

STUDIO DI INGEGNERIA
Dott. Ing. LORETTA ARFILLI

Via Malva Nord, 40/B – Cervia RA - Tel e fax: 0544 977678 Arfilli: 335 8285014 Salemi: 333 5073093

**Variante al Piano Urbanistico Attuativo
di iniziativa privata sito a
Montaletto di Cervia (RA), via del Lavoro,
all'interno di un comparto industriale e
artigianale in zona Dc7 e De5**

**Studio di fattibilità relativo
all'utilizzo di fonti energetiche
rinnovabili o alternative**

Committente	
Tecnico <i>Ing. Loretta Arfilli</i>	

Data della relazione: 11 Marzo 2020

Revisione: 1.0

Nome file: carli_fattibilita energetica montaletto_imm elisa_mar2020

INDICE

1 PREMESSA ED OBIETTIVI DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

3 OBBLIGHI DI LEGGE

4 RICOSTRUZIONE DEI FABBISOGNI ENERGETICI

4.1 EDIFICI COMMERCIALI E COMMERCIALI

4.1.1 Acqua calda sanitaria

4.1.2 Contributo 50% fonti rinnovabili per acs

4.1.3 Riscaldamento invernale

4.1.4 Fabbisogno termico totale

4.1.5 Condizionamento estivo

4.1.6 Fabbisogno elettrico delle unità immobiliari

4.1.7 Fabbisogno elettrico delle aree comuni

4.1.8 Fabbisogno elettrico complessivo

4.1.9 Contributo fotovoltaico

5 IMPIANTO PER LA GENERAZIONE DI ENERGIA

5.1 COMPONENTI DI IMPIANTO

5.1.1 Pompe di calore invertibili

5.1.2 Geotermico

5.1.3 Cogenerazione

5.2 LA PRODUZIONE

6 CONCLUSIONI

1 Premessa ed Obiettivi dello Studio di fattibilità

La presente relazione ha come oggetto lo studio di fattibilità relativo ai potenziali consumi energetici, utilizzando le migliori tecnologie attualmente disponibili, ricorrendo a sistemi di sfruttamento di fonti rinnovabili, in un comparto urbanistico a destinazione industriale e artigianale e si è resa necessaria a seguito della variante al piano urbanistico attuativo di iniziativa privata approvato con Delibera della G.C. n. 83 del 12/05/2015 e Delibera della G.C. n. 45 del 06/03/2018, sito in Montaletto di Cervia, via del Lavoro, all'interno di un comparto produttivo, industriale e artigianale, in zona Dc7 e De5.

Le modifiche apportate rispetto a quanto approvato con le delibere precedenti vengono di seguito evidenziate.

Nell'area di intervento è stata individuata una tipologia d'ambito destinato ad insediamento artigianale commerciale, come illustrato nella planimetria riportata alle pagine seguenti. La superficie fondiaria del comparto è pari a 11214 m², la superficie coperta massima è pari a 6726,40 m² e l'altezza Hr è pari a 10 m.

In totale verranno ricavati due lotti, di superficie pari a:

Lotto A : 6338 m² *(in precedenza era di 7000 m²)*

Lotto B : 4958 m² *(in precedenza era di 6600 m²)*

sui quali si prevede di edificare n. 2 capannoni di superficie pari a:

Lotto A : 3802,8 m² *(in precedenza era di 4180 m²)*

Lotto B : 2974,8 m² *(in precedenza era di 4000 m²)*.

Con la variante al piano urbanistico attuativo di iniziativa privata, si avranno:

Lotto A	superficie commerciale:	760,56 m ²
	volume commerciale:	760,56 m ² x 3 m = 2281,68 m ³
	volume artigianale deposito:	760,56 m ² x 7 m = 5323,92 m ³
Lotto B	superficie artigianale:	2974,80 m ²
	volume artigianale:	29748,00 m ³

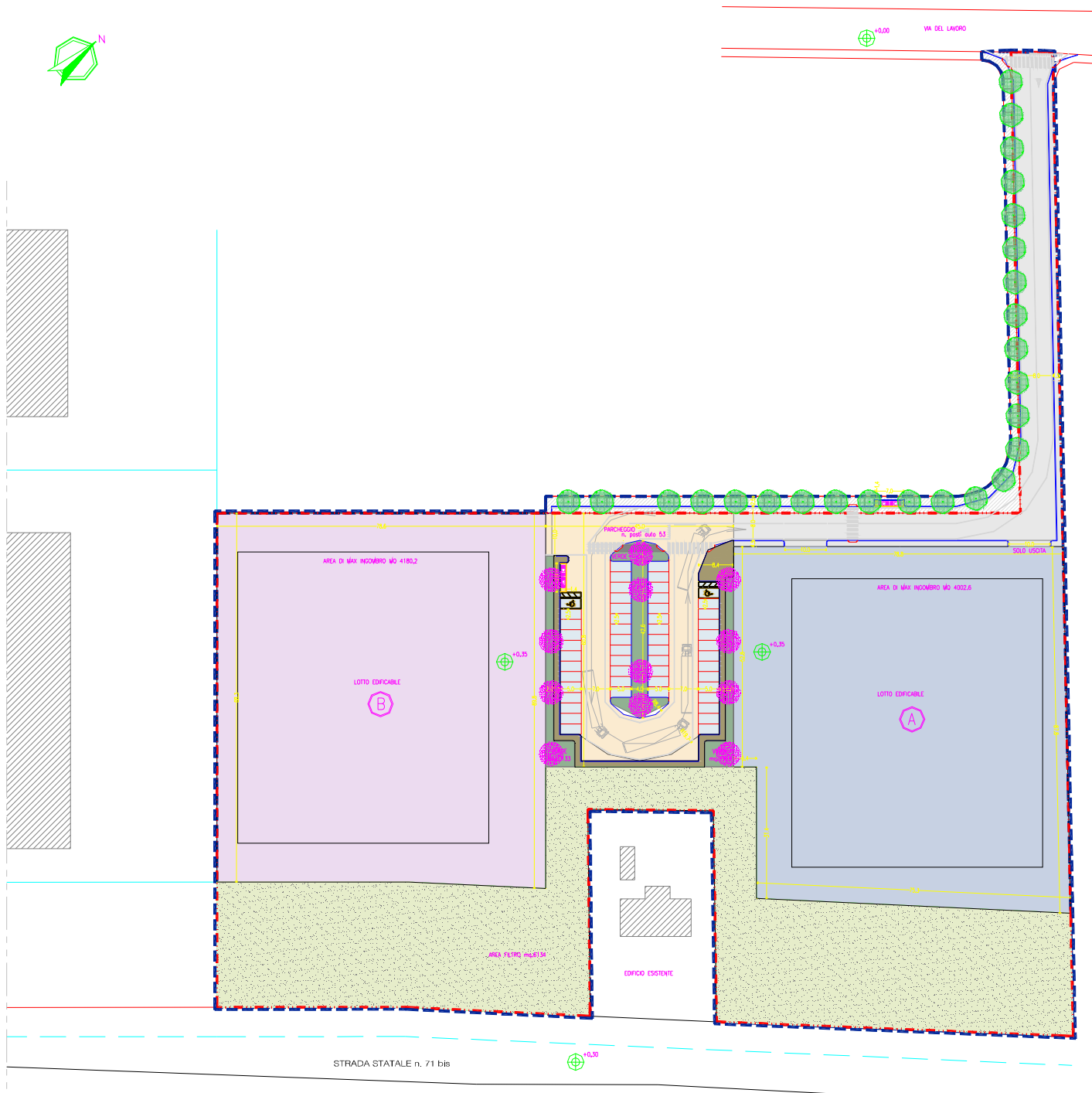
La presente relazione è in ottemperanza all'art. 5, comma 4 della L.R. 26/2004 nella quale con maggior evidenza è prescritto che:

“In sede di P.U.A. o di P.O.C., comportanti interventi di nuova urbanizzazione o di riqualificazione con una superficie utile complessiva superiore ai 1.000 m² dovrà essere valutata ai sensi della L.R. 26/2004, art. 5, comma 4, la fattibilità tecnico-economica dell'applicazione di impianti di produzione di energia basati sulla valorizzazione delle fonti rinnovabili, impianti di cogenerazione, pompe di calore, sistemi centralizzati di riscaldamento e raffrescamento. ...”

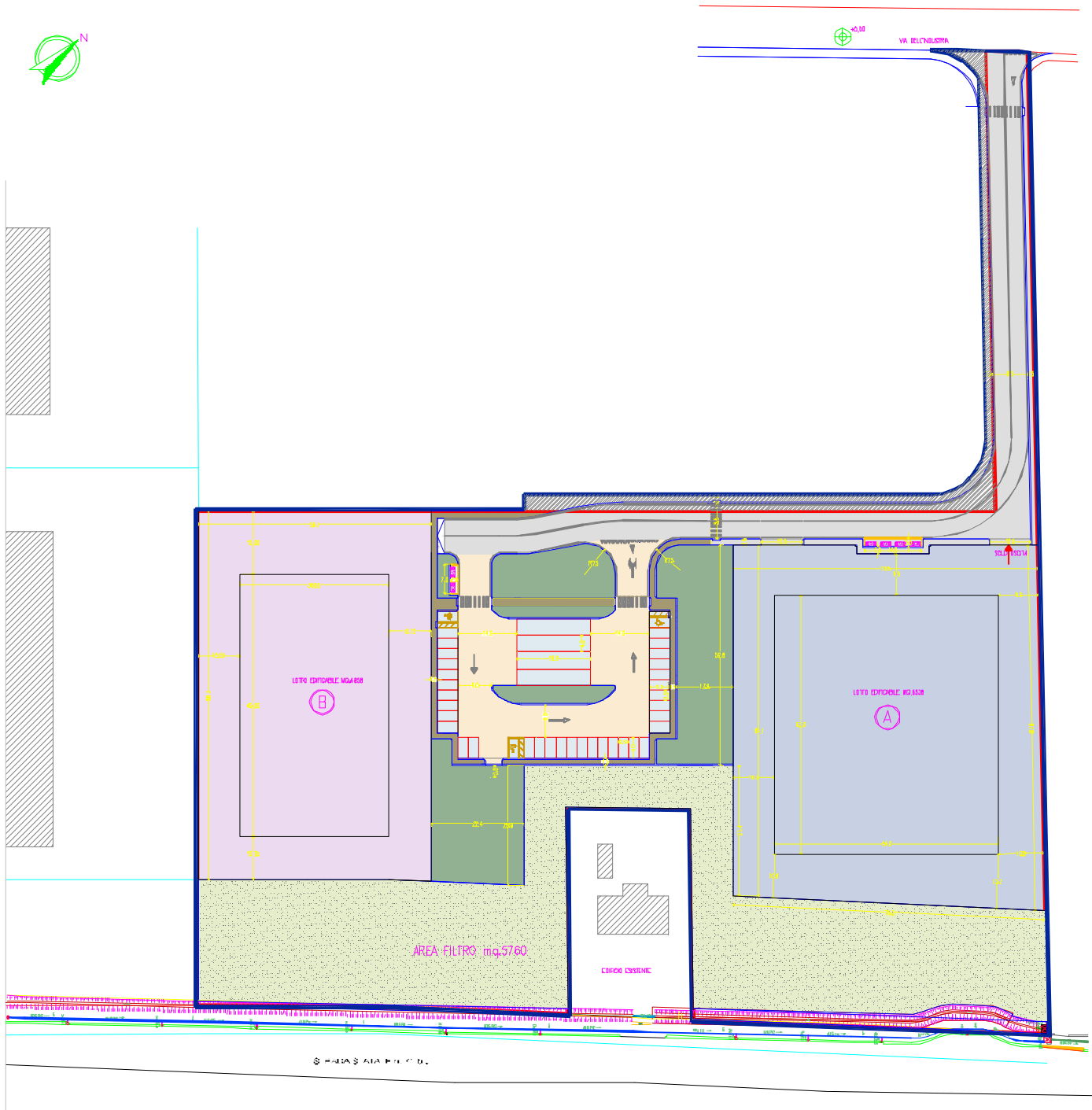
L'ipotesi di base assunta nel presente studio è un insediamento artigianale e commerciale, costituito da 2 capannoni, evidenziandone i fabbisogni energetici di base (illuminazione, riscaldamento e raffrescamento) e non legati al processo produttivo, non noto al momento della stesura della presente relazione.

Sul lotto A verrà realizzato un capannone nel quale potranno essere realizzati un deposito artigianale e n. 6 attività commerciali.

Sul lotto B verrà realizzato un capannone a completa destinazione artigianale.



PLANIMETRIA DEL PROGETTO APPROVATO (ora soggetto a variante)



PLANIMETRIA DELLA VARIANTE AL PROGETTO APPROVATO

2 Riferimenti normativi

- Delibera della Giunta Regionale n. 967/2015 - *Approvazione dell'atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici.*
- Delibera della Giunta Regionale n. 1715/2016 - *Modifiche all' "Atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici" di cui alla deliberazione di Giunta regionale n. 967 del 20 luglio 2015.*
- PAIR 2020 approvato con Deliberazione dall'Assemblea legislativa della Regione Emilia-Romagna n.115 dell'11 aprile 2017.

3 Obblighi di legge

Efficienza energetica degli edifici ed uso delle fonti rinnovabili.

La DGR 1715/2016 in attuazione ed integrazione della DGR 967/2015 impone alcuni obblighi normativi per le nuove costruzioni che vengono di seguito riassunte:

Allegato 2 – art. 3 – Sezione B

B.7 PRODUZIONE E UTILIZZO DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER)

1. Il requisito si riferisce all'obbligo di prevedere nella progettazione energetica di un intervento edilizio l'adozione di impianti o sistemi tecnici di produzione di energia mediante sfruttamento da fonti rinnovabili (autoproduzione). Il requisito si applica esclusivamente: a) agli edifici di nuova costruzione di cui all'art. 3 comma 2 lett. a) dell'Atto; b) agli edifici esistenti soggetti ad interventi di ristrutturazione rilevante, ovvero edifici aventi superficie utile superiore a 1000 metri quadrati soggetti a ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro.
2. Il requisito si intende soddisfatto se sono rispettati i livelli di produzione di energia da FER indicati ai successivi punti B.7.1 per quanto riguarda la copertura del fabbisogno di energia termica dell'edificio (autoconsumo), e B.7.2 per quanto riguarda la produzione di energia elettrica.
3. Sono altresì previste nei punti seguenti modalità e condizioni alternative di soddisfacimento del requisito.

B.7.1 APPORTO DI ENERGIA TERMICA DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

1. E' fatto obbligo in sede progettuale di prevedere l'utilizzo di fonti rinnovabili a copertura di quota parte dei consumi di energia termica dell'edificio.
2. A tal fine, l'impianto termico e/o l'impianto tecnologico idrico-sanitario deve essere progettato e realizzato in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e delle seguenti percentuali del fabbisogni di energia primaria per la produzione di energia termica:
 - a) del 35% della somma dei consumi complessivamente previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento per gli interventi per i quali la richiesta di titolo edilizio è presentata fino al 31 dicembre 2016;
 - b) del 50% della somma dei consumi complessivamente previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento, per gli interventi per i quali la richiesta di titolo edilizio è presentata a partire dal 1° gennaio 2017.

3. I limiti di cui al precedente comma 2 sono: - ridotti del 50% per gli edifici situati nei centri storici di cui all'art. A-7 della L.R. n. 20/00; - incrementati del 10% per gli edifici pubblici.

4. Gli obblighi di cui al precedente comma 2 non possono essere assolti tramite impianti da fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica utilizzata per la produzione diretta di energia termica (effetto Joule) per la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento. In caso di utilizzo di pannelli solari termici disposti sui tetti degli edifici, i predetti componenti devono essere aderenti o architettonicamente integrati nei tetti medesimi, con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda.

5. Gli obblighi di cui al precedente comma 2 si intendono soddisfatti anche:

a) mediante il collegamento ad una rete di teleriscaldamento, che copra l'intero fabbisogno di calore per il riscaldamento degli ambienti e la fornitura di acqua calda sanitaria;

b) ad eccezione degli interventi per i quali occorre rispettare i requisiti di cui al requisito B.8 con l'installazione nell'edificio o nel complesso edilizio di unità di micro o piccola cogenerazione ad alto rendimento e in grado di produrre energia termica a copertura di quote equivalenti dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento, aventi caratteristiche conformi a quanto specificato in B.7.4.

B.7.2 PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

1. E' fatto obbligo in sede progettuale di prevedere l'utilizzo delle fonti rinnovabili a copertura di quota parte dei consumi di energia elettrica dell'edificio.

2. A tale fine è obbligatoria l'installazione sopra o all'interno del fabbricato o nelle relative pertinenze di impianti per la produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, asserviti agli utilizzi elettrici dell'edificio, con caratteristiche tali da garantire il contemporaneo rispetto delle condizioni seguenti:

a) potenza elettrica P installata non inferiore a 1 kW per unità abitativa e 0,5 kW per ogni 100 m² di superficie utile energetica di edifici ad uso non residenziale;

b) potenza elettrica P installata non inferiore a $P = S_q / 50$, dove S_q è la superficie coperta del fabbricato misurata in m².

3. I limiti di cui alle precedenti lett. a) e lett. b) sono: - ridotti del 50% per gli edifici situati nei centri storici di cui all'art. A-7 della L.R. n. 20/00; - incrementati del 10% per gli edifici pubblici.

4. In caso di utilizzo di pannelli solari fotovoltaici disposti sui tetti degli edifici, i predetti componenti devono essere aderenti o integrati nei tetti medesimi, con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda.

5. Gli obblighi di cui al presente punto si intendono soddisfatti anche:

a) mediante la partecipazione in quote equivalenti in potenza di impianti di produzione di energia elettrica, anche nella titolarità di un soggetto diverso dall'utente finale, alimentati da fonti rinnovabili, ALLEGATO 2 – REQUISITI ovvero da impianti di cogenerazione ad alto rendimento, siti nel territorio del comune dove è ubicato l'edificio medesimo o in un ambito territoriale sovracomunale nel caso di specifici accordi;

b) con l'installazione nell'edificio o nel complesso edilizio di unità di micro o piccola cogenerazione ad alto rendimento in grado di coprire quote equivalenti in potenza elettrica di impianti alimentati da fonti rinnovabili, aventi caratteristiche conformi a quanto specificato in B.7.4, o con la copertura di una quota equivalente in potenza elettrica mediante il collegamento ad un sistema efficiente di utenza (SEU), come definito in Allegato 1, alimentate da fonti rinnovabili o da unità di cogenerazione ad alto rendimento.

Il PAIR 2020 impone come obbligo normativo per le nuove costruzioni il divieto di installazione di impianti per la climatizzazione invernale ed estiva in locali adibiti a deposito.

In sede di progettazione degli edifici, andranno valutati e perseguiti gli indirizzi contenuti all'art. 12.7 delle NTA del PTCP, così come modificati per effetto dell'adozione del Piano di Azione per l'Energia e lo Sviluppo sostenibile, e dal piano energetico provinciale.

Tali aspetti sono in parte ricompresi nella normativa cogente regionale ed in parte sono da demandare alla progettazione esecutiva degli edifici:

- a) IMPIANTI DI RISCALDAMENTO: privilegiare il ricorso ad impianti centralizzati, con contabilizzazione individuale del calore, a servizio di singoli edifici o di più edifici (piccole reti di teleriscaldamento). In particolare dove si sta progettando una rete di teleriscaldamento o un impianto di cogenerazione di quartiere, il ricorso alle caldaie singole per appartamento è del tutto controindicato.
- b) COLLEGAMENTI AL TELERISCALDAMENTO: nelle aree per le quale è previsto un piano di sviluppo di una rete di teleriscaldamento, prevedere tutti gli impianti necessari per il collegamento alla rete stessa (scambiatori di calore, distribuzione e contabilizzazione individuale del calore).
- c) CONTROLLO DELL'APPORTO ENERGETICO DA SOLEGGIAMENTO ESTIVO (ombreggiamento): favorire la climatizzazione estiva in modo naturale, sfruttando il corretto orientamento dell'organismo edilizio, la posizione e le caratteristiche delle aperture e la progettazione di opportuni elementi ombreggianti architettonici, di finitura o naturali.
- d) USO DELL'APPORTO ENERGETICO DA SOLEGGIAMENTO INVERNALE: valorizzare l'apporto solare sulle superfici finestrate, sfruttando l'orientamento dell'edificio e delle finestre, le caratteristiche delle finestre e la possibilità di modificare, in inverno, la posizione delle schermature ombreggianti.
- e) VENTILAZIONE NATURALE ESTIVA: sfruttare la ventilazione naturale, il preraffrescamento dell'aria immessa negli spazi di vita dell'organismo edilizio, l'uso di sistemi di ventilazione naturale forzata (camini di ventilazione che captano aria preraffrescata, ad es. nei locali interrati).
- f) PROTEZIONE DAI VENTI INVERNALI: favorire la climatizzazione invernale anche attraverso la protezione delle pareti dell'organismo edilizio più esposte ai venti invernali con elementi architettonici o vegetazionali esterni.
- g) RISPARMIO ENERGETICO NEL PERIODO INVERNALE: progettare gli edifici in modo tale da ridurre la dispersione termica dell'involucro edilizio, aumentando l'inerzia termica ed inoltre incentivando un maggior rendimento globale dell'impianto termico e gli apporti energetici gratuiti (serre, vetrate opportunamente esposte, ecc.).
- h) USO DELL'INERZIA TERMICA PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA: limitare le oscillazioni di temperatura dell'aria all'interno dell'organismo edilizio sfruttando la massa superficiale delle pareti che delimitano ciascuno spazio.
- i) USO DELL'ENERGIA SOLARE PER IL RISCALDAMENTO DELL'ACQUA: progettare gli impianti idrici per usi sanitari che utilizzino esclusivamente l'energia ottenuta da pannelli solari, nel periodo estivo, e l'integrazione del contributo dei pannelli solari con l'impianto termico nel periodo invernale.
- j) COGENERAZIONE: nel caso di ristrutturazione di edifici o di progetti di nuovi impianti con potenzialità calcolata pari o superiore ad 1MW termico per riscaldamento ambienti, considerare la possibilità di realizzare impianti di cogenerazione.
- k) IMPIANTI PRODUTTIVI E INSEDIAMENTI TERZIARI: nella progettazione di impianti produttivi o di insediamenti terziari considerare i seguenti elementi:
 - tipologia delle fonti energetiche utilizzate per gli edifici e nei processi produttivi in relazione all'ottimizzazione delle modalità di reperimento delle stesse (impiego di sistemi funzionanti in cogenerazione elettricità calore, utilizzo di calore di processo, ecc.);

- criteri di scelta in merito alle tecnologie utilizzate, con riferimento alla valutazione delle migliori tecnologie disponibili dal punto di vista energetico e delle emissioni di gas climalteranti;
- criteri di scelta in merito alla gestione dell'intera filiera produttiva, raffrontando la soluzione prescelta con le possibili alternative;
- negli insediamenti produttivi, quantificazione dei consumi energetici previsti suddivisi per tipo di fonte utilizzata e per unità di prodotto.

- negli edifici terziari: quantificazione dei consumi energetici previsti suddivisi per tipo di fonte utilizzata e per unità di superficie.

l) AREE PRODUTTIVE: nella progettazione di aree produttive prevedere la valutazione della fattibilità tecnico-economica:

- dell'uso della cogenerazione per la soddisfazione, elettrica e termica, dei fabbisogni energetici degli insediamenti previsti nell'area;
- dell'uso di scarti di calore da processi produttivi per la soddisfazione dei fabbisogni energetici degli insediamenti previsti nell'area;
- della possibilità di cessione degli scarti termici degli insediamenti previsti nell'area proposta all'insieme di fabbisogni civili presenti nell'intorno dell'area in oggetto.

m) IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA: le centrali termoelettriche già autorizzate ed attivate sul territorio provinciale rendono la Provincia di Ravenna autosufficiente in quanto a capacità di produrre energia rispetto al fabbisogno che il territorio manifesta. In conseguenza di ciò non sono realizzabili nel territorio provinciale nuove centrali termoelettriche e per quanto possibile, ci si dovrà adoperare per ostare alla costruzione di nuove centrali termoelettriche anche nelle immediate vicinanze del territorio provinciale qualora quegli ipotizzati impianti avessero ricadute sulla qualità dell'aria della nostra provincia. Sono invece accoglibili le iniziative tese a sviluppare l'insediamento di piccoli impianti di produzione di energia elettrica e termica che facciano ricorso a fonti rinnovabili, semmai prescrivendo: - la realizzazione di impianti di cogenerazione con utilizzo del calore sia nel settore civile che produttivo; - l'ubicazione in contesti particolarmente energivori; - l'ubicazione prioritaria in ambiti specializzati per attività produttive di rilievo sovracomunale di cui all'art. 8.1; - la funzionalità dell'impianto termoelettrico ad un piano di sviluppo industriale complessivo dell'area; - l'ubicazione in aree tali da minimizzare gli impatti ambientali delle infrastrutture di collegamento alle reti di trasmissione. All'interno del parco di generazione energetica, sia elettrica che termica, i sistemi che utilizzano fonti rinnovabili sono da ritenersi comunque prioritari. Nel caso di sistemi di produzione energetica da biomassa, si considera come requisito preferenziale l'ubicazione dell'impianto all'interno di un ambito territoriale che possa offrire la materia prima richiesta, compatibilmente con la capacità rigenerativa della stessa.

Tutti questi obblighi sono così sintetizzabili:

- Installazione di impianto fotovoltaico con potenza elettrica P installata non inferiore a $P = S_q / 50$, dove S_q è la superficie coperta del fabbricato misurata in m^2 .
- Realizzazione di impianti tali da realizzare la copertura del 50% della somma dei consumi complessivamente previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili.

4 Ricostruzione dei fabbisogni energetici

In questo capitolo sono riportate le modalità adottate per stimare i fabbisogni elettrici, termici e frigoriferi degli edifici produttivi, valutati con particolare attenzione alle condizioni climatiche del sito in esame, alle curve di richiesta delle utenze presenti, nonché in funzione della stagione di riferimento per definire un profilo di carico in funzione della stagione.

Si evidenzia che per quanto riguarda la componente energetica legata alla porzione industriale è impossibile fare delle previsioni precise in quanto l'energia occorrente è strettamente legata al tipo di attività che verrà insediata, in particolare al tipo e al numero di macchinari di cui necessita, non noti allo stato attuale.

Prenderemo in considerazione i consumi legati ai servizi base.

La valutazione prenderà in considerazione l'apporto energetico dato da sistemi di produzione elettrica e termica ad energia rinnovabile come previsto dai regolamenti vigenti (Delibera della Giunta Regionale n. 967/2015 - *Approvazione dell'atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici (artt. 25 e 25-bis L.R. 26/2004 e s.m.)*) Delibera della Giunta Regionale n. 1715/2016.

Al fine della stima dei fabbisogni energetici, occorre ricostruire le curve di carico rappresentative della richiesta di potenza elettrica, termica e frigorifera degli edifici in oggetto. Per svolgere tale valutazione si è proceduto facendo riferimento a tre “giorni tipo”, differenziati sulle stagioni (inverno, estate e mezza stagione), considerando le seguenti tipologie di fabbisogni energetici:

- acqua calda sanitaria;
- riscaldamento;
- raffrescamento;
- elettricità.

Più in dettaglio, sono stati creati dei profili orari giornalieri di richiesta elettrica, termica e frigorifera per ognuna delle stagioni considerate; tali profili, ovvero “giorni tipo”, assunti costanti per tutta la stagione considerata, hanno permesso la stima dei fabbisogni energetici degli edifici industriali-commerciali.

È infatti evidente come tali fabbisogni energetici siano influenzati, sia quantitativamente che qualitativamente, dalla stagione dell'anno considerata.

Le tipologie di fabbisogno considerate in funzione del periodo dell'anno in questione; si osserva che il giorno tipo invernale è caratterizzato da una richiesta di potenza elettrica e da una termica sotto forma di acqua calda sanitaria e riscaldamento degli ambienti; il giorno tipo estivo è invece caratterizzato da una richiesta di potenza elettrica (che si differenzia dalla precedente), di potenza termica (costituita solo dal fabbisogno di acqua calda sanitaria) e inoltre di potenza frigorifera per il condizionamento delle unità immobiliari; infine, il giorno tipo di mezza stagione è costituito esclusivamente da una richiesta di potenza elettrica (ancora una volta diversa dalle precedenti) e da una di potenza termica rappresentata dal solo fabbisogno di acqua sanitaria.

Stagione	Periodo	Durata	Tipologia di fabbisogno
Inverno	dal 1 gennaio al 15 aprile e dal 15 ottobre al 31 dicembre	183 giorni (circa 26 settimane) = 4.392 ore	- elettricità (consumo invernale) - acqua calda sanitaria - riscaldamento invernale
Mezza stagione	dal 16 aprile al 15 giugno e dal 15 settembre al 14 ottobre	91 giorni (circa 13 settimane) = 2.184 ore	- elettricità (consumo ½ stagione) - acqua calda sanitaria
Estate	dal 16 giugno al 14 settembre	91 giorni (circa 13 settimane) = 2.184 ore	- elettricità (consumo estate) - acqua calda sanitaria - raffrescamento estivo

Volendo generare un bilancio energetico della nuova urbanizzazione, si è inoltre considerato che ogni edificio rispetti i limiti imposti dalla DGR 1715/2016. Si è svolta una stima di progetto in funzione degli estremi normativi e delle dotazioni rinnovabili.

Si è supposto che il fabbricato da realizzare sul lotto A sia composto da un deposito artigianale al piano terra, pertanto come tale privo di riscaldamento e raffrescamento, e di n. 6 attività commerciali al piano primo e che il fabbricato da realizzare sul lotto B, esclusivamente a destinazione artigianale, sia suddiviso su due piani.

4.1 Edifici commerciali e artigianali

4.1.1 ACQUA CALDA SANITARIA

Il fabbisogno di acqua calda sanitaria per ogni edificio è stato assunto come di seguito indicato; tale fabbisogno non è, in prima analisi, influenzato dalla stagione dell'anno.

Gli andamenti stimano una richiesta, per ogni edificio pari a circa di 6 kWh/di corrispondenti a circa 145 litri/di.

La richiesta annuale di acqua calda sanitaria per ogni edificio è quindi pari a circa 2190 kWh.

4.1.2 CONTRIBUTO 50% FONTI RINNOVABILI PER ACS

Secondo quanto riportato dalla DGR 1715/2016, "...Nel caso di interventi di nuova installazione di impianti termici o di ristrutturazione degli impianti termici in edifici esistenti, l'impianto termico e/o l'impianto tecnologico idrico-sanitario deve essere progettato e realizzato in modo da garantire la copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei fabbisogni di energia primaria previsto per la produzione di acqua calda sanitaria...".

Ipotizzando di impiegare pannelli solari termici o pannelli fotovoltaici abbinati a pompa di calore, la cui produttività è funzione del periodo dell'anno, si ottiene che il fabbisogno di acqua calda sanitaria da produrre diventa inevitabilmente influenzato dalla stagione.

Alla luce di quanto sopra esposto è possibile stimare le richieste termiche per il giorno tipo invernale, estivo e di mezza stagione ed il fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria l'edificio.

Si riassumono i fabbisogni energetici stagionali di acqua calda sanitaria evidenziando la quota parte coperta dai pannelli solari termici e la restante parte ancora da produrre con sistemi tradizionali.

	Fabbisogno [kWh]	Quota prodotta dal solare termico o dal fotovoltaico [kWh]	Quota ancora da produrre [kWh]
Inverno	730	0	730
Mezza stagione	730	365	365
Estate	730	730	0
Totale	2190	1095	1095

4.1.3 RISCALDAMENTO INVERNALE

Per ricostruire il fabbisogno di energia termica finalizzata al riscaldamento degli ambienti si è fatto riferimento alla DGR 1715/2016 e s.m.i.. E' possibile collocare il comune di Cervia nella Zona Climatica E che prevede un periodo di accensione degli impianti di riscaldamento dal 15 ottobre al 15 aprile per 14 ore giornaliere.

PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA' CERVIA posta in zona climatica E ai sensi del DPR 412/93

Gradi Giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al D.P.R. 412/93):	2312	GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna, secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	-5.01	°C
Temperatura massima estiva di progetto (dell'aria esterna, secondo norma UNI 5364)	31.00	°C

Sulla base dei Gradi Giorno GG previsti per il Comune di Cervia e calcolando il grado di compattezza dell'edificio in esame (ovvero il rapporto tra la superficie disperdente S ed il volume V riscaldato) è possibile stimare un fabbisogno specifico EP, espresso in kWh/mq all'anno, pari a 55 kWh/mq.

B.1.1 COEFFICIENTE GLOBALE DI SCAMBIO TERMICO

- Il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente H_T (coefficiente medio globale di scambio termico) determinato per l'intero involucro edilizio risulta inferiore al corrispondente valore limite (determinato in funzione della zona climatica e del rapporto S/V) riportato nella Tabella seguente:

RAPPORTO DI FORMA (S/V) (Tipologia Edilizia)	Zona climatica		
	D	E	F
$S/V \geq 0,7$	0,53	0,50	0,48
$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,58	0,55	0,53
$0,4 > S/V$	0,80	0,75	0,70

Per quanto appena detto, è possibile ricostruire un profilo giornaliero di richiesta di potenza termica per riscaldamento tale da rispettare i massimi consumi energetici consentiti dalle norme in questione.

Per far questo si è ricorsi ad una simulazione effettuata col programma Termus 42.00s della Acca Software sulla base delle ipotesi precedentemente indicate.

	superficie netta	superficie lorda	volume lordo	Eph,nd,Lim Indice di prestazione energetica limite per il riscaldamento	Epgltot Lim Indice di prestazione energetica globale totale limite
unità commerciale 1	536,84	558,09	2245,75	47,5484	98,822
unità commerciale 2	536,84	558,09	2245,75	50,775	104,3893
unità commerciale 3	541,09	558,36	2246,84	46,4546	96,5717
unità commerciale 4	541,09	558,36	2246,84	49,9206	102,5472
unità commerciale 5	536,84	558,09	2245,75	53,7031	109,453
unità commerciale 6	536,84	558,09	2245,75	50,295	103,5828
unità artigianale	4417,92	4536	26159,11	11,0409	29,0324

Per il raffrescamento:

	carico massimo latente	carico massimo sensibile	potenza massima UTA
	W	W	kW
unità commerciale 1	13263	21931	41,6
unità commerciale 2	13263	17496	41,6
unità commerciale 3	13368	16755	41,9
unità commerciale 4	13368	12822	41,9
unità commerciale 5	13250	15612	41,5
unità commerciale 6	13250	19507	41,5
unità artigianale	106688	71111	171,1

Tale simulazione è relativa all'utilizzo di pompe di calore aria-acqua a servizio delle singole unità, pannelli fotovoltaici a servizio delle singole unità in regime di scambio sul posto collocati sulle coperture. Al fine di determinare la dotazione minima di rinnovabili si è ipotizzato che la singola unità immobiliare sia realizzata rispettando i requisiti minimi di legge.

4.1.4 FABBISOGNO TERMICO TOTALE

Il fabbisogno termico totale è dato dalla somma del calore necessario alla produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento.

Dall'andamento del fabbisogno termico totale ($Th_{\text{richiesto}}$) ottenuto sottraendo alla somma della richiesta per il riscaldamento (Risc) e l'acqua calda sanitaria (ACS), il contributo solare fotovoltaico ($Solare_T$) prodotto mediante pannelli solari fotovoltaici appare evidente che la richiesta di potenza termica, nonché di energia, è preponderante durante il periodo invernale; durante tale stagione, infatti, si assiste alla contemporanea richiesta di potenza per riscaldamento e per acqua calda sanitaria e la produttività dei pannelli solari termici è invece minima.

Le energie richieste rispettivamente per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria e prodotte dai pannelli solari termici nel giorno tipo invernale, estivo e di mezza stagione e complessivamente nella stagione stessa.

4.1.5 CONDIZIONAMENTO ESTIVO

La ricostruzione del fabbisogno frigorifero nel caso industriale è un'operazione estremamente complessa e affetta da un notevole grado di aleatorietà. Tale incertezza è dovuta soprattutto al gradiente individuale di fruizione del servizio, che tra l'altro nella valutazione corrente non è ancora considerato indispensabile.

Tenendo conto della premessa appena fatta, si è considerato che ogni ufficio provveda al raffrescamento estivo mediante split, ipotizzando la presenza di condizionamento del 60% degli uffici con un impegno medio di 1 kW elettrico per unità.

4.1.6 FABBISOGNO ELETTRICO DELLE UNITÀ IMMOBILIARI

Il fabbisogno elettrico delle singole unità è stato differenziato nei consumi e negli andamenti in funzione delle diverse stagioni; nella figura di seguito è riportata la potenza oraria di un giorno tipo invernale, di mezza stagione ed estivo.

Le massime richieste di potenza elettrica si presentano durante il periodo estivo, quindi nella mezza stagione ed infine in inverno; tale differenza è da imputarsi soprattutto al consumo delle apparecchiature frigorifere e gli impianti di condizionamento che sono infatti molto sensibili al variare delle condizioni climatiche ed aumentano sensibilmente il consumo di energia in modo proporzionale al crescere della temperatura dell'ambiente.

Basandosi sui dati del settembre 2010 di una ricerca ENEA Tema di ricerca 5.4.1.1/5.4.1.2 “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione. Interazione condizionamento e illuminazione” il rapporto finale della ricerca riporta che l'indicatore del consumo elettrico a m² IEMQ per la zona climatica E è di 341,3 kWh/m².

4.1.7 FABBISOGNO ELETTRICO DELLE AREE COMUNI

Per quanto riguarda le aree comuni si è tenuto conto di tutte le voci che concorrono a costruire il fabbisogno di elettricità dell'edificio (illuminazione delle aree comuni quali rampe, garage, vie condominiali, forza, saracinesche dei garage, ecc.) differenziandole, quando necessario, sia sulla base della stagione che delle ore della giornata.

Le differenze nella richiesta di potenza oraria tra le varie stagioni, non sempre comunque sostanziali, sono essenzialmente dovute ai carichi elettrici per l'illuminazione che, stagionalmente, è stata calcolata in funzione delle ore di luce solare al giorno.

4.1.8 FABBISOGNO ELETTRICO COMPLESSIVO

Il fabbisogno elettrico dell'edificio è somma del carico dovuto alle unità singole, di quello riconducibile alle aree comuni condominiali e di quello riconducibile alla pubblica illuminazione presente su via di accesso e parcheggio.

I consumi elettrici dell'illuminazione pubblica non possono essere ricompresi in quelli elettrici degli edifici essendo il regime di proprietà e di utilizzo molto differenti. Il progetto dell'illuminazione vede la presenza di 18 pali stradali (parcheggio e strada). Considerando la potenza media di un palo di illuminazione (69 W) è possibile stabilire il fabbisogno di energia dell'intero comparto considerando il periodo di funzionamento notturno per tutti i giorni dell'anno (4200 h equivalenti/anno).

La pubblica illuminazione è costituita da 18 proiettori LED da 69 W ciascuno si avrà un consumo di 5.22 MWh annui.

4.1.9 CONTRIBUTO FOTOVOLTAICO

I due edifici hanno la copertura piana pertanto è possibile orientare in modo ottimale verso Sud i pannelli fotovoltaici. Il progetto mira ad installare il fotovoltaico sulle coperture degli edifici, riducendo al minimo l'impatto su suolo e ambiente. Sulla copertura verranno installati moduli in silicio policristallino.

Il quantitativo di fotovoltaico da installare viene di seguito calcolato.

lotto A

superficie coperta del fabbricato misurata in m^2 : $62 \text{ m} \times 54 \text{ m} = 3348 \text{ m}^2$ che comporta installazione di 66,96 kW di fotovoltaico oppure

superficie utile energetica 3247 m^2 che comporta installazione di 16,24 kW di fotovoltaico

lotto B

superficie coperta del fabbricato misurata in m^2 : $63 \text{ m} \times 36 \text{ m} = 2268 \text{ m}^2$ che comporta installazione di 45,36 kW di fotovoltaico oppure

superficie utile energetica 4418 m^2 che comporta installazione di 22,09 kW di fotovoltaico

Quindi il quantitativo di fotovoltaico da installare è di 66,96 kW sull'edificio del lotto A e di 45,36 kW sull'edificio del lotto B.

Alle voci di cui sopra è necessario decurtare la quota parte di elettricità prodotta dai pannelli solari fotovoltaici, la cui installazione è obbligatoria secondo dal DGR 1715/2016 “... *l'installazione di impianti a fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica per una potenza installata non inferiore a 0,5 kW per 100 m² di produttivo ... oppure 1/50 della superficie coperta dell'edificio*”.

Come già visto nel caso dei pannelli solari termici, la produttività, anche nel caso dei pannelli fotovoltaici, è strettamente legata alla stagione oltre che ovviamente alla località geografica.

L'andamento del fabbisogno elettrico totale (EE_richiesto) è ottenuto sottraendo alla somma della richiesta dei privati (EE), la climatizzazione (pompe di calore) e la richiesta delle parti comuni (PI), il contributo solare (FV) prodotto mediante pannelli fotovoltaici.

5 Impianto per la generazione di energia

5.1 Componenti di impianto

5.1.1 Pompe di calore invertibili

Le pompe di calore elettriche invertibili aria-acqua rappresentano i generatori delle singole unità commerciali o artigianali e possono fungere anche da climatizzatori estivi.

La possibilità di sfruttare a pieno tale nuova soluzione è subordinata all'utilizzo della stessa a servizio di un circuito di riscaldamento che necessita di acqua calda a bassissima temperatura (i 30-40 °C circa dei pannelli radianti a pavimento o a soffitto o dei ventilconvettori).

Le pompe di calore prelevano calore dall'aria ambiente e prevedono un incremento delle prestazioni se operano a potenza ridotta.

Queste macchine producono acqua calda a bassa temperatura, circa 45 °C, quindi risultano compatibili esclusivamente con sistemi di riscaldamento a bassa temperatura, ad esempio a pannelli radianti o ventilconvettori, ma comunque idonee alla produzione di acqua calda sanitaria. Le caratteristiche delle pompe di calore sono riportate nella tabella sottostante.

All'aumentare del valore dell'energia elettrica la pompa di calore vede aumentare il costo dell'energia termica prodotta pertanto questa soluzione può avere lo svantaggio di essere più costosa di altre a causa del costo dell'energia elettrica in Italia.

Si è visto che le pompe di calore presentano indubbi vantaggi energetici e ambientali, ma sono fortemente penalizzate sotto l'aspetto economico a causa dell'elevato costo dell'energia elettrica in Italia.

E' pertanto opportuno abbinare a questa tecnologia, un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica con consumo in sito.

Ipotizzando di installare una potenza di fotovoltaico pari al minimo previsto per legge, si ottiene:

	Fabbisognodi e.e. da rete	E.E. prodotta dai moduli	Fabbisogno di e.e. totale da produzione locale	Carico di progetto Qp
	kWh	kWh	kWh	kW
unità commerciale 1	6219,17	12021,17	2915,83	15,65
unità commerciale 2	5907,05	12021,17	3152,75	15,87
unità commerciale 3	5271,68	12021,17	3053,8	14,07
unità commerciale 4	5556,39	12021,17	3221,54	14,29
unità commerciale 5	6962,45	12021,17	3151,92	15,92
unità commerciale 6	5844,46	12021,17	3126,23	15,70
unità artigianale	10063,37	48859,04	6495,85	129,03
Totali	45824,57	120986,06	25117,92	220,53

Potenza di picco impianto fotovoltaico	112,32 kW
Produzione attesa	120.986,04 kWh/anno
Riduzione CO ₂ per	- 0,687 kg/kWh
Potenziale riduzione emissioni CO ₂	83.117,41 kg/anno = 83,12 tonnellate/anno

Costo dell'intervento

Solare fotovoltaico	2000 €/kW	225.000 €
Pompe di calore da 42 kW	23000 €/ ciascuno	138.000 €
Pompe di calore da 69,5 kW	25600 €/ ciascuno	51.200 €
Costo complessivo soluzione "pompe di calore + fotovoltaico"		414.200 €

5.1.2 Geotermico

Alla tecnologia delle pompe di calore elettriche vengono aggiunti i pozzi geotermici che fungono da sorgente infinita di energia termica (calda o fredda a seconda delle stagioni). Il dimensionamento di tale tecnologia è fattibile se è nota la potenza termica necessaria, le caratteristiche energetiche del terreno, la presenza di falde, ecc. Tale tecnologia permette di ottenere energia che consente un miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio stesso.

Sicuramente tale tecnologia permette di ottemperare agli obblighi termici, ma sarà necessaria l'installazione di tecnologia fotovoltaica per ottemperare agli obblighi relativi all'energia elettrica.

	Carico di progetto Qp	Potenza termica pompa di calore	Pozzi geotermici stima
	kW	kWh	kWh
unità commerciale 1	15,65	16,0	2 pozzi da 100 m/cad
unità commerciale 2	15,87	16,0	2 pozzi da 100 m/cad
unità commerciale 3	14,07	16,0	2 pozzi da 100 m/cad
unità commerciale 4	14,29	16,0	2 pozzi da 100 m/cad
unità commerciale 5	15,92	16,0	2 pozzi da 100 m/cad
unità commerciale 6	15,70	16,0	2 pozzi da 100 m/cad
unità artigianale	129,03	130,0	24 pozzi da 100 m/cad

Produzione attesa	250.689,04 kWh/anno
Riduzione CO ₂	- 0,205 kg/kWh
Potenziale riduzione emissioni CO ₂	51.390,32 kg/anno = 51,39 tonnellate/anno

Costo dell'intervento

Solare fotovoltaico	2000 €/kW	225.000 €
Pompe di calore da 42 kW	23000 €/ ciascuno	138.000 €
Pompe di calore da 69,5 kW	25600 €/ ciascuno	51.200 €
Pozzi geotermici	15000 €/pozzo	540.000 €
Costo complessivo soluzione “pompe di calore + fotovoltaico+geotermico”		954.200 €

5.1.3 Cogenerazione

Si installano generatori a gas della potenza di targa pari a quella necessaria per il fotovoltaico. Per sicurezza è necessario installare anche caldaie di supporto alla singola macchina.



	potenza elettrica cogeneratore [kW]	potenza termica cogeneratore [kW]
unità commerciale 1	11,16	15,65
unità commerciale 2	11,16	15,87
unità commerciale 3	11,16	14,07
unità commerciale 4	11,16	14,29
unità commerciale 5	11,16	15,92
unità commerciale 6	11,16	15,70
unità artigianale	45,36	129,03
totale edificio commerciale	67,0	91,5
totale edificio artigianale	45,4	129,0

Per l'edificio commerciale – artigianale del lotto A, occorre installare un cogeneratore per la produzione di energia termica ed elettrica, tipo Viessman modulo EM-70/115 o similari, funzionamento a gas naturale, potenzialità utile: 70 kWel/115 kWth. Lo stesso vale anche per il lotto B.

Funzionamento tipico annuo di 4900-8000 h/anno.

Produzione elettrica	686.000 – 1.120.000 kWh/anno
Riduzione CO ₂	- 45,35 kg/h
Potenziale riduzione emissioni di CO ₂	222,22 – 362,80 tonnellate/anno

Costo dell'intervento

Cogeneratore	150000 €/ ciascuno	300.000 €
Contabilizzazione		100.000 €
Costo complessivo soluzione “cogeneratore”		400.000 €

5.2 La produzione

Nel presente paragrafo sono state presentate le diverse soluzioni impiantistiche poste a confronto per soddisfare le richieste energetiche del complesso in esame.

Innanzitutto è importante considerare che l'entità e l'andamento del fabbisogno energetico per il condizionamento delle utenze presenta le caratteristiche qui di seguito riportate tali da permettere di affermare sin da ora che non risulta economicamente conveniente centralizzare la produzione.

- Il fabbisogno frigorifero è relativo ad un periodo temporale limitato (stagione estiva).
- La ricostruzione del fabbisogno frigorifero è estremamente aleatoria in quanto spesso dipende alla
- sensibilità termica dell'utente finale.
- Il condizionamento delle utenze residenziali non è comunque un fabbisogno primario che è obbligo soddisfare in un intervento di urbanizzazione.

Quanto sopra ci consente di affermare che centralizzare la produzione frigorifera impone un elevato investimento economico a fronte di un utilizzo del sistema per un intervallo temporale breve e per una utenza estremamente discontinua e non chiaramente prevedibile.

Occorre inoltre considerare che l'entità e l'andamento del fabbisogno energetico per il riscaldamento invernale delle utenze presenta le caratteristiche qui di seguito riportate, tali da permettere di affermare sin da ora che non risulta economicamente conveniente centralizzare la produzione per le unità indipendenti poste in edifici con poche unità. Infatti:

- la distribuzione del calore non è efficiente in quanto si dovrebbe creare una rete di distribuzione che avrebbe notevoli dispersioni rispetto alle entità da riscaldare o da raffrescare;
- si può prevedere che non sempre tutte le unità immobiliari siano operative, visto l'andamento attuale delle attività artigianali e commerciali, pertanto centralizzare soprattutto l'impianto di riscaldamento progettandolo e regolandolo per tutte unità immobiliari presenti nei due fabbricati e poi utilizzarlo solo per poche unità immobiliari non risulta economicamente conveniente sia dal punto di vista dei costi d'impianto sia dei costi di gestione.

Nel dettaglio, relativamente alla soluzione economicamente più conveniente, che comporta comunque un beneficio ambientale, si osserva che la centrale di produzione è composta da pompe di calore elettriche invertibili, con produzione di acs, e da pannelli fotovoltaici con scambio sul posto. In particolare:

energia termica → pompe di calore elettriche autonome per ogni unità immobiliare;

energia frigorifera → pompe di calore elettriche autonome per ogni unità immobiliare.

6 Conclusioni

A commento di quanto riportato nei precedenti paragrafi della presente relazione, sempre tenendo bene in considerazione tutte le assunzioni fatte, si può osservare quanto segue.

Nell'ambito delle *unità commerciali e artigianali* è necessaria l'installazione di pompe di calore elettriche invertibili che lavorano a bassa temperatura con pannelli radianti o ventilconvettori, e l'impiego di fonti energetiche rinnovabili quali pannelli fotovoltaici.

L'insediamento nel suo complesso si presenta energivoro dal punto di vista di richiesta di energia elettrica.

Il rapporto tra energia elettrica autoprodotta ed energia elettrica richiesta complessivamente richiesta, è pari a 0,55.

Pertanto una quota parte di energia elettrica acquistata dalla rete, verrà prodotta mediante l'installazione di **impianti di produzione fotovoltaica** valorizzando nuovamente sistemi di energia alternativi (in questo caso da fonte rinnovabile) con ritorno dell'investimento certo.

Si ritiene opportuno effettuare valutazioni più dettagliate solo in una fase più avanzata della progettazione.

Cervia, Marzo 2020

Il progettista
Ing. Loretta Arfilli