelle peggiori condizioni di progetto imposte. Nel rapporto stilato dal software compare la il flusso attraverso ogni singola parete e ogni singolo componente vetrato. Questo permette una progettazione ottimale dell'impianto di riscaldamento al fine di conseguire il miglio confort termico per gli occupanti. Nel caso in questione la committenza non ha ritenuto necessario intervenire sui ventilconvettori attualmente installati.

In fase di progettazione sono state ipotizzate diverse soluzione che verranno analizzate.

#### 4.2 Analisi dei consumi di gasolio

Il vettore energetico attualmente utilizzato è gasolio denaturato (0,1%). Il serbatoio ha una capienza da 4.000 litri ed è rabboccato in funzione delle necessità.

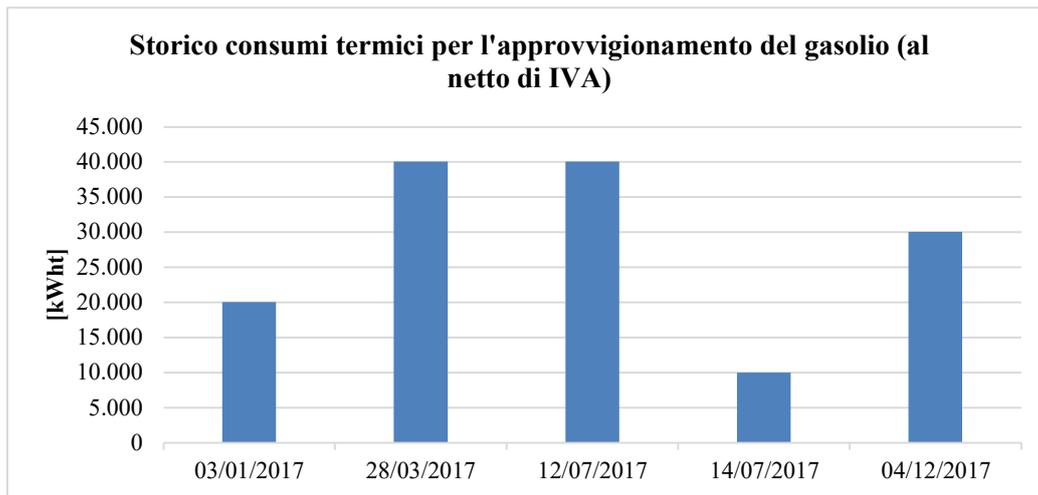
L'analisi è stata effettuata sulla fatturazione del combustibile dell'ultimo anno, il 2017.

Data fattura	Quantità [l]	Energia termica [kWh]
03/01/2017	2.000	20.019
28/03/2017	4.000	40.038
12/07/2017	4.000	40.038
14/07/2017	1.000	10.009
04/12/2017	3.000	30.028
<b>Totale</b>	<b>14.000</b>	<b>140.132</b>

Tabella 36 - Consumi annui di gasolio

Data fattura	Quantità [l]	Imponibile (al netto di IVA)	Costo unitario del gasolio (al netto di IVA)
03/01/2017	2.000	€ 2.132	1,07 €/l
28/03/2017	4.000	€ 4.380	1,1 €/l
12/07/2017	4.000	€ 4.426	1,11 €/l
14/07/2017	1.000	€ 1.106	1,11 €/l
04/12/2017	3.000	€ 3.394	1,13 €/l
<b>Totale</b>	<b>14.000</b>	<b>€ 15.438</b>	<b>1,1 €/l</b>

Tabella 37 – Spesa annua per l'approvvigionamento di gasolio



*Figura 31 – Consumi di energia termica*

### 4.3 Soluzione pompa di calore

Al fine di riqualificare la centrale termica esistente, si propone di dismettere le caldaie a gasolio esistenti e di installare una pompa di calore per la produzione di ACS e per il riscaldamento. Inoltre, si suggerisce un rimodernamento dell'impianto solare termico già installato in loco e, per quanto riguarda il servizio di climatizzazione estiva, la sostituzione del gruppo frigo a servizio del residence Riviera con n°2 macchine del tipo mono/multi split più performanti.

Il fabbisogno termico annuale per garantire il servizio di ACS e riscaldamento è stato stimato, sulla base dei consumi di gasolio dell'anno di riferimento, in circa 140.132 kWh. La spesa energetica corrispondente, reperita dalle fatture di rifornimento del gasolio, è pari a circa 15.438 €.

L'installazione della pompa di calore consente l'eliminazione del vettore energetico gasolio e delle conseguenti difficoltà logistiche di gestione, in favore dell'uso di energia elettrica.

Si è prevista una sostituzione della macchina che svolge il servizio di raffrescamento per il residence Riviera in plug & play, ovvero il gruppo frigo sarebbe sostituito con n°2 nuove macchine mantenendo invariata la potenza frigorifera attualmente installata. Le macchine proposte, grazie ad una tecnologia più avanzata, consentono di conseguire una riduzione dei consumi elettrici di circa il 15%.

Per quanto riguarda l'impianto solare termico, si è previsto di installare n°4 kit da 3 collettori piani ciascuno e con accumulo totale pari a 2000 litri.

<b>Impianto solare termico per ACS a servizio dei residence</b>		
N° kit comprensivi di 3 collettori piani, accumulo, centralina, ecc.	4	-
N° totale collettori solari piani	12	-
Superficie utile del singolo collettore	2,33	m <sup>2</sup> /cad.
Superficie totale lorda dell'impianto solare	28,4	m <sup>2</sup>
Producibilità annua teorica impianto solare termico per residence Riviera	10.356	kWh <sub>t</sub>
Producibilità annua teorica impianto solare termico per residence Liguria	9.396	kWh <sub>t</sub>
<b>Producibilità annua teorica da fonte rinnovabile</b>	<b>19.752</b>	<b>kWh<sub>t</sub></b>
<b>Potenziale mancato esborso economico massimo annuale conseguibile</b>		
		<b>2.173 €/anno</b>
<b>Tonnellate di petrolio equivalente risparmiate</b>		
		<b>1,7</b>

<b>Pompa di calore per ACS e riscaldamento a servizio dei residence</b>		
Potenza in riscaldamento	150	kW <sub>t</sub>
Fabbisogno termico annuo	120.380	kWh <sub>t</sub>
COP medio annuo per la zona climatica C	2,80	-
Assorbimento elettrico teorico annuale pompa di calore	42.993	kWh <sub>el</sub>
Spesa elettrica teorica annuale pompa di calore a seguito dell'installazione		6.405 €/anno
Potenziale mancato esborso economico massimo annuale conseguibile nel termico con la pompa di calore		11.579 €/anno
<b>Potenziale mancato esborso economico massimo annuale conseguibile</b>		
		<b>5.173 €/anno</b>
<b>Tonnellate di petrolio equivalente risparmiate</b>		
		<b>1</b>

<b>Chiller per raffrescamento residence Riviera</b>		
Potenza in raffrescamento	8	kW <sub>t</sub> /cad.
Assorbimento elettrico teorico annuale del gruppo frigo attuale	20.000	kWh <sub>el</sub>
Assorbimento elettrico teorico annuale dei nuovi chiller	17.000	kWh <sub>el</sub>
Risparmio energetico annuo teorico	3.000	kWh <sub>el</sub>
<b>Potenziale mancato esborso economico massimo annuale conseguibile</b>		
		<b>447 €/anno</b>
<b>Tonnellate di petrolio equivalente risparmiate</b>		
		<b>0,5</b>

<b>Mancato esborso economico energetico totale potenzialmente conseguibile</b>	<b>7.794 €/anno</b>
Potenziale mancato esborso economico in spese di manutenzione	3.500 €/anno
Risparmio fiscale IRES e IRAP dovuto a quote di ammortamento	2.866 €/anno
<b>Mancato esborso economico totale potenzialmente conseguibile</b>	<b>14.160 €/anno</b>
<b>Tonnellate di petrolio equivalente risparmiate</b>	<b>3,2</b>

Tabella 38 - Interventi di riqualificazione centrale termica

La soluzione proposta prevede l'installazione di due pompe di calore per una potenza complessiva di 150 kW<sub>t</sub>. Vengono affiancate da un impianto a collettori solari.

I collettori solari sono i Viessmann Vitosol F. Sono pannelli collocati sui due tetti piani del residence Riviera, a fianco dell'impianto fotovoltaico. 10 in totale, sono divisi in 2 campi differenti composti ciascuno da 5 collettori. Ogni sottocampo è collegato a uno dei due bollitori di accumulo collocati all'interno della centrale termica. Lo scopo del collettore solare è quello di alzare la temperatura degli accumuli di acqua tecnica. Si tratta di una sostituzione di un impianto esistente, l'intervento si limita quindi esclusivamente alla sostituzione dei pannelli solari e della relativa struttura di supporto. Le tubazioni che portano il glicole agli scambiatori nella centrale sono murate e quindi non vengono sostituiti.

Il calore solare dai collettori passa agli accumuli di acqua tecnica. Gli accumuli hanno la funzione di volano termico. Sono presenti negli impianti di qualunque taglia e servono per diminuire accensioni e spegnimenti del generatore principali e per avere rapidità di erogazione di acqua calda. Questi continui transitori, oltre ad avere un grosso impatto sui consumi, riducono la durata della macchina: ad ogni avvio la macchina deve essere portata in temperatura, deve quindi sopportare continui carichi termici e meccanici.

L'accumulo di acqua tecnica serve la parte di riscaldamento ed è separato da quello di acqua calda sanitaria. L'impianto solare è collegato a quest'ultimo. L'impianto è configurato per funzionare con gli accumuli sempre in temperatura. Tenendoli in temperatura con il calore prodotto dal solare termico vengono ridotto al minimo gli avvii giornalieri.

Le 2 pompe di calore sono il cuore della centrale termica. Nella configurazione impiantistica scelta le due pompe vengono fatte lavorare in cascata. Quando la temperatura in uno degli accumuli scende sotto il set point, la centralina comanda l'accensione della pompa 1. La pompa 2 parte quando il carico richiesto supera la disponibilità di carico della pompa 1. La stessa procedura avviene in fase di spegnimento. La centralina spegne una pompa e poi l'altra. Al successivo avvio la sequenza di accensione è invertita. Questo permette di far sì che le pompe funzionino un numero di ore simile ed evitare un precoce invecchiamento di una delle due.

Dalle foto del rilievo preliminare si può notare come i tubi di distribuzione siano sprovvisti di isolamento termico. Nella riqualificazione della centrale termica si procede quindi anche alla completa sostituzione dell'impianto di distribuzione.

Per il raffrescamento si procede alla semplice sostituzione dei chiller con due di uguale potenza. I chiller presenti sono datati, risalgono ai primi anni del 2000. I nuovi chiller hanno un consumo più

contenuti di quelli attualmente installati. La sostituzione della coibentazione delle tubature ormai usurata riduce ulteriormente i consumi di energia.

Il piano economico per l'intervento sopra illustrato è riportato nella tabella sottostante.

<b>Investimento [€]</b>	<b>€ 114.100</b>
<b>Mancato Esborso Economico totale [€/anno]</b>	<b>€ 14.160</b>
Contributo Conto Termico 2.0 per installazione Pompa di Calore	€ 27.022
Contributo Conto Termico 2.0 per installazione Solare termico	€ 8.938
<b>Contributo Conto Termico 2.0 totale</b>	<b>€ 35.959</b>
<b>Spesa teorica con contributo Conto Termico 2.0</b>	<b>€ 78.141</b>
<b>Tempo di rientro semplice [anni]</b>	<b>5,5</b>

Anno	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Costi</b>	<b>114.100 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>
Conto Termico 2.0	0 €	17.980 €	17.980 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Risparmio energetico	0 €	7.794 €	7.794 €	7.794 €	7.794 €	7.794 €	7.794 €	7.794 €	7.794 €	7.794 €	7.794 €
Risparmio manutenzione	0 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €	3.500 €
Risparmio fiscale	0 €	2.866 €	2.866 €	2.866 €	2.866 €	2.866 €	2.866 €	2.866 €	2.866 €	2.866 €	2.866 €
<b>Ricavi</b>	<b>0 €</b>	<b>32.140 €</b>	<b>32.140 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>
<b>Flusso di cassa</b>	<b>-114.100 €</b>	<b>32.140 €</b>	<b>32.140 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>	<b>14.160 €</b>
<b>Indebitamento</b>	<b>-114.100 €</b>	<b>-81.961 €</b>	<b>-49.821 €</b>	<b>-35.661 €</b>	<b>-21.501 €</b>	<b>-7.341 €</b>	<b>6.819 €</b>	<b>20.979 €</b>	<b>35.139 €</b>	<b>49.299 €</b>	<b>63.459 €</b>

Tabella 39 – Piano di rientro economico

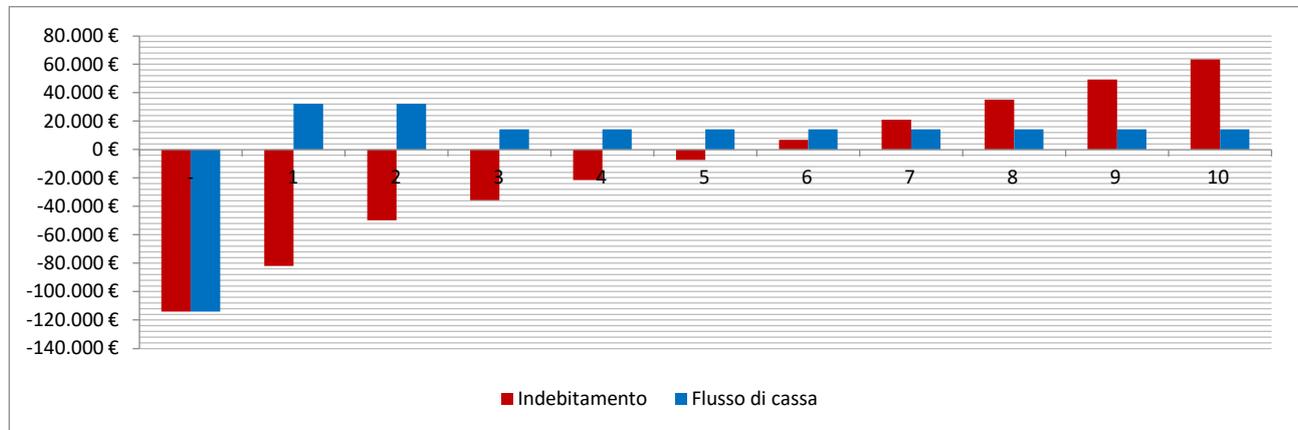


Figura 32 - Andamento flusso di cassa

#### *4.4 Soluzione caldaia a pellet*

La soluzione prevede l'installazione di due caldaie a pellet affiancate da due campi solari termici da 5 pannelli l'uno.

Il discorso fatto nel caso delle pompe di calore vale anche per questa installazione: la parte relativa al solare termico non subisce modifiche.

Si prevede di rimuovere ogni apparecchiatura presente nella centrale termica a servizio dei residence Riviera e Liguria, ivi compresi i 2 chiller più obsoleti e i 2 impianti solari termici da 5 collettori/cad. localizzati sul tetto del residence Riviera, e di installare i seguenti elementi:

- n° 2 caldaie a pellet Viessmann Vitoligno 300-C con una potenza termica utile di 48 kW<sub>t</sub>/cad., con funzionamento in cascata e alimentate con impianto di aspirazione
- n° 1 puffer inerziale per acqua tecnica Viessmann Solarcell SPU da 2.000 lt
- n° 2 bollitori per acqua calda sanitaria a doppio serpentino Viessmann Solar da 1.000 lt/cad.
- n° 2 silos da esterno Dena di dimensioni 2 x 2 x 2,6 m/cad. in acciaio zincato e a tenuta stagna, predisposti per caricamento tramite autobotte e tramite botola di carico superiore
- n° 2 impianti solari termici, ciascuno costituito da n° 5 collettori solari piani a circolazione forzata Viessmann Vitosol 200-F SV2D
- n° 1 chiller da circa 20 kWf per il condizionamento del residence Riviera
- n° 1 chiller da circa 14 kWf per il condizionamento del residence Liguria
- pompe di circolazione e componenti accessori centrale termica

Le due caldaie sono progettate per lavorare in cascata come già descritto per le pompe di calore.

In aggiunta alla descrizione impiantistica della soluzione a pompa di calore in questo caso vanno aggiunti i due silos per lo stoccaggio del pellet

Ciascuna delle due caldaie sarà collegata separatamente ad uno dei due silos, in modo tale da garantire una maggiore affidabilità e continuità di funzionamento al sistema di generazione di energia termica per riscaldamento e produzione ACS per i residence.

Per quanto riguarda i chiller vale lo stesso discorso fatto per l'intervento con pompa di calore.

## ANALISI DEI RISULTATI

### *5.1 Solare termico*

L'impianto solare termico è stato dimensionato sulla base di quello esistente in modo da non dover modificare l'impianto di distribuzione del glicole esistente.

È una tecnologia che sulla carta sembra essere molto vantaggiosa: produzione di acqua calda senza spreco di energia primaria. Nella realtà però la situazione è molto diversa

Lo sfasamento temporale tra la disponibilità dell'energia solare e la richiesta di energia termica è un problema difficile da risolvere e sempre presente, così come anche la stagionalità della richiesta.

Negli impianti residenziali la richiesta di energia termica e di acqua calda sanitaria è spostata nelle ore serali, mentre la produzione di energia termica avviene nel pomeriggio. Il riscaldamento poi è limitato alla sola stagione invernale, periodo in cui la produzione del solare termico è minore. Nel settore industriale poi la richiesta di acqua calda è praticamente nulla salvo rari casi in cui la linea di produzione la richieda, come ad esempio in alcuni processi dell'industria alimentare.

Alla luce di queste considerazioni, anche con l'aiuto economico degli incentivi, il payback time risulta essere superiore ai 10 anni. Un tempo considerato troppo lungo dalla maggior parte degli imprenditori.

In questo caso si è trattato di una semplice sostituzione di un solare termico obsoleto con uno nuovo. Le spese di installazione risultavano quindi ridotte, ed era stato espressamente richiesto dalla committenza.

Il consumo di acqua calda risulta essere importante vista la destinazione d'uso a residence – parco vacanze.

Questi due fattori, uniti alla possibilità di installare due grossi accumuli di ACS, hanno reso l'intervento economicamente sostenibile.

Gli accumuli hanno una capacità totale di 2000L, un simile volume non è sempre installabile dal momento che le centrali termiche sono dimensionate per contenere la sola caldaia.

I pannelli installati sono i Vitocell 200-F. Sono in totale 10, divisi in 2 sottocampi da 5 collettori, uno per ogni accumulatore.

Per una stima dei risparmi si ipotizza un impianto per la sola produzione di ACS con un prelievo giornaliero di 4000 l. Questo fabbisogno è stato stimato sulla base del numero di appartamenti presenti nella struttura.

La simulazione è stata fatta con il software polysun. L'impianto è composto da una caldaia a gasolio della potenza di 50 kW, un campo solare termico da 10 pannelli Viessmann Vitosol 200-F e da uno stoccaggio di 2000 l. In questo modo è possibile simulare il comportamento dell'impianto per stimarne la producibilità energetica annua.

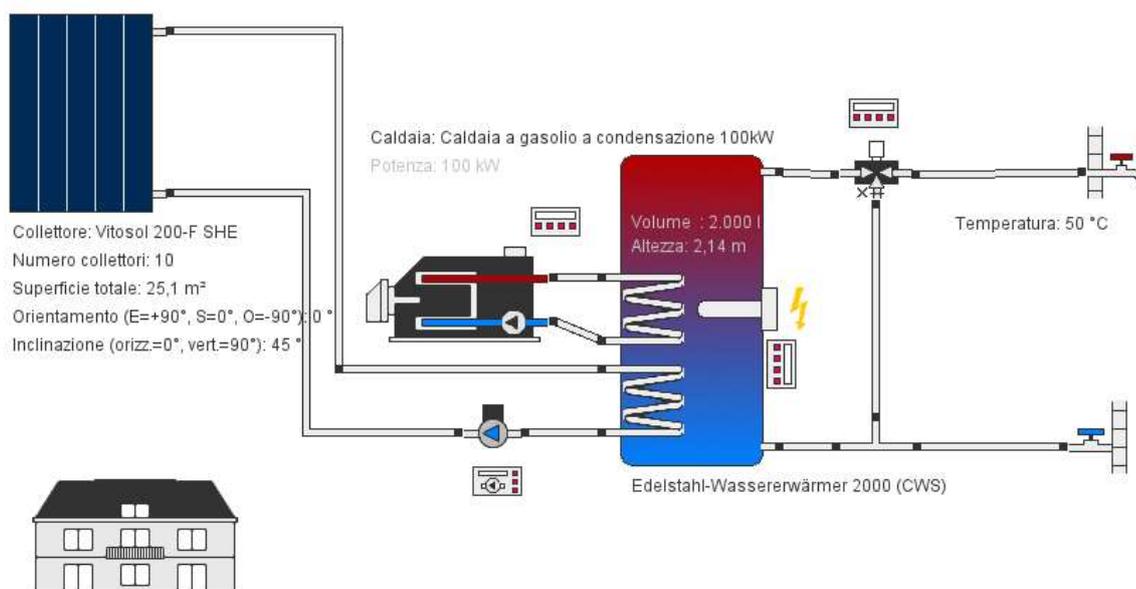


Figura 33 - Schema di impianto

Frazione solare: percentuale di energia solare al sistema	SFn	%	32,5
Energia solare termica al sistema	Qsol	kWh	20.101
Energia dei generatori di calore al sistema (energia solare termica esclusa)	Qaux	kWh	41.659
Consumo d'energia totale	Quse	kWh	59.880
Deficit d'energia	Qdef	kWh	14
Consumo totale di energia elettrica e/o combustibile del sistema	Etot	kWh	48.568
Consumo elettrico totale	Ecs	kWh	17
Consumo di gasolio totale	Eoil	kWh	48.551
Fattore di energia primaria	eP		0,89

Tabella 40 - Dati analisi sistema

Dai dati della simulazione emerge che il 32.5% del fabbisogno annuo di energia termica per la produzione di ACS viene fornita dall'impianto solare termico. Vengono forniti complessivamente 20.000 kWh termici. Utilizzando come combustibile il gasolio si ha che per ogni litro di gasolio consumato si producono 8.5 kWh<sub>t</sub>. Considerando i vari rendimenti di trasformazione si arriva a circa 8 kWh<sub>t</sub>/l. Si ha quindi un risparmio di 2500 litri di gasolio. Dal prezzo medio calcolato nella tabella 37 dal consuntivo dell'acquisto di gasolio si ottiene un risparmio economico di 2500 €/anno.

Come già anticipato precedentemente un risparmio così esiguo porta con sé dei tempi di rientro lunghissimi, che spesso fanno sì che i committenti scelgano di non installare un impianto solare termico di supporto.

### 5.2 Pompa di calore

La pompa di calore è un sistema di produzione di energia termica il cui funzionamento consiste nell'innalzare la temperatura di una fonte di calore presente in natura ad un livello utilizzabile per il riscaldamento o per la produzione di ACS.

Il funzionamento è il seguente. Un fluido frigorifero viene compresso, passa in uno scambiatore di calore dove cede il calore e passa dallo stato gassoso a quello liquido. A questo punto il fluido si trova ancora a una temperatura e una pressione molto alte. Viene quindi laminato in modo da abbatterne la temperatura. Passa a questo punto nel secondo scambiatore dove assorbe calore e passa dallo stato liquido a quello gassoso.



Figura 34 - Schema funzionamento pompa di calore

Invertendo il ciclo si passa al funzionamento di raffrescamento.

Sono la soluzione che sempre più spesso viene utilizzata e con il passare degli anni hanno guadagnato terreno sul campo dell'affidabilità. La competizione in questo settore è molto forte, ormai quasi tutti i costruttori hanno a catalogo modelli che vanno dal piccolo impianto domestico al grosso impianto industriale.

I vantaggi che questa tecnologia offre sono notevoli. Il rendimento è molto più alto di una normale caldaia a combustione. L'utilizzo di calore a bassa temperatura aumenta l'efficienza di distribuzione e il confort termico ne beneficia. Nel caso di accoppiamento ad un impianto fotovoltaico si ha poi lo sfruttamento di una fonte di energia pulita. Non si tratta quindi solo di spostare l'inquinamento dalla

propria caldaia alla centrale di generazione dell'energia elettrica, ma si tratta di ridurre le emissioni inquinanti.

Gli incentivi erogati dallo stato sull'installazione di un sistema a pompa di calore la hanno resa una soluzione interessante dal punto di vista economico. Soprattutto nel caso di nuove costruzioni è la tecnologia che sempre più spesso viene adottata: dovendo infatti costruire l'impianto da zero, lo si può costruire in modo da ottenere il massimo rendimento in termini di distribuzione del calore.

Dimensionare il sistema è leggermente più complesso rispetto a quello di una semplice caldaia. Il fabbisogno termico dell'edificio resta lo stesso per entrambe le soluzioni. Quello che cambia è la potenza che devo installare per soddisfare il fabbisogno. La pompa di calore ha infatti una potenza che non è costante, il COP e la potenza erogabile variano a seconda della temperatura esterna dell'aria con cui scambia calore e dalla temperatura di mandata dell'acqua.

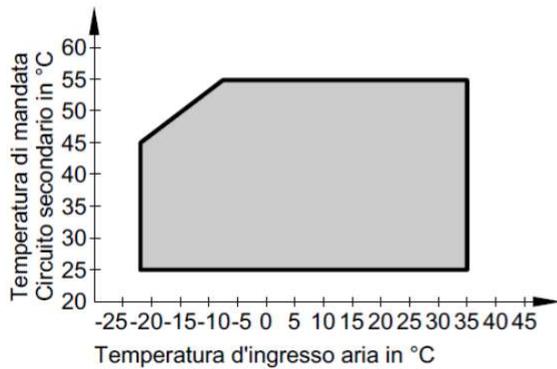
Tipo AWBT-AC		111.A12	111.A14	111.A16
<b>Dati di resa riscaldamento secondo EN 14511 (A7/W35, salto termico 5 K)</b>				
Potenzialità utile	kW	11,50	13,50	15,74
Numero di giri ventilatore	giri/min	800	800	800
Potenza elettrica assorbita	kW	2,58	3,00	3,60
Coefficiente di rendimento $\epsilon$ (COP) durante il riscaldamento		4,45	4,50	4,37
Regolazione della potenza	kW	6,0 - 13,0	6,8 - 15,0	da 7,6 a 16,7
<b>Dati di resa riscaldamento secondo EN 14511 (A-7/W35)</b>				
Potenzialità utile	kW	7,40	7,95	8,70
Potenza elettrica assorbita	kW	2,71	2,94	3,20
Coefficiente di rendimento $\epsilon$ (COP) durante il riscaldamento		2,73	2,70	2,72
Regolazione della potenza	kW	3,4 - 9,0	3,7 - 9,8	4,0 - 10,6
<b>Dati di resa raffreddamento secondo EN 14511 (solo tipo AWBT-AC) (A35/W7, salto termico 5 K)</b>				
Potenzialità nominale di raffreddamento	kW	5,15	6,28	6,84
Potenza elettrica assorbita	kW	2,08	2,40	2,60
Coefficiente di rendimento EER		2,48	2,63	2,63
Regolazione della potenza	kW	da 3,7 a 10,3	da 4,3 a 11,2	da 5,0 a 12,1
<b>Dati di resa raffreddamento secondo EN 14511 (solo tipo AWBT-AC) (A35/W18, salto termico 5 K)</b>				
Potenzialità nominale di raffreddamento	kW	7,90	8,90	9,30
Numero di giri ventilatore	giri/min	800	800	800
Potenza elettrica assorbita	kW	2,07	2,46	2,58
Coefficiente di rendimento EER		3,82	3,62	3,61
Regolazione della potenza	kW	da 4,7 a 14,8	da 5,0 a 16,0	da 5,3 a 17,0

Figura 35 - Scheda tecnica pompa di calore Viessmann

In figura 37 è riportato un estratto da una scheda tecnica di una pompa di calore della Viessmann. Come si vede la potenza cambia notevolmente, addirittura si dimezza nel caso della 111.A16 passando dalle condizioni di funzionamento (A7/W35) a quelle (A-7/W35). Nel caso di climi con inverni freddi dove la temperatura esterna nei mesi invernali si attesta intorno agli 0°C in fase di progetto bisogna tenere a mente questa caratteristica o si rischia di sottodimensionare notevolmente l'impianto. Si avrà un sistema sovradimensionato per la maggior parte dell'anno, che però è un bene per la durata della macchina: si troverà infatti a lavorare al massimo della sua capacità solo per un breve periodo dell'anno riducendo così lo stress dei componenti.

## Limiti d'impiego secondo la EN 14511

### Riscaldamento



### Raffreddamento

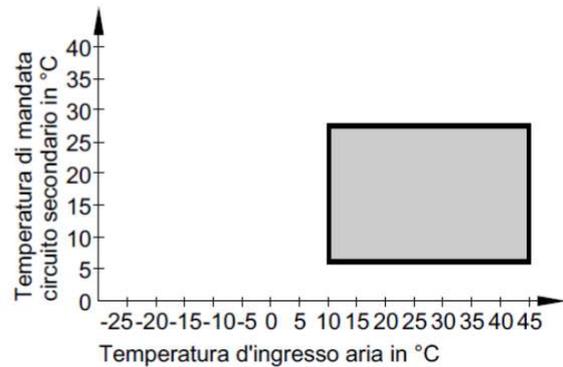


Figura 36 - Limiti di impiego pompa di calore Viessmann 111.A14

I limiti di funzionamento nelle due modalità di raffrescamento e riscaldamento sono riportati in grafici del tipo raffigurato in figura 38. Il nostro impianto funzionerà solo se le due variabili (aria esterna e temperatura di mandata) rientrano negli intervalli stabiliti dal costruttore.

Lo schema classico di installazione di un sistema a pompa di calore è il seguente

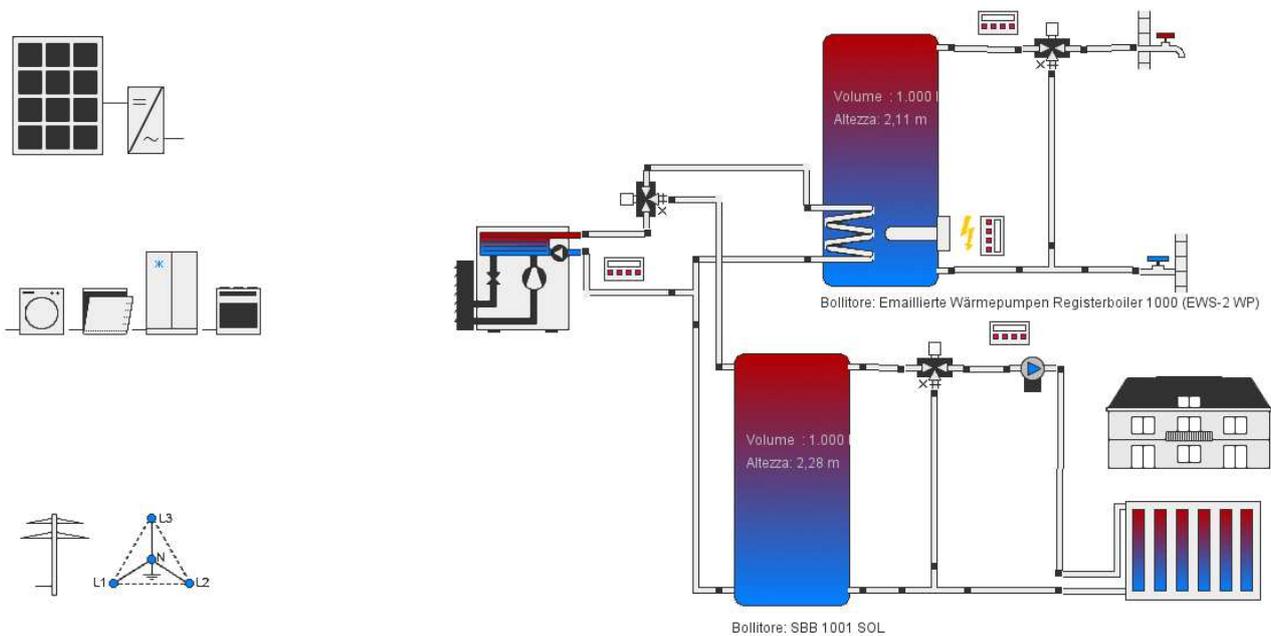


Figura 37 - Schema impiantistico pompa di calore con fotovoltaico

Dallo schema impiantistico possiamo individuare i componenti principali del sistema. Una pompa di calore collegata a due circuiti idraulici indipendenti: uno per fornitura di ACS e uno per il sistema di riscaldamento. Due tank di accumulo, uni per ogni circuito, le valvole di miscelazione e le centraline di controllo.

Questo schema impiantistico è lo standard. Gli inverni sempre meno freddi permettono a queste macchine di lavorare sempre all'interno del loro range di funzionamento ottimale. In concomitanza a ciò va aggiunto il fatto che la richiesta di energia termica per il riscaldamento è sempre più bassa. I materiali usati per le costruzioni hanno una trasmittanza termica minore rispetto a quelli usati in passato e i progettisti fanno sempre più attenzione a limitare al massimo le dispersioni termiche degli edifici.

L'insieme di tutte queste condizioni fa sì che il sistema di riscaldamento con pompa di calore a bassa temperatura sia il più efficiente.

Riscaldamento ambienti + acqua calda sanitaria		
Resa fotovoltaica AC	kWh	29.658
Autoconsumo	kWh	10.580
Immissione in rete	kWh	19.078
Prelievo dalla rete	kWh	20.105
Energia dei generatori di calore al sistema (energia solare termica esclusa)	kWh	35.334
Consumo d'energia totale	kWh	33.982
Deficit d'energia	kWh	334
Consumo totale di energia elettrica e/o combustibile del sistema	kWh	1.027
Consumo elettrico totale	kWh	30.685
Fattore di energia primaria		0,48
Coefficiente di prestazione del sistema (PV)		3,79

*Tabella 41 - Dati riscaldamento e ACS con pompa di calore e fotovoltaico*

I dati di input per la simulazione sono di un modello simile all'impianto dei residence. Il fine di questa simulazione è solo quello di verificare quanto sia conveniente installare un sistema pompa di calore con impianto fotovoltaico associato.

Dall'analisi dei dati emerge che un terzo circa del fabbisogno annuo viene coperto dal fotovoltaico. Un grosso fattore limitante che non permette un maggiore autoconsumo e la mancanza di contemporaneità tra la produzione dell'impianto fotovoltaico e la richiesta di fabbisogno di energia termica per il riscaldamento.

Questo sfasamento fa sì che nelle ore centrali della giornata, dove la produzione dell'impianto fotovoltaico è maggiore, non ci sia richiesta di energia termica. Al contrario la richiesta aumenta la sera con il diminuire delle temperature esterne.

Per coprire questo sfasamento si può ricorrere a un grosso accumulo di acqua tecnica. In questo modo la pompa di calore lavora di giorno insieme al fotovoltaico per portare in temperatura l'accumulo e poi sfruttarne l'energia accumulata nelle ore serali. Non sempre però è possibile stoccare diverse migliaia di litri di acqua, soprattutto se si tratta di un lavoro di ristrutturazione della centrale termica e non di una costruzione ex novo.

Nel caso in studio per avere un'idea del possibile mancato esborso annuo che si sarebbe ottenuto con l'installazione della pompa di calore è stato fatto un semplice bilancio energetico.

Nell'anno 2018 è stato fatturato un consumo di 15400€ di gasolio, corrispondenti a 14000 litri. A partire dal PCI del gasolio (10 kWh\_t/l) e un rendimento della caldaia dell'89% si ottengono 124.600 kWh\_t/anno. Questa risulta essere l'energia necessaria a soddisfare il fabbisogno termico di un anno. Per produrre la stessa quantità di energia con una pompa di calore, considerando un COP medio annuale di 2.5, servono 49.840 kWh di energia elettrica, con una spesa di circa 9000€. Rispetto allo scenario con sola caldaia a gasolio si è passati da una spesa annua di 15.400 € a una spesa di 9.000 €.

<b>STATO DI FATTO (Caldaie a gasolio)</b>	
<b>Spesa termica attuale [€/anno]</b>	<b>15.400 €</b>
Consumo di gasolio attuale [l/anno]	14.000
PCI Gasolio [kWh_t/l]	10
Energia al focolare attuale [kWh_t/anno]	140.000
Rendimento caldaia attuale	89%
Energia utile attuale [kWh_t/anno]	124.600
Costo unitario attuale energia utile [€/kWh_t]	0,124 €

<b>SOLUZIONE 1 (Pompe di calore per residence e casa)</b>	
Energia utile prevista [kWh_t/anno]	124.600
COP medio pompe di calore	2,5
Energia elettrica prevista [kWh_el/anno]	49.840
Costo medio unitario energia elettrica [€/kWh_el]	0,18 €
Risparmio derivante dai collettori solari [€/anno]	1.500 €
<b>Spesa termica prevista [€/anno]</b>	<b>7.471 €</b>
Costo unitario previsto energia utile [€/kWh_t]	0,060 €
<b>Stima mancato esborso annuo</b>	<b>7.929 €</b>
<b>Percentuale di risparmio rispetto allo stato di fatto</b>	<b>51%</b>

Tabella 42 - Confronto caldaia a gasolio - pompa di calore

Già la sola sostituzione della caldaia a gasolio con una pompa di calore si traduce in un risparmio derivante da un mancato esborso di circa 6.000 €/anno.

Nel caso oggetto di studio è stata studiata una configurazione a 4 pompe di calore da 32 kWh\_t ciascuna, con una potenza complessiva installata di 128 kW\_t. Il grosso sovradimensionamento è dettato dal fatto che la potenza di targa della macchina è riferita alle condizioni di aria esterna a 7 °C

e alla temperatura di mandata di 35 °C. Nei mesi invernali spesso la temperatura esterna è al di sotto di questo parametro, Stesso discorso per l'ACS: la temperatura di set point è di 50 °C circa

Allontanandoci quindi dai dati di targa della macchina la potenza scende drasticamente. Ricordando quanto già detto in precedenza, per vedere quante macchine installare, devo vedere la potenza effettiva nelle peggiori condizioni in cui la macchina si troverà a operare.

### 5.3 Caldaia a pellet

La stufa a pellet è una tecnologia che permette la produzione di acqua ad alta temperatura. Il principio di funzionamento è lo stesso della normale caldaia a gas, cambia solo il combustibile.

Il combustibile è il pellet. Viene ricavato dal legno vergine o da scarti di lavorazione.

*Può essere definito come "biocombustibile addensato, generalmente in forma cilindrica, di lunghezza casuale tipicamente tra 5 mm e 30 mm, e con estremità interrotte, prodotto da biomassa polverizzata con o senza additivi di pressatura"*

La lignina presente naturalmente all'interno del legno permette di compattare e legare naturalmente le fibre di legno senza richiedere l'aggiunta di additivi chimici. Si ottiene così un combustibile con un'alta densità energetica.

La caldaia scelta è prodotta da Viessmann, modello Vitoligno 300-C. Ha un campo di potenza che varia da 16 fino a 48 kW. È possibile installare più caldaie in parallelo in caso la richiesta termica da soddisfare sia elevata.

Il sistema caldaia a pellet è molto robusto e affidabile, se mantenuto correttamente. La manutenzione richiesta è superiore a quella richiesta da una normale caldaia a gas. Per far sì che lavori sempre in condizioni di massimo rendimento la camera di combustione deve sempre essere pulita da fuliggine e ceneri. Si deve provvedere anche allo svuotamento del cassetto delle ceneri.

La combustione del pellet è stata ottimizzata per fare sì che si creino quante meno ceneri e incombusti possibili.

Per poter questo funzionamento ottimale i cicli di accensione e spegnimento devono essere lenti per permettere alla fiamma di bruciare completamente il pellet senza creare residui carboniosi.

All'accensione si deve anche prestare attenzione alla temperatura dei fumi. Se all'avvio si mandasse in caldaia direttamente l'acqua a bassa temperatura dal circuito si avrebbe una repentina discesa della temperatura in camera di combustione con conseguente condensazione dei fumi. Questa condensazione corrode le pareti della caldaia e del camino riducendone la durata. Per evitare questo problema è stato installato un circuito di ricircolo che ha il compito di mantenere i fumi al di sopra della temperatura di condensazione. All'avvio della caldaia il circuito viene chiuso, ricircola solo l'acqua già presente nella caldaia. Una volta che l'acqua si è scaldata e la temperatura in camera di combustione viene giudicata sufficiente dalla centralina, il circuito si apre e comincia a miscelare l'acqua del sistema di ricircolo con quella dell'impianto esterno. A pieno regime la valvola di miscelazione si apre completamente e lasciando che l'acqua del circuito entri liberamente in caldaia.

Anche la procedura di spegnimento deve essere lenta. Una volta che il fabbisogno termico cessa, la centralina spegne la ventilazione forzata in camera di combustione e lascia che il pellet residuo si spenga. In questo modo si evita la formazione di un blocco di residui carboniosi che impedirebbe il successivo riavvio della macchina.

Questi transitori durano parecchio. Non possono essere evitati e non possono essere interrotti, sempre per un discorso di durata della caldaia.

Questi transitori devono essere coperti: la disponibilità di acqua calda deve sempre essere garantita. Si deve quindi installare di un volano inerziale che faccia le veci della caldaia durante i transitori. Questo volano inerziale è un serbatoio che la caldaia tiene sempre in temperatura e il suo dimensionamento dipende dalla dimensione della caldaia. Secondo il produttore sono richiesti 20 l/kW, potenza installata 96 kW. Il serbatoio risulta essere quindi di 2000l. Questo tank ha il compito di fornire acqua calda durante le fasi di accensione e spegnimento, ma può anche funzionare come una piccola caldaia aggiuntiva fittizia dando un surplus di potenza per un breve lasso di tempo.

Per il calcolo del consumo annuo della caldaia la procedura è analoga a quella già utilizzata per il sistema a pompa di calore. Il fabbisogno termico è stato considerato pari a quello dell'anno precedente con impianto a gasolio.

Il PCI del pellet è stato considerato 4.5 kWh\_t/kg, valore medio di un pellet di buona qualità in commercio. Avendo mantenuto invariato il fabbisogno annuo di 124600 kWh/y risulta un consumo di circa 30 tonnellate all'anno, con una spesa di circa 8000 €. Si ottiene così un risparmio di circa 7000 € rispetto alla soluzione impiantistica precedente.

<b>STATO DI FATTO (Caldaie a gasolio)</b>	
<b>Spesa termica attuale [€/anno]</b>	<b>15.400 €</b>
Consumo di gasolio attuale [l/anno]	14.000
PCI Gasolio [kWh_t/l]	10,0
Energia al focolare attuale [kWh_t/anno]	140.000
Rendimento caldaie a gasolio attuali	89,0%
Energia utile attuale [kWh_t/anno]	124.600
Costo unitario attuale energia utile [€/kWh_t]	0,124 €

<b>SOLUZIONE 2 (Caldaie a pellet per residence e casa)</b>	
Energia utile prevista [kWh_t/anno]	124.600
Rendimento caldaia prevista	93%
Energia al focolare prevista [kWh_t/anno]	133.978
PCI pellet [kWh_t/kg]	4,5
Consumo di pellet previsto [kg/anno]	29.773
Volume complessivo pellet stoccabile [l]	13.112
Densità pellet [kg/l]	0,65
Capienza serbatoi pellet [kg]	8.523
<b>n° di ricariche annue</b>	<b>3,5</b>
Capienza singolo sacco pellet [kg/cad.]	15
Costo singolo sacco pellet (al netto di IVA) [€/cad.]	4,1
Costo unitario pellet [€/kg]	0,26
Risparmio derivante dai collettori solari [€/anno]	- €
<b>Spesa termica prevista [€/anno]</b>	<b>7.741 €</b>
Costo unitario previsto energia utile [€/kWh_t]	0,062 €
<b>Stima mancato esborso annuo</b>	<b>7.659 €</b>
<b>Percentuale di risparmio rispetto allo stato di fatto</b>	<b>50%</b>

Tabella 43 - Confronto caldaia a gasolio - caldaia a pellet

### 3.2 Dati tecnici

Campo di potenzialità utile	kW	6 - 18	8 - 24	11 - 32	13 - 40	16 - 48
<b>Temperatura di mandata</b>						
- ammessa <sup>*7</sup>	°C	100	100	100	100	100
- massima <sup>*8</sup>	°C	85	85	85	85	85
- minima	°C	60	60	60	60	60
<b>Temperatura minima del ritorno</b>						
- per funzionamento con serbatoio d'accumulo acqua di riscaldamento	°C	55	55	55	55	55
<b>Pressione max. d'esercizio</b>						
Caldaia	bar	3	3	3	3	3
	MPa	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>Marchio CE</b> conformemente alla direttiva macchine						
<b>Classe caldaia secondo DIN EN 303-5</b>						
		5	5	5	5	5
<b>Dimensioni d'ingombro</b>						
Lunghezza totale h	mm	1127	1127	1224	1224	1224
Larghezza totale b (caldaia)	mm	665	665	765	765	765
Larghezza totale d (caldaia con stiva pellet)	mm	1175	1175	1332	1332	1332
Larghezza totale c (caldaia con unità d'allacciamento coclea di alimentazione flessibile)	mm	1142	1142	1244	1244	1244
Altezza a (caldaia)	mm	1367	1367	1538	1538	1538
Altezza totale m (caldaia con attacco di sicurezza)	mm	1390	1390	1560	1560	1560
<b>Dimensioni d'introduzione</b>						
- con protezione per il trasporto (L x P x H)	mm	825 x 1220 x 1734		900 x 1300 x 1872		
- senza protezione per il trasporto (L x P x H)	mm	690 x 1127 x 1405		793 x 1224 x 1543		
- senza protezione per il trasporto (L x P x H) e ventilatore gas di scarico smontato	mm	690 x 840 x 1405		793 x 925 x 1543		
<b>Altezza minima locale d'installazione</b>						
	mm	1800		2000		
<b>Peso complessivo</b>						
- caldaia con isolamento termico e stiva pellet	kg	510	510	650	650	650
- caldaia con isolamento termico e unità d'allacciamento coclea di alimentazione flessibile	kg	492	492	615	615	615
<b>Peso di montaggio</b>						
- caldaia senza protezione per il trasporto e senza serbatoio di accumulo pellet o unità d'allacciamento coclea di alimentazione flessibile	kg	384	384	527	527	527
<b>Capacità stiva pellet</b>						
	l	62	62	101	101	101
	kg	40	40	65	65	65
<b>Volume contenitore della cenere</b>						
	l	40	40	40	40	40
<b>Potenza elettrica assorbita</b>						
- potenza assorbita alla potenzialità utile (100%) <sup>*9</sup>	W	45	55	62	70	77
- potenza assorbita a carico ridotto (30%) <sup>*9</sup>	W	28	28	33	38	43
- potenza max. assorbita accensione	W	480	480	480	480	480
- potenza max. assorbita turbina di aspirazione allo stadio minimo	W	1000	1000	1000	1000	1000
- potenza max. assorbita turbina di aspirazione allo stadio massimo	W	1800	1800	1800	1800	1800
- potenza max. assorbita in funzionamento standby	W	6	6	6	6	6
<b>Contenuto acqua di caldaia</b>						
	l	100	100	180	180	180
<b>Attacchi caldaia (filetto maschio)</b>						
Mandata e ritorno caldaia e attacco di sicurezza (valvola di sicurezza)	G	1½	1½	1½	1½	1½
Ritorno espansione e scarico	R	¾	¾	¾	¾	¾
<b>Gas di scarico<sup>*10</sup></b>						
Temperatura media (lorda <sup>*11</sup> )						
- alla potenzialità massima	°C	125	125	130	130	135
- a carico ridotto (33 % della potenzialità massima)	°C	80	80	80	80	80

Tabella 44 - Scheda tecnica Vitoligno 300-C

#### *4.5 Scelta della soluzione impiantistica ottimale*

L'impianto ottimale è quello che riesce a combinare al meglio tra di loro le diverse tecnologie e che ha il più alto rendimento energetico

La miglior scelta impiantistica possibile è quella che comprende la pompa di calore che lavora in collaborazione con fotovoltaico per la parte di alimentazione elettrica e con il solare termico per la parte di generazione del calore.

La parte di energia rinnovabile risulta essere una fetta importante dell'energia annuale totale. Questa quota deve essere portata al massimo possibile per ridurre il pay-back time dell'impianto e per aumentare i risparmi una volta finito di pagare l'impianto.

Il fabbisogno termico del camping presenta una curva tipica di un sito residenziale: cambia la richiesta di energia tra il periodo estivo e quello invernale, ma la curva e gli orari restano simili. Devo fornire grandi flussi termici nei mesi freddi e sottrarne nei mesi estivi. In entrambe le situazioni ho uno sfasamento tra la richiesta di energia e la disponibilità del sole.

Questo sfasamento può essere coperto con un accumulo termico. Facendo lavorare la pompa di calore nelle ore diurne posso accumulare una grande quantità di acqua calda che può essere sfruttata poi la sera quando non ho produzione fotovoltaica. Questo accumulo deve essere messo in parallelo all'impianto. Si deve tenere conto del fatto che in una giornata di pioggia l'acqua non viene scaldata: la sera la pompa di calore si troverebbe quindi a dover riscaldare tutto l'impianto. Ciò porterebbe a un grosso dispendio di energia e a lungo andare ad un precoce invecchiamento della macchina. Senza contare che si avrebbe un'inerzia termica spaventosa, che in fase di riscaldamento rendono l'impianto inutilizzabile. La dimensione dell'accumulo dipende dalla richiesta di energia nell'arco della giornata, ma anche dalla potenza della pompa installata e dallo spazio disponibile.

Un accumulo troppo grosso rispetto alla pompa di calore sarebbe inutile dal momento che la pompa non riuscirebbe mai a farlo andare in temperatura. Allo stesso tempo la potenza della pompa deve essere legata alla dimensione dell'impianto: non può essere esageratamente sovradimensionata altrimenti avrei un tempo di rientro troppo lungo legato ai maggiori costi di investimento iniziali.

Il problema dello spazio è il vincolo che la maggior parte delle volte è quello più stringente, soprattutto se si parla di ristrutturazioni. La maggior parte delle centrali termiche sono state costruite e dimensionate per contenere una o più semplici caldaie a gas o gasolio. Non erano previsti accumuli di acqua tecnica né di ACS e gli impianti erano più compatti.

Difficilmente si può procedere ad adeguare una centrale termica al nuovo impianto. In primo luogo, per motivi economici: l'adeguamento della struttura richiederebbe lavori di edilizia che andrebbero ad allungare in modo considerevole il tempo di rientro dell'investimento. Spesso non c'è neanche lo spazio per una modifica del corpo della centrale. Nei condomini nei centri abitati la centrale termica si trova sotto l'edificio, ed è impossibile ampliarla.

Un altro vincolo sempre legato alla centrale termica riguarda l'alimentazione del generatore, in particolare se si tratta di installare una pompa di calore. In generale non ci sono problemi per quanto riguarda il portare una conduttura del gas. Il cambio di combustibile gasolio – gas si può fare quasi sempre senza trovare grossi problemi.

Per la pompa di calore il discorso è totalmente diverso. Il primo problema è il trasporto della corrente elettrica fino al quadro della centrale. Nei grandi condomini servono diverse decine di kW di potenza per far funzionare la pompa e né il quadro né i cablaggi della centrale termica sono adatti a queste potenze. Il secondo problema è la disponibilità da parte del gestore. Nei centri abitati la rete non ha la possibilità di distribuire una così grande potenza a bassa tensione e non è sicuramente conveniente passare ad un contratto di fornitura a media tensione con cabina di trasformazione.

Nel centro storico di Torino l'installazione in massa di pompe di calore non è realizzabile. Le centrali termiche sono tutte sotto gli edifici e le pompe di calore devono stare all'aperto per poter funzionare. I cortili interni sono spesso piccoli e amplificano il rumore di funzionamento dei macchinari, abbassando notevolmente il confort degli inquilini.

Un altro inconveniente che è poi fondamentale per la scelta di una caldaia a gas al posto di una pompa di calore riguarda la rete di distribuzione. La pompa di calore lavora con piccoli salti termici (5K), elabora però grandi portate di acqua.

La rete di distribuzione presente in tutti gli edifici è stata modellata e dimensionata per un sistema ad alta temperatura, quindi con grandi salti termici ma piccole portate. Il diametro dei tubi risulta quindi essere insufficiente per il corretto funzionamento della pompa di calore.

Secondo problema della rete di distribuzione riguarda i terminali dell'impianto di riscaldamento. La quasi totalità è costituita da radiatori in ghisa anche loro ottimali per sistemi ad alta temperatura. La sostituzione dei tubi e dei terminali è un intervento che non viene fatto a meno che non ci siano perdite: i costi e il tempo richiesto non lo rendono vantaggioso.

Gli aspetti sopra elencati sono i primi vincoli che in fase di progettazione spingono verso l'una o l'altra soluzione.

Nel caso in analisi la scelta di virare sulla soluzione a pellet è stata quasi obbligatoria.

In prima analisi si era ipotizzato l'installazione delle pompe di calore. L'idea è stata accantonata nel momento in cui è merso che per portare i 50 kW necessari al funzionamento bisognava portare due cavi dal contatore esterno fino alla centrale. Avrebbe significato fare uno scavo per interrare il caso che attraversasse il campeggio, rompendo il manto stradale e i marciapiedi per poi ricostruirli. Il costo dell'intervento avrebbe annullato i risparmi portati dalla pompa di calore. Il secondo problema riguardava proprio la rete di distribuzione. Il diametro dei tubi era dimensionato per un sistema ad alta temperatura.

L'alternativa della caldaia a gas non era realizzabile per via della mancanza del collegamento alla rete di distribuzione.

Si è quindi ricorso all'ultima tecnologia a nostra disposizione: la caldaia a pellet. Tra le tre proposte è quella che richiede più manutenzione e che ha gli ingombri maggiori, però è anche l'unica che poteva essere installata.

La planimetria della centrale termica ha richiesto molte ore di progetto. Per motivi di sicurezza e affidabilità si è provveduto a progettare due impianti paralleli di uguale potenza che però all'occorrenza possono lavorare in maniera autonoma. Quindi si doveva posizionare all'interno della struttura due accumuli di ACS, due serbatoi inerziali, due scambiatori per il solare termico più tutti i vasi di espansioni e le varie pompe di ricircolo. E la disposizione di tutto il materiale doveva tenere conto di futuri interventi di manutenzione e riparazione. Non è pensabile essere in futuro costretti a smantellare l'intera centrale per andare a cambiare qualche componente poco accessibile.

Per i serbatoi del pellet è stato necessario realizzare una piattaforma di cemento con struttura di copertura dalle intemperie. Anche i silos sono stati sdoppiati, così come il sistema di alimentazione che porta il pellet alle due caldaie.

## CONCLUSIONI

Gli interventi sopra elencati sono stati portati a termine nel mese di Dicembre 2019.

È possibile quindi fare un'analisi comparativa tra i consumi ante e post, ma anche tra i risparmi effettivi e quelli da noi prospettati in fase di progettazione.

In questa analisi verrà preso in considerazione il periodo che va dal 1° Gennaio 2020 al 31 Maggio 2020 e verrà effettuato un raffronto con i dati del corrispondente periodo dello scorso anno, ovvero dal 1° Gennaio 2019 al 31 Maggio 2019.

La scelta di tale periodo permette, in base ai dati attualmente a disposizione, di verificare l'effettiva diminuzione del prelievo di energia dalla rete elettrica a seguito degli interventi di efficientamento attuati nel complesso.

I dati a disposizione dalla bollettazione elettrica per il periodo in considerazione per l'anno 2019 sono i seguenti.

<b>BOLLETTE 2019</b>	Prelievo [kWh]	Spesa [€]
Gennaio	23.606	€ 3.633,00
Febbraio	17.033	€ 2.672,00
Marzo	16.243	€ 2.551,00
Aprile	20.375	€ 3.339,00
Maggio	15.867	€ 2.549,00

*Tabella 45 - Dati bollettazione 2019*

I dati riferiti allo stesso periodo dell'**anno 2020** sono riportati di seguito.

<b>BOLLETTE 2020</b>	Prelievo [kWh]	Spesa [€]
Gennaio	16.161	€ 2.692,00
Febbraio	12.525	€ 2.005,00
Marzo	11.478	€ 1.786,00
Aprile	7.972	€ 1.365,00
Maggio	6.843	€ 916,00

*Tabella 46 - Dati bollettazione 2020*

I dati di produzione di elettricità dell'impianto fotovoltaico installato sul Residence Riviera, reperiti per il periodo in oggetto tramite il portale SolarEdge, sono visibili nella tabella seguente.

<b>FOTOVOLTAICO</b>	<b>Produzione [kWh]</b>	<b>Spesa [€]</b>	
Gennaio	<b>864</b>	€	144
Febbraio	<b>1.180</b>	€	189
Marzo	<b>1.780</b>	€	277
Aprile	<b>2.050</b>	€	351
Maggio	<b>2.770</b>	€	371
<b>Totale</b>	<b>8.644</b>	€	<b>1.332</b>

Tabella 47 - Dati produzione fotovoltaico Residence Riviera

I risparmi derivanti dalla sostituzione degli apparecchi di illuminazione tradizionali esterni con corpi luminosi a LED (quantificati a parità di ore di accensione) sono i seguenti.

<b>RELAMPING</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Variazione [kWh]</b>	<b>Risparmio</b>
Gennaio	3.131	1.728	<b>1.403</b>	€ 234
Febbraio	2.620	1.446	<b>1.174</b>	€ 188
Marzo	2.681	1.476	<b>1.205</b>	€ 188
Aprile	2.364	1.299	<b>1.065</b>	€ 182
Maggio	2.321	1.269	<b>1.052</b>	€ 141
<b>Totale</b>	<b>13.117</b>	<b>7.218</b>	<b>5.899</b>	<b>932</b>

Tabella 48 - Dati risparmi derivanti da intervento di relamping

Nella tabella seguente è possibile vedere la comparazione tra la spesa energetica (al netto di IVA) riguardante le fatture del primo trimestre 2019 e del primo trimestre 2020.

<b>SPESA</b>	<b>2019</b>		<b>2020</b>		<b>Variazione</b>
Gennaio	€	<b>3.633</b>	€	<b>2.692</b>	€ 941
Febbraio	€	<b>2.672</b>	€	<b>2.005</b>	€ 667
Marzo	€	<b>2.551</b>	€	<b>1.786</b>	€ 765
Aprile	€	<b>3.339</b>	€	<b>1.365</b>	€ 1.974
Maggio	€	<b>2.549</b>	€	<b>916</b>	€ 1.633
	€	<b>8.856</b>	€	<b>6.483</b>	€ <b>5.980</b>

Tabella 49 - Confronto bollettazione

Dalle fatture di energia elettrica risulta pertanto un risparmio complessivo pari a 5.980 €.

Dall'analisi dei dati esposti, si evince che nei primi 5 mesi del 2020 il prelievo dalla rete elettrica è diminuito rispetto allo stesso periodo del precedente anno permettendo di beneficiare di considerevoli risparmi.

Il consumo di energia elettrica dell'intero complesso è stato visivamente minore principalmente grazie ai seguenti due aspetti:

- Assorbimento completo da parte del complesso dell'intera energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico realizzato sul tetto del Residence Riviera nella seconda metà dello scorso anno;
- Riduzione del consumo di elettricità degli apparecchi adibiti all'illuminazione esterna grazie al relamping effettuato nella prima metà dello scorso anno.

Volendo analizzare nel dettaglio il contributo dei singoli aspetti, si può evidenziare che il risparmio dovuto al solo contributo del fotovoltaico risulta essere pari a circa 1332 €, così come visibile nella tabella sottostante.

FOTOVOLTAICO	Produzione [kWh]	Risparmio [€]
Gennaio	864	€ 144
Febbraio	1.180	€ 189
Marzo	1.780	€ 277
Aprile	2.050	€ 351
Maggio	2.770	€ 371
<b>Totale</b>	<b>8.644</b>	<b>€ 1.332</b>

Tabella 50 - Risparmi derivanti dall'IMPIANTO FOTOVOLTAICO sul Residence Riviera

Nello stesso periodo, il risparmio avuto grazie alla sostituzione degli apparecchi luminosi esterni ammonta a circa 932 €, così come visibile nella tabella sottostante.

RELAMPING	2019	2020	Variazione [kWh]	Risparmio
Gennaio	3.131	1.728	1.403	€ 234
Febbraio	2.620	1.446	1.174	€ 188
Marzo	2.681	1.476	1.205	€ 188
Aprile	2.364	1.299	1.065	€ 182
Maggio	2.321	1.269	1.052	€ 141
<b>Totale</b>	<b>13.117</b>	<b>7.218</b>	<b>5.899</b>	<b>932</b>

Tabella 51 - Risparmi derivanti dal RELAMPING dell'illuminazione esterna

Il grafico seguente permette di evidenziare come sia cambiata la distribuzione di produzione e utilizzo di energia elettrica tra il 2019 e il 2020.

Le barre di colore verde indicano la produzione di energia dell'impianto fotovoltaico: tutta l'area verde è quindi energia elettrica che viene prodotta in loco e va a diminuire di conseguenza l'area delle barre blu, che rappresenta l'energia prelevata e acquistata dalla rete elettrica nazionale.

Le barre di colore giallo indicano la quota di energia elettrica che non è stata consumata, a parità di illuminamento reso e di ore di accensione, per illuminare le aree esterne del complesso e permettono quindi di osservare il contributo derivante dall'intervento di sostituzione dei corpi illuminanti esterni.

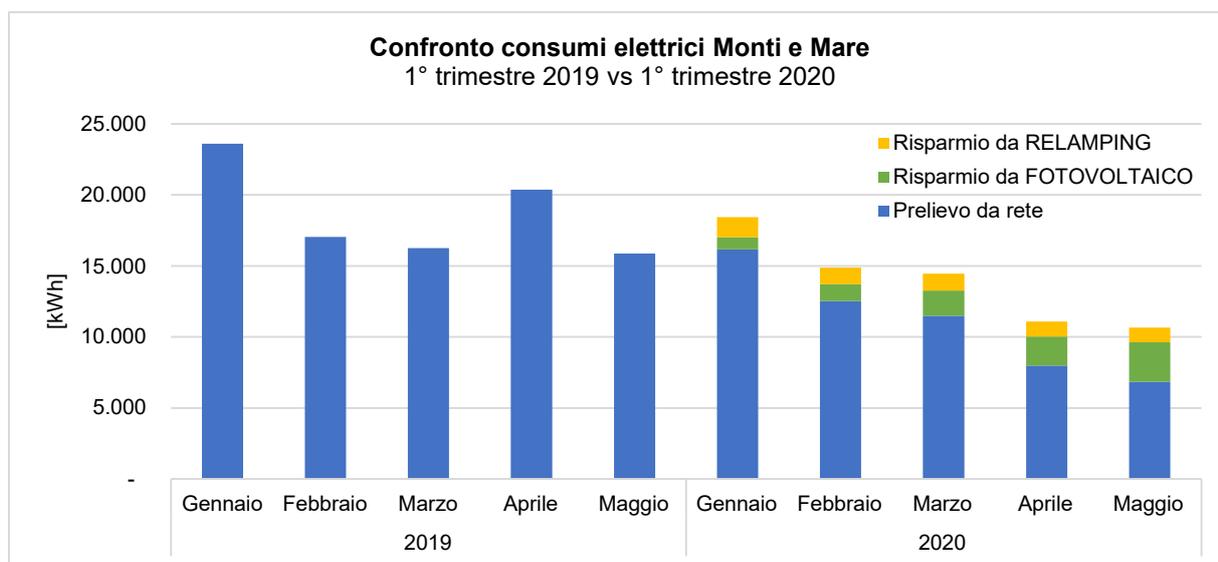


Figura 38 - Influenza risparmi energetici sul prelievo di elettricità

In conclusione, si può dunque evidenziare la presenza di un importante abbattimento dei consumi elettrici rispetto allo scorso anno.

È possibile, inoltre, ipotizzare che tale risparmio tenderà ad aumentare nel corso dei prossimi mesi e per tutto il periodo estivo grazie al maggior contributo proveniente dalla produzione fotovoltaica.

Per quanto riguarda la parte termica l'analisi dei risultati è più complessa. A causa del lockdown dovuto al virus Covid-19 il consumo termico del camping è stato nullo. Quindi se per la parte elettrica ci si può basare comunque sui consumi fissi, sulla parte termica non ci sono termini di paragone.

L'unico consumo legato alla parte termica era il ricircolo dell'acqua nell'impianto. Le 2 caldaie a pellet per mantenere l'impianto in temperatura consumavano 16 kg di pellet al giorno, che corrispondono a circa 72 kWh. Alla riapertura a inizio giugno il camping è tornato a lavorare a

pieno regime. Con il tutto esaurito il consumo delle caldaie è arrivato a 22 kg al giorno di pellet, circa 100 kWh. La gran parte del lavoro, quindi, viene svolta dall'impianto solare termico, che riesce a sopperire alla quasi totalità del fabbisogno termico giornaliero. Se non ci fosse stato il vincolo del poco spazio a disposizione si sarebbe potuto installare un impianto leggermente più grande che avrebbe portato a 0 i consumi delle caldaie nel periodo estivo.

Per valutare l'impatto del nuovo impianto solare termico sul riscaldamento invernale bisogna aspettare la fine dell'anno.

Per quanto riguarda la sostituzione dei gruppi frigoriferi si è trattato di un semplice togli-metti. È stata rifatta la coibentazione delle tubature e il risparmio energetico deriva dal fatto che sono macchinari nuovi e che lavorano con un COP più alto. In questo caso specifico l'intervento non è stato fatto in ottica di risparmio, ma si è trattato di una sostituzione legata all'età delle macchine.

Il progetto finale dell'impianto condivide poco o nulla con quella che era l'idea iniziale. Il progetto prevedeva una soluzione che avesse il minimo impatto ambientale possibile, e che avrebbe anche potuto essere un'occasione per fare pubblicità al sito. UN residence alimentato ad energia pulita.

Il mondo del lavoro è completamente diverso da quello universitario. All'università ci si esercita nello studio e nella realizzazione di impianti perfetti dal punto di vista energetico. Quando però si comincia ad avere a che fare con veri progetti da portare a termine ci si imbatte in problematiche non risolvibili.

Le soluzioni studiate nei corsi universitari spesso sono realizzabili nella realtà solo con investimenti esagerati e possibilità di costruire tutto da zero e senza vincoli di nessun genere. Una situazione del genere è pura utopia. Nel cantiere reale si deve far quadrare il bilancio, soddisfare le richieste della committenza, cercare la miglior soluzione per il profilo di utilizzo e far combaciare tutto ciò con gli spazi a disposizione.

Si dovrebbe quindi puntare più sull'imparare ad aggirare i problemi con soluzioni che permettano di ottenere il massimo possibile da ciò che si ha a disposizione. Che poi è l'essenza dell'ingegnere.



## BIBLIOGRAFIA

- [1] “Sistemi di gestione dell’energia ISO 50001. Scenario di riferimento e prospettive future”, Assoege, 2017.
- [2] E. g. E. AssoEGE, «Sistemi di gestione dell'energia ISO 50001 Scenario di riferimento e Prospettive Future,» 2017.
- [3] FIRE, «Gestione Energia, strumenti e buone pratiche per l'energy management - Focus: I sistemi di gestione dell'energia,» p. 58, 1 2018.
- [4] “Le certificazioni per l’efficienza energetica”, Osservatorio Accredia, 2017.
- [5] "*Christoph Roser at AllAboutLean.com*". - Opera propria, CC BY-SA 4.0
- [6] [https://it.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_di\\_Deming](https://it.wikipedia.org/wiki/Ciclo_di_Deming)
- [7] <https://www.gruppfondarioitalia.it/wp-content/uploads/2018/07/xpompa-di-calore-funzionamento-e-costi.jpg.pagespeed.ic.1phNOieh-F.webp>
- [8] Manuale Viessmann, Pompa di calore serie A
- [9] [https://it.wikipedia.org/wiki/Pellet\\_\(combustibile\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Pellet_(combustibile))
- [10] G. V. Fracastoro, Slide del corso Energetica e Fonti Rinnovabili.
- [11] M. Simoetti, slides del corso Technology for renewable energy sources
- [12] P. Leone, slides del corso Thermal design and optimization
- [13] [https://it.wikipedia.org/wiki/Pompa\\_di\\_calore](https://it.wikipedia.org/wiki/Pompa_di_calore)
- [14] [https://it.wikipedia.org/wiki/Efficienza\\_energetica](https://it.wikipedia.org/wiki/Efficienza_energetica)
- [15] <https://www.viessmann.it/it/riscaldamento-casa/caldaie-a-legna/caldaie-a-pellet.html>
- [16] <https://www.viessmann.it/it/riscaldamento-casa/bollitori-e-serbatoi-per-acqua-calda/serbatoi-accumulo-acqua-di-riscaldamento.html>
- [17] [https://it.wikipedia.org/wiki/Impianto\\_solare\\_termico](https://it.wikipedia.org/wiki/Impianto_solare_termico)
- [18] [https://it.wikipedia.org/wiki/Impianto\\_fotovoltaico](https://it.wikipedia.org/wiki/Impianto_fotovoltaico)
- [19] [https://www.viessmann.it/it/riscaldamento-casa/miglior\\_sistema\\_di\\_riscaldamento/Fotovoltaico.html](https://www.viessmann.it/it/riscaldamento-casa/miglior_sistema_di_riscaldamento/Fotovoltaico.html)
- [20] <https://www.solaredge.com/it/products/pv-inverter/three-phase#/>

[21] B. S.N.A.L.S., «<http://www.snalsbrindisi.it/documenti/doc1/Deming.pdf>,» [Online].

[22] K. Ishikawa, Guida al controllo della qualità, Milano: Franco Angeli editore, 1988.

[23] U. Santucci, «PDCA: plan, do, check, act,» [Online]. Available:

<http://www.umbertosantucci.it/pdca-plan-do-check-act/>.