



UNIVERSITÀ DI PAVIA

Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione

Corso di laurea: "Electrical Engineering"

Studio di fattibilità

Comunità Energetica Rinnovabile

Comunione Pineta di Arenzano

Feasibility study

Renewable Energy Community

Comunione Pineta of Arenzano

A.A / A.Y 2022-2023

Candidato: Milo Ghirello

Relatore: Francesco Benzi

Tutor: Gabriele Marchegiani

Indice

Abstract

1. Introduzione e normativa
 - 1.1. Comunità energetica
 - 1.2. Tipologie
 - 1.3. Vantaggi di una comunità energetica
 - 1.4. Supporto
 - 1.5. Quadro normativo
 - 1.6. Attuale situazione normativa
 - 1.7. Chi può farne parte

2. Progetto in esame
 - 2.1. La Pineta di Arenzano
 - 2.2. Cenni storici
 - 2.3. Caratteristiche
 - 2.4. Comunione Pineta di Arenzano come Comunità energetica
 - 2.5. Benefici
 - 2.6. Studio di fattibilità
 - 2.7. Interesse dei partecipanti

3. Raccolta dati
 - 3.1. Planimetrie
 - 3.2. Raccolta consumi personali e collettivi

4. Calcoli
 - 4.1. Calcolo fabbisogno per ogni tipologia di utenza
 - 4.2. Calcolo produzione fotovoltaica

5. Scelta impianti
 - 5.1. Fotovoltaico
 - 5.2. Sistemi di accumulo stazionario
 - 5.3. Infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici

6. Benefici fiscali e incentivi
 - 6.1. Benefici fiscali per le comunità energetiche

7. Relazione tecnica ed economica
 - 7.1. Scelta interventi da intraprendere
 - 7.2. Autoconsumo
 - 7.3. Piano economico
 - 7.4. Noleggio operativo

8. Conclusione
9. Bibliografia

Estratto

La presente tesi ha per tema l'analisi di fattibilità tecnica ed economica di una Comunità Energetica Rinnovabile (CER) su terreni privati nel complesso residenziale sito nella suggestiva Pineta di Arenzano. Uno studio della normativa tecnica e legislativa applicabile, emessa tramite Direttive EU e loro recepimento da parte delle autorità nazionali, nonché degli incentivi associati alle CER, costituisce la parte iniziale della tesi.

L'iniziativa è stata avviata con un sondaggio tra i residenti, condotto dalla Comunità Energetica Rinnovabile di Arenzano, che ha evidenziato una manifestazione di interesse per la CER di circa 200 proprietari. Lo studio è partito con un sopralluogo alla Pineta, con il quale è stata avviata la raccolta dati sui consumi energetici di alcuni immobili significativi (hotel, golf club, condomini). L'analisi si è concentrata sulla valutazione della fattibilità tecnica di installare impianti fotovoltaici e infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici, che potrebbero costituire anche sistemi di accumulo di energia, utili per ottimizzare il funzionamento operativo della CER.

Un aspetto cruciale del lavoro ha riguardato la costruzione di profili di carico e produzione fotovoltaica, fondamentali per la comprensione dell'autoconsumo collettivo, parametro chiave per l'incentivazione della CER.

Infatti, gli incentivi sono riconosciuti sulla energia prodotta, consumata e condivisa all'interno della CER, essendo l'incremento dell'auto consumo di energia elettrica uno degli obiettivi delle CER fissati dalle autorità competenti.

L'analisi tecnica ed economica del sistema proposto si è prefisso di valutare la produzione fotovoltaica in un anno, di stimare i consumi dei partecipanti alla CER, e di verificare l'autoconsumo, con una analisi mensile dei profili stimati.

Ne è scaturito un significativo vantaggio economico, stimato in circa 4.5 milioni di euro di ricavi netti in 20 anni, a fronte di un investimento iniziale di 940.000 euro, per realizzare impianti fotovoltaici, pensiline nei parcheggi, per una potenza di generazione complessiva di circa 670 kWp e una energia prodotta di 800MWh annuali.

Una parte significativa dell'indagine ha anche considerato l'adozione di un modello finanziario innovativo, il noleggio operativo, per sostenere l'investimento iniziale.

La tesi evidenzia la reale fattibilità tecnica del progetto, con l'importante annotazione che l'attuazione dipende dall'emanazione di tutte le nuove normative necessarie per disciplinare correttamente la creazione e la gestione delle CER.

Il lavoro fornisce così un contributo utile per la progettazione e la realizzazione di comunità energetiche rinnovabili in ambienti simili, sottolineando l'importanza dell'evoluzione normativa utile per accelerare la transizione verso un sistema energetico più sostenibile.

Abstract

The present thesis focuses on the analysis of the technical and economic feasibility of a Renewable Energy Community (REC) on private lands within the residential complex located in the picturesque Pineta di Arenzano. A study of the applicable technical and legislative regulations, issued through EU Directives and their implementation by national authorities, as well as the incentives associated with RECs, constitutes the initial part of the thesis.

The initiative began with a survey among residents, conducted by the Pineta of Arenzano Communion, which revealed an expression of interest from approximately 200 property owners in the REC. The study commenced with an on-site visit to the Pineta, initiating the data collection on the energy consumption of significant properties (hotels, golf clubs, condominiums).

The analysis focused on assessing the technical feasibility of installing photovoltaic systems and electric vehicle charging infrastructure, which could also serve as energy storage systems to optimize the operational functioning of the REC.

A crucial aspect of the work involved constructing load and photovoltaic production profiles, essential for understanding collective self-consumption, a key parameter for incentivizing the REC. Incentives are indeed recognized for the energy produced, consumed, and shared within the REC, as increased self-consumption of electric energy is one of the objectives set by the competent authorities for RECs.

The technical and economic analysis of the proposed system aimed to evaluate photovoltaic production over a year, estimate the consumption of REC participants, and verify self-consumption through a monthly analysis of estimated profiles. The result was a significant economic advantage, estimated at around 4.5 million euros in net revenue over 20 years, with an initial investment of 940,000 euros to install photovoltaic systems and parking canopies, generating a total capacity of approximately 670 kWp and an annual energy production of 800 MWh.

A substantial part of the investigation also considered the adoption of an innovative financial model, operational leasing, to support the initial investment. The thesis highlights the real technical feasibility of the project, with the important note that implementation depends on the issuance of all necessary new regulations to properly regulate the creation and management of RECs.

The work thus provides a useful contribution to the design and implementation of renewable energy communities in similar environments, emphasizing the importance of regulatory evolution to accelerate the transition to a more sustainable energy system.

Introduzione e normativa

1.1. Comunità energetiche

Una comunità energetica è un concetto che si riferisce a una rete locale di produttori e consumatori di energia che collaborano per condividere e ottimizzare l'uso delle risorse energetiche rinnovabili. Questa comunità può essere formata da case, aziende, impianti industriali e agricoli e può essere situata sia in una zona urbana che rurale.

L'obiettivo principale di una comunità energetica è creare un sistema energetico decentralizzato, in cui i membri condividono l'energia prodotta da fonti rinnovabili, come pannelli solari, impianti eolici o impianti di cogenerazione. I membri della comunità possono essere sia produttori che consumatori di energia e l'energia viene condivisa attraverso una rete di distribuzione locale.

Le comunità energetiche promuovono l'autonomia energetica, riducono le emissioni di gas a effetto serra e favoriscono l'utilizzo di fonti rinnovabili. Inoltre, promuovono la partecipazione attiva dei cittadini nel processo di produzione e gestione dell'energia, consentendo loro di diventare coinvolti nel proprio approvvigionamento energetico e di trarre benefici economici dalla produzione e condivisione di energia pulita.

Le tecnologie digitali e le reti intelligenti svolgono un ruolo importante nelle comunità energetiche, consentendo la gestione ottimale dell'energia prodotta e condivisa tra i membri. Questo può includere la gestione degli scambi energetici, la tariffazione dinamica dell'energia, l'implementazione di sistemi di monitoraggio e controllo avanzati e la promozione dell'efficienza energetica.

Le comunità energetiche stanno diventando sempre più popolari in tutto il mondo come una forma innovativa di transizione verso sistemi energetici sostenibili e decentralizzati, in cui le persone hanno un ruolo attivo nella produzione e gestione dell'energia.

1.2. Tipologie

Allo stato attuale i consumatori di energia elettrica possono associarsi in due modi:

- Autoconsumo collettivo o gruppo di auto consumatori che agiscono collettivamente
- Comunità energetiche rinnovabili (CER).

L'autoconsumo collettivo, o gruppo di auto consumatori che agiscono collettivamente, è un insieme di almeno due auto consumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente e che si trovano nello stesso condominio o edificio. Il classico esempio è quello di un condominio, una situazione in cui i partecipanti sono situati tutti nello stesso posto.

Quando l'autoconsumo collettivo non è più in un unico edificio o condominio, siamo di fronte ad una CER ovvero "un soggetto giuridico" fondato sulla "partecipazione aperta e volontaria", il cui scopo prioritario non è la generazione di profitti finanziari, ma il raggiungimento di benefici ambientali, economici e sociali per i suoi membri o soci o al territorio in cui opera.

Forme giuridiche adottabili:

- Associazione
- Fondazione di partecipazione
- Ente del terzo settore
- Società cooperativa
- Società cooperativa consortile
- Società cooperativa di comunità

Forme giuridiche non adottabili:

- Consorzio
- Società consortile mista
- Società lucrativa
- Società lucrativa benefit

In generale quindi le caratteristiche che la forma giuridica deve avere sono: non avere uno scopo finale di lucro, la possibilità di entrate e uscita libera dei membri e la possibilità di svolgere ANCHE attività economica senza ripartizione di utili. Un'associazione è perfetta per dei condomini, ad esempio, che sicuramente non vorranno fare parte di una società per poter aderire ad una CER. Sicuramente un consorzio non può andare bene perché va in contrasto su diverse tematiche, ad esempio, è valido solo per imprese e professionisti. I consorzi misti hanno altri difetti, tra cui anche se non vi è un imprenditore, i consorziati non imprenditori sono enti di diritto pubblico che quindi è in contrasto con l'apertura a clienti civili. Insomma, anche la forma giuridica dovrà essere stabilita in maniera corretta ma non sarà questa la sede di questo dibattito.

1.3. Vantaggi di una comunità energetica

Da un punto di vista pratico, ogni membro della comunità continua a pagare per intero la bolletta al proprio fornitore di energia elettrica, ma riceve periodicamente dalla comunità un importo per la condivisione dei benefici garantiti alla comunità. Tale compenso, non essendo tassato, equivale di fatto a una riduzione della bolletta.

La comunità energetica porta a benefici di diverso tipo:

- Benefici economici: grazie ai meccanismi di incentivazione derivanti dall'energia prodotta e utilizzata, la comunità è in grado di produrre un "reddito energetico" da redistribuire.
- Benefici ambientali: da un lato si evita di produrre energia da fonti fossili liberando CO₂, dall'altro di dissipare energia in perdite di rete.
- Benefici sociali: si stimola l'aggregazione sociale sul territorio e si educano i cittadini a una cultura rivolta alla sostenibilità urbana, coinvolgendo tutte le fasce della popolazione.

1.4. Supporto

- Europa: Le direttive UE, stabilite nel pacchetto legislativo “Energia pulita per tutti gli europei” (CEP - Clean Energy Package), cercano di mettere in atto quadri giuridici adeguati a consentire la transizione energetica e dare un ruolo di primo piano ai cittadini nel settore dell’energia. Tra cui la direttiva *Direttiva “UE 2018/2001”* e *Direttiva “UE 2019/944”*
- Italia: Decreto milleproroghe articolo 42 bis

Il modo di strutturarsi può essere fatto attraverso una governance locale a responsabilità diretta, alla base della quale, cittadini, associazioni e realtà imprenditoriali, condividono un insieme di principi, regole e procedure che riguardano la gestione e il governo della comunità, verso obiettivi di autogestione e condivisione delle risorse (sharing resources). In un secondo tempo, la governance può portare alla creazione di un ente collettivo, una cooperativa, un living lab (Living lab: spazio fisico in contesto territoriale in cui si promuovono, sviluppano e testano soluzioni innovative a favore della comunità) o un’associazione di comunità per la governance stessa. Alternativamente, si possono integrare i ruoli di organizzazioni già presenti sul territorio con i principi di governance adottati dalla comunità. La nascita della figura del facilitatore di comunità energetica può sostenere lo sviluppo delle comunità energetiche favorendo l’attivazione di governance ai vari livelli organizzativi già presenti in una comunità o favorendo in tal senso, la nascita di nuove parti attive.

1.5. Quadro normativo

Grazie alla conversione in legge del Decreto Milleproroghe 162/2019 sono state introdotte anche nel nostro Paese le “Comunità Energetiche Rinnovabili” previste dalla Direttiva Europea RED II (2018/2001/UE).

Attualmente, la normativa italiana sulle comunità energetiche rinnovabili consiste nell’articolo 42-bis del Decreto Milleproroghe 162/2019 (convertito con la Legge n. 8/2020 del 28 febbraio 2020), nei relativi provvedimenti attuativi (la delibera 318/2020/R/eel dell’ARERA e il DM 16 settembre 2020 del MiSE) e nel D.Lgs. 199/2021, che dà attuazione alla Direttiva Europea RED II sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili.

Contratto:

I rapporti di condivisione devono essere regolati attraverso un contratto di diritto privato. I consumer possono decidere in qualsiasi momento di lasciare la comunità energetica, onorando i contratti concordati precedentemente con i prosumer.

Sostanzialmente le forme di collaborazione come comunità sono due:

- le comunità energetiche rinnovabili (cosiddette C.E.R.);
- le comunità dei cittadini (cosiddette C.E.C.).

La differenza tra le due è che le C.E.R. sono gruppi di cittadini che beneficiano dell’energia prodotta da impianti rinnovabili situati in prossimità della loro abitazione. Ad esempio, i pannelli fotovoltaici di una scuola potrebbero fornire corrente alle abitazioni vicine. Al contrario, le C.E.C. possono attuare solo politiche di gestione dell’elettricità non necessariamente prodotte con fonti rinnovabili.

1.6. Attuale situazione normativa

Fino alla metà di novembre la situazione era bloccata, il quadro normativo era completo, la norma era stata definita ed approvata, ciò che mancava era la delibera da parte del GSE sulle regole tecniche. Di seguito si vede come era la situazione.



Nell'ultima settimana di novembre le cose sono cambiate. Il via libera di Bruxelles alla realizzazione e all'incentivo per le comunità energetiche è stato approvato. Roma, 22 novembre, la Commissione europea ha dato il via libera al decreto italiano di incentivazione alla diffusione dell'autoconsumo di energia da fonti rinnovabili.

Il decreto italiano è incentrato su due misure: una tariffa incentivante sull'energia rinnovabile prodotta e condivisa e un contributo a fondo perduto. La potenza finanziabile è pari a cinque Gigawatt complessivi, con un limite temporale a fine 2027.

1.7. Chi può farne parte

Accesso:

La partecipazione a queste comunità deve essere aperta a tutti, anche a chi non è in possesso di un impianto (i cosiddetti consumer), purché i punti di immissione e prelievo siano ubicati su reti elettriche sottese alla stessa cabina primaria di trasformazione Media/Bassa tensione.

Le comunità energetiche rinnovabili sono un soggetto giuridico che si basa sulla partecipazione aperta e volontaria, costituito da persone fisiche, PMI, enti locali, comprese le amministrazioni comunali. Hanno come obiettivo principale quello di fornire benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità ai suoi azionisti o membri o alle aree locali in cui operano.

Inoltre, i soggetti associati mantengono i loro diritti di cliente finale, compreso quello di scegliere il proprio fornitore di energia elettrica sul libero mercato. La legge non fa invece specifico riferimento alla tecnologia rinnovabile da adottare, ma il fotovoltaico è senza dubbio quello che si presta a sfruttare meglio i vantaggi del provvedimento.

Progetto in esame

2.1. La Pineta di Arenzano

Il progetto verrà realizzato sulle terre della Pineta di Arenzano, un altopiano sul mare che raggiunge i 90/100 metri con 135 ettari di terreno, un tempo un bosco a macchia mediterranea, riserva di caccia e zona agricola di unica proprietà, diventato un comprensorio residenziale di grande pregio architettonico e paesaggistico.

Ad oggi si tratta di una località residenziale in cui diverse famiglie ne approfittano nei giorni estivi, altri invece lo abitano tutto l'anno. L'intero paesaggio si estende lungo le coste della Liguria di ponente ed 'è caratterizzato da case, ville, condomini, un golf club, alcuni hotel e qualche attività commerciale situata nella piazza del centro.

2.2. Cenni storici

La proprietà del territorio era già dal Quattrocento della nobile famiglia dei Sauli Pallavicini. Passò poi alla fine del XIX secolo ai Negrotto Cambiaso. Come tutti i terreni Capo Panaggi era messo a reddito, tenuto a bosco con qualche parte coltiva affidata alle cure dei contadini che abitavano in quella zona. Durante la Seconda guerra mondiale questo territorio contribuì in maniera decisiva alle sopravvivenze mutando per questo fatto la propria fisionomia. Finita la guerra Capo Panaggi si ritrovò spoglio e con il tempo andò riformandosi il bosco mediterraneo e fu da allora che venne denominata La Pineta. Negli anni Cinquanta la Pineta divenne oggetto di un progetto di riqualificazione, nello specifico di edificazione e reinvenzione paesaggistica che mirava a trasformare un territorio vergine disteso sul mare ad un complesso residenziale d'élite, eccezionalmente fuori dal controllo delle leggi amministrative sull'edilizia, trattandosi di una proprietà interamente privata.

Protagonisti di questa impresa furono la marchesa Matilde Giustiniani Negrotto Cambiaso e il genero Marcello Cattaneo Adorno, titolari della proprietà che affidarono agli architetti lombardi Ignazio Gardella e Marco Zanuso l'incarico di stendere un primo vero e proprio piano dettagliato.

2.3. Caratteristiche

L'idea di questo progetto è quindi sviluppare un piano di efficientamento energetico su tutta la Pineta di Arenzano. Sfruttando il fatto che come già detto in precedenza tutto il terreno è privato, ogni operazione sarà più facilmente eseguibile in termini di burocrazia e permessi. Pertanto, in seguito verranno presi in esame diverse possibilità per migliorare la Pineta in termini energetici senza violare o rovinare il fascino di questa terra.

2.4. Comunità Energetica di Arenzano come Comunità energetica

L'insieme delle opere d'efficientamento energetico della Pineta di Arenzano inducono alla creazione di una comunità energetica aperta alla partecipazione dei cittadini residenti che decidono di aderirvi. Costituire una comunità energetica presenta vantaggi economici e ambientali e realizza l'obiettivo di incrementare l'auto consumo di energia elettrica, con benefici per tutti.

I residenti possono scegliere di partecipare, essendo l'adesione aperta e su base volontaria, e in questo modo hanno la possibilità di condividere le risorse con altre persone che vivono nello stesso territorio e che conoscono bene le potenzialità e i benefici che questa iniziativa può comportare per il complesso residenziale la Pineta.

2.5. Benefici

Come già accennato nel primo capitolo di introduzione alle comunità energetiche, un intervento di efficientamento energetico di questo tipo porta diversi benefici, tra i quali la copertura di parte del fabbisogno energetico con auto produzione in loco mediante fonti rinnovabili. In questo modo si contribuisce al processo di decarbonizzazione e agli obiettivi di sostenibilità fissati per le prossime decadi, come quelli previsti dalla RED 3 (Renewable energy directive) che punta a raggiungere una quota di produzione da rinnovabile del 42.5%. Queste operazioni sono conformi all'accordo di Parigi in vigore dal 2015, che ha il fine di contenere l'innalzamento della temperatura media del pianeta Terra ad un massimo di 1.5 C°, limitando il riscaldamento globale e l'effetto serra. Oltre ai benefici ambientali ed energetici, per incentivare le persone a far parte di una comunità energetica verranno riconosciute delle somme di denaro per ogni kWh di energia auto prodotta e condivisa.

2.6. Studio di fattibilità

Cronologicamente tutto è iniziato nell'estate del 2022 quando il professore e ingegnere Gabriele Marchegiani ha presentato l'idea di una Comunità Energetica all'Assemblea della Comunità Energetica di Arenzano. Un sondaggio effettuato dall'Amministratore della Comunità Energetica, dott. Michele Zucca, ha rivelato un concreto interesse di molti residenti per la Comunità Energetica. Si è quindi deciso di procedere con uno studio di fattibilità, da realizzare attraverso una tesi universitaria. Nella primavera del 2023 è stato fatto un sopralluogo alla Pineta di Arenzano che, grazie alla guida del Dott. Zucca, ha permesso di visitare in maniera completa il complesso residenziale, alcuni condomini, gli hotel e il golf club. L'incontro con alcuni residenti ha permesso di addentrarci in dettagli e particolari che altrimenti sarebbe stato difficile vedere.

Abbiamo conosciuto l'amministratore di un condominio, Nicola Cattania, che gentilmente ha collaborato e ci ha dato la possibilità di esporre l'idea di Comunità Energetica a lui e a tutti i condomini. Ci ha fornito inoltre i consumi individuali di tutti gli appartamenti del condominio. Abbiamo conosciuto anche il responsabile dei due hotel che ci ha mostrato gli stabili e ci ha dato indicazioni preziose sulla situazione energetica degli stessi. Durante il sopralluogo abbiamo conosciuto anche altri residenti della Pineta che ci hanno fornito ulteriori utili informazioni per lo studio.

Abbiamo potuto contare per lo svolgimento del sopralluogo e per le successive attività di studio sul supporto dell'ingegnere Guido Traversa, che ha accumulato una pluriennale esperienza internazionale nell'ambito elettrico ed energetico.

In particolare, Guido è attualmente responsabile delle attività nel settore energia e fotovoltaico della azienda ELVI spa, che in questo studio di fattibilità ha ricoperto il ruolo di partner industriale per quanto riguarda la scelta dei materiali e la guida per l'installazione.

2.7. Interesse dei partecipanti

L'interesse dei residenti alla creazione di una CER era condizione necessaria per avviare uno studio di fattibilità. Va tenuto presente che il complesso residenziale della Pineta comprende case di villeggiatura per le vacanze; quindi, seconde case abitate solo nei mesi di vacanza e altre invece in cui persone e famiglie vivono costantemente tutto l'anno. Questo fatto divide i possibili partecipanti in due gruppi. Per persone che vivono nella Pineta, magari per un paio di mesi all'anno, non fa grande differenza partecipare o meno alla Comunità CER, mentre ci sono famiglie che avrebbero grandi benefici nell'aderire ad una CER, essendo residenti tutto l'anno. L'indagine conoscitiva svolta dal Dott. Zucca ha evidenziato una manifestazione di interesse da parte di circa 200 residenti su circa due migliaia di proprietari di unità abitative, oltre ai due hotel, al Golf Club e alle attività commerciali presenti nella piazza centrale.

Raccolta dati

3.1. Planimetrie

Il primo step di questo studio è stato quindi capire su quante persone o nuclei famigliari sviluppare il progetto. Il secondo è stato recuperare attraverso l'importante aiuto dell'amministratore tutte le tavole con i disegni della città, in cui fossero segnati tutti i principali collegamenti elettrici (cabine secondarie, sotto cabine, condutture elettriche). Ricordiamo che la comunità energetica per esistere deve garantire che tutti i partecipanti siano collegati sotto la stessa cabina primaria o, meglio, che siano tutti nella stessa area di appartenenza. Questa è stata ovviamente la prima cosa che abbiamo verificato sul posto attraverso il portale di Enel Distribuzione (<https://www.e-distribuzione.it/a-chi-ci-rivolgiamo/casa-e-piccole-imprese/comunita-energetiche.html>). Arenzano risulta nell'area "AC001E01057".

3.2. Raccolta consumi personali e collettivi

Altra cosa fondamentale per redigere uno studio fatto in maniera abbastanza preciso e minuzioso è stata raccogliere i consumi. Non è stata una cosa facile perché non è stato possibile avere tutte le bollette di un anno di tutti i 200 privati. Quindi sempre con il supporto dell'amministratore della comunione siamo riusciti ad avere le bollette di molte utenze che amministra direttamente lui, le bollette del condominio del sig. Cattania e tutte le bollette delle grandi strutture, tra cui appunto i due hotel e il Golf Club.

Una volta ricevute è stato fatto un gran lavoro per costruire delle tabelle e dei grafici significativi. Sono state scartate alcune utenze perché erano tanto diverse dalle altre e alla fine è stato generato un campione da utilizzare per tutte le utenze private familiari. Sono stati usati principalmente dati del

2022 perché quelli degli anni precedenti sono stati influenzati dal periodo di covid, infatti, gli andamenti degli hotel, ad esempio, sono molto differenti in quegli anni.

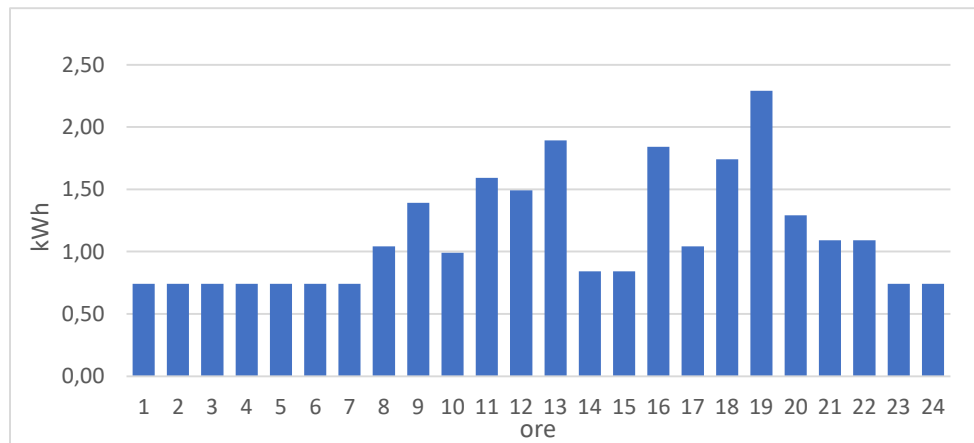
Calcoli

4.1. Calcolo fabbisogno per ogni tipologia di utenza

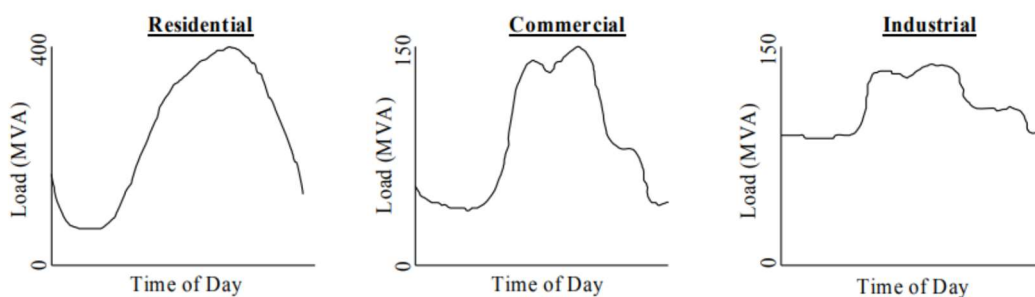
Il fabbisogno energetico si può definire come la quantità di energia che nell'arco di una giornata una qualsiasi utenza necessita per soddisfare i requisiti desiderati. Nel caso di un'abitazione si intende l'energia utilizzata da chi ci vive come ad esempio gli elettrodomestici, nel caso di ristoranti o hotel, si intende tutta l'energia necessaria al funzionamento di tutta la strumentazione che consuma energia elettrica. Normalmente per rappresentare questo concetto si realizzano modelli chiamati profili di carico che danno una chiara e veloce indicazione ora per ora nell'arco della giornata dei consumi effettivi.

Di seguito verrà riportato un esempio di profilo di carico:

Consumo in kWh di una famiglia costituita da due persone in pensione gennaio													
Orario	Luci	Aspirapolvere	Frigo	Tv	Phon	Lavatrice	Lavastoviglie	Forno	Micronde	Pc/altro	Ferro da stiro	pompa di calore	kWh
0 > 1	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,74
1 > 2	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,74
2 > 3	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,74
3 > 4	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,74
4 > 5	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,74
5 > 6	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,74
6 > 7	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,74
7 > 8	0,1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,54	1,04
8 > 9	0,1	0	0,2	0,15	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0,54	1,39
9 > 10	0,1	0	0,2	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,99
10 > 11	0,2	0,5	0,2	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0,54	1,59
11 > 12	0,2	0	0,2	0,15	0	0	0	0,4	0	0	0	0,54	1,49
12 > 13	0,2	0	0,2	0,15	0	0	0	0,4	0,4	0	0	0,54	1,89
13 > 14	0,1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,84
14 > 15	0,1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,84
15 > 16	0,1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	1	0,54	1,84
16 > 17	0,1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,54	1,04
17 > 18	0,2	0	0,2	0	0	0,6	0	0	0	0,2	0	0,54	1,74
18 > 19	0,2	0	0,2	0,15	0,2	0	0,6	0,4	0	0	0	0,54	2,29
19 > 20	0,2	0	0,2	0,15	0	0	0	0	0,2	0	0	0,54	1,29
20 > 21	0,2	0	0,2	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0,54	1,09
21 > 22	0,2	0	0,2	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0,54	1,09
22 > 23	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,74
23 > 24	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0,74
													27,15



I profili di carico hanno andamenti diversi in base alla natura dell'utenza.



Nella pratica, per eseguire uno studio di fattibilità si possono seguire due strade:

- Costruire dei profili di carico basandoci sulle richieste da soddisfare
- Sfruttare i consumi storici in caso essi esistano

Nella nostra situazione come già mostrato in precedenza abbiamo a disposizione una documentazione non esaustiva ma valida per lo scopo. È stato quindi necessario costruire dei profili di carico basati sui consumi documentati.

Lo studio è stato fatto su una grande quantità di utenze domestiche e di qualche utenza commerciale, non essendoci industrie non sono state considerate utenze industriali.

Di seguito verrà mostrata la pianta dell'intera pineta di Arenzano con gli indicatori che mettono bene in evidenza la posizione di tutte le utenze e la loro estensione:

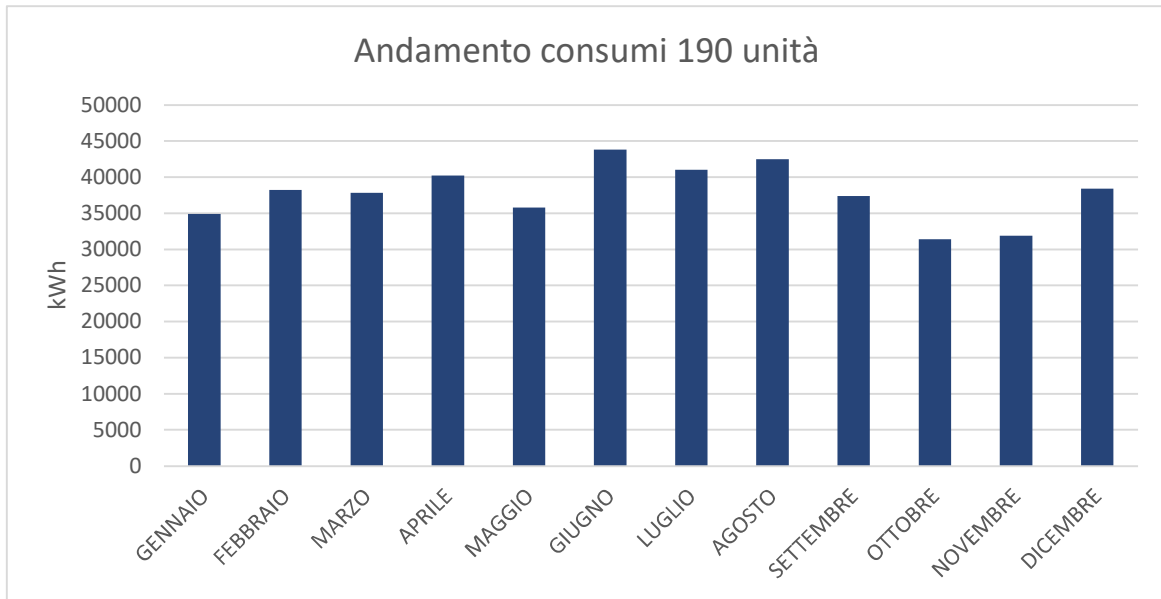


Legenda simboli		
	Ufenze singole civili	190
	Condomini completi	3
	Attività ristorative	1
	hotel	2

Per ogni utenza è stato fatto quindi il lavoro di classificazione dati e sono stati definiti i reali andamenti dei consumi come mostrato nel capitolo precedente. Non avendo a disposizione tutte le bollette di tutte le utenze residenziali sono stati messi in confronto tutti profili disponibili, sono stati scartati quelli molto diversi tra loro e su quelli più allineati è stato costruito un profilo campione da poter considerare per tutte le utenze di questo tipo.

Andamento consumi medi appartamenti								
Consumo annuale: 2000 kWh circa								
	AB1	AB2	AB3	AB4	AB5	AB6	MEDIA	
GENNAIO	132	225	175	190	190	190	183.7	kWh
FEBBRAIO	80	197	250	205	205	270	201.2	kWh
MARZO	82	192	350	190	190	190	199	kWh
APRILE	223	187	300	170	170	220	211.7	kWh
MAGGIO	201	195	170	180	180	205	188.5	kWh
GIUGNO	248	185	160	270	270	250	230.5	kWh
LUGLIO	177	218	170	255	255	220	215.8	kWh
AGOSTO	326	241	210	175	175	215	223.7	kWh
SETTEMBRE	200	201	170	170	170	270	196.8	kWh
OTTOBRE	135	207	140	150	150	210	165.3	kWh
NOVEMBRE	103	214	175	150	150	215	167.8	kWh
DICEMBRE	196	212	175	200	200	230	202.2	kWh

Andamento consumi 190 unità		
GENNAIO	34897	kWh
FEBBRAIO	38222	kWh
MARZO	37810	kWh
APRILE	40223	kWh
MAGGIO	35811	kWh
GIUGNO	43795	kWh
LUGLIO	41008	kWh
AGOSTO	42497	kWh
SETTEMBRE	37398	kWh
OTTOBRE	31413	kWh
NOVEMBRE	31888	kWh
DICEMBRE	38412	kWh



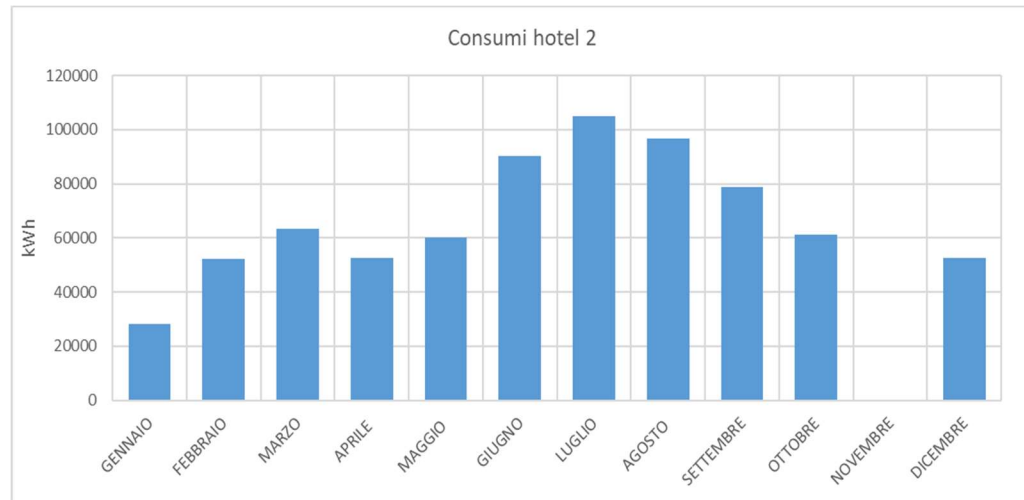
Dall'analisi effettuata il consumo medio di un'abitazione risulta di circa 2000 kWh all'anno, numero più che ragionevole considerando che la maggior parte delle utenze è di famiglie o coppie in pensione che non generano consumi importanti. Di solito per una classica famiglia in città si può stimare il consumo annuale di 3500 kWh /anno. Nella seconda tabella vengono considerate l'insieme delle unità e il grafico mostra l'andamento abbastanza costante confermato dal fatto che lo studio è stato svolto su chi è residente tutto l'anno.

Per gli altri consumi invece è stato più semplice perché trattandosi di poche unità commerciali è stato subito possibile avere la documentazione dai proprietari stessi in maniera completa. Di seguito, quindi, verranno mostrate le tabelle e i grafici che mostrano lo storico dei due hotel e il Golf Club che ha all'interno un ristorante.

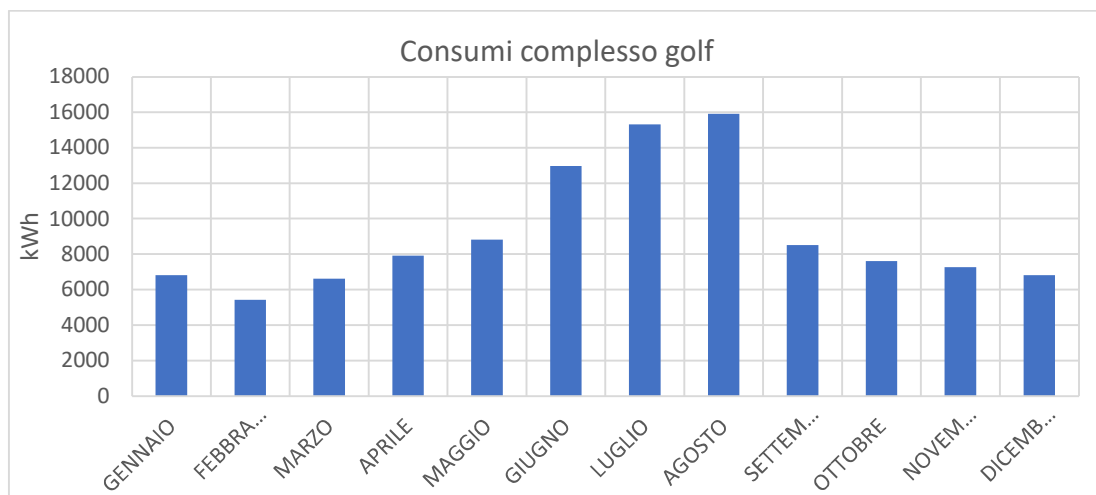
Consumi hotel 1	
2022	Energia
	kWh
GENNAIO	4138
FEBBRAIO	3970
MARZO	5347
APRILE	18972
MAGGIO	33348
GIUGNO	57865
LUGLIO	72319
AGOSTO	73034
SETTEMBRE	54969
OTTOBRE	17868
NOVEMBRE	0
DICEMBRE	4815



Consumi hotel 2	
2022	Energia
	kWh
GENNAIO	28176
FEBBRAIO	52368
MARZO	63313
APRILE	52681
MAGGIO	60231
GIUGNO	90127
LUGLIO	104926
AGOSTO	96651
SETTEMBRE	78739
OTTOBRE	61046
NOVEMBRE	0
DICEMBRE	52555



	GOLF 1	GOLF 2	GOLF 3	TOTALE	
	TOT	TOT	TOT	TOTALE	
GENNAIO	20	1000	5800	6820	kWh
FEBBRAIO	16	700	4700	5416	kWh
MARZO	14	1500	5100	6614	kWh
APRILE	12	2300	5600	7912	kWh
MAGGIO	10	3500	5300	8810	kWh
GIUGNO	12	5450	7500	12962	kWh
LUGLIO	14	6300	9000	15314	kWh
AGOSTO	10	7000	8900	15910	kWh
SETTEMBRE	10	4000	4500	8510	kWh
OTTOBRE	14	3500	4100	7614	kWh
NOVEMBRE	18	1750	5500	7268	kWh
DICEMBRE	18	1500	5300	6818	kWh



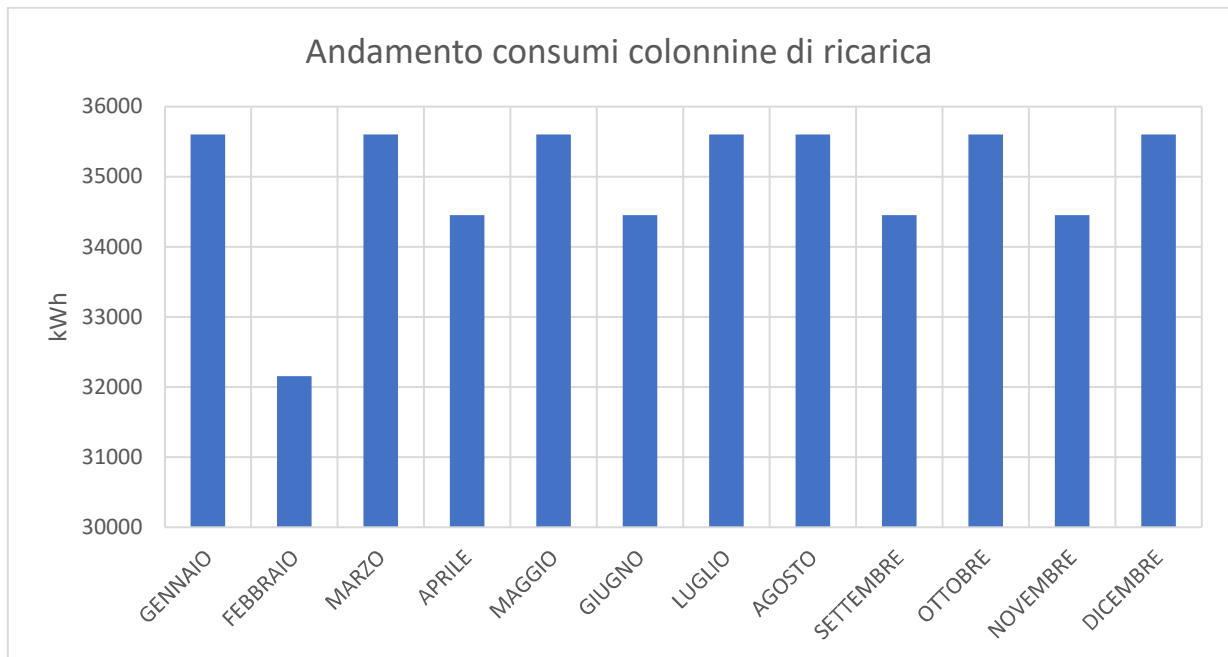
Con Golf 1,2,3 si intendono le tre utenze presenti all'interno dell'intero complesso.

Altro consumo che va inserito nello studio è il consumo delle infrastrutture di ricarica per il veicolo elettrico. Verranno aggiunte nei parcheggi degli hotel, nella piazza centrale e al Golf Club. Le colonnine di ricarica verranno presentate più dettagliatamente nei prossimi capitoli ma in questo ci occupiamo di capire il modo in cui schematizzare un possibile profilo di carico visto che non abbiamo dati storici da consultare.

	CONSUMI COLONNINE DI RICARICA					
	Hotel 1	Hotel 2	Golf	Piazza del centro		
Colonnine	2	2	1	2		
Prese	2	2	2	2		
ore/giorno	18	18	9	18		
coef. Contemporaneità	0.4	0.4	0.3	0.5	Consumo totale	
GENNAIO	9821	9821	3683	12276	35600	kWh
FEBBRAIO	8870	8870	3326	11088	32155	kWh
MARZO	9821	9821	3683	12276	35600	kWh
APRILE	9504	9504	3564	11880	34452	kWh
MAGGIO	9821	9821	3683	12276	35600	kWh
GIUGNO	9504	9504	3564	11880	34452	kWh
LUGLIO	9821	9821	3683	12276	35600	kWh
AGOSTO	9821	9821	3683	12276	35600	kWh
SETTEMBRE	9504	9504	3564	11880	34452	kWh
OTTOBRE	9821	9821	3683	12276	35600	kWh
NOVEMBRE	9504	9504	3564	11880	34452	kWh
DICEMBRE	9821	9821	3683	12276	35600	kWh
					419166	kWh

Dalla tabella è molto facile intuire come poter schematizzare il loro consumo, si parte dalla potenza delle colonnine stesse che per nostra scelta saranno da 22 kW ciascuna per poter garantire una ricarica efficace anche in poche ore. Si inserisce poi un numero di ore durante la giornata in cui considerare le auto collegate per ricaricarsi, certamente non è il numero certo ma una possibile approssimazione valida da usare. Altro parametro che è fondamentale è un coefficiente di contemporaneità, ossia con quale percentuale saranno collegate due o quattro auto nello stesso istante. Ovviamente poi per la colonnina scelta sono predisposte due prese.

Visto queste considerazioni viene calcolato un possibile profilo di carico.

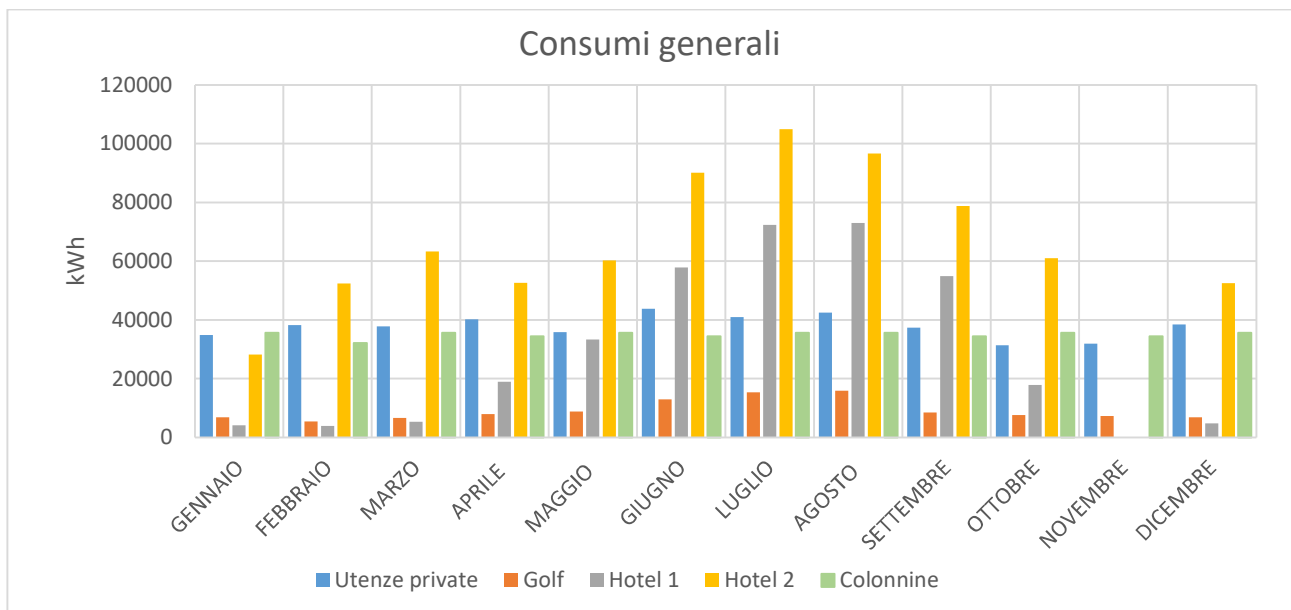


Nella piantina si può vedere con i simboli in verde dove sono state pensate le ubicazioni delle stazioni di ricarica. Presso le principali attività ristorative e alberghiere.

A questo punto occorre unire tutte le informazioni in nostro possesso per costruire il profilo di carico completo di tutto il nostro progetto, che comprende i consumi delle unità residenziali, commerciali e di ricarica.

	Utenze private	Golf	Hotel 1	Hotel 2	Colonnine	Totale	
GENNAIO	34897	6820	4138	28176	35600	109631	kWh
FEBBRAIO	38222	5416	3970	52368	32155	132131	kWh
MARZO	37810	6614	5347	63313	35600	148684	kWh
APRILE	40223	7912	18972	52681	34452	154240	kWh
MAGGIO	35811	8810	33348	60231	35600	173801	kWh
GIUGNO	43795	12962	57865	90127	34452	239201	kWh
LUGLIO	41008	15314	72319	104926	35600	269168	kWh
AGOSTO	42497	15910	73034	96651	35600	263692	kWh
SETTEMBRE	37398	8510	54969	78739	34452	214068	kWh
OTTOBRE	31413	7614	17868	61046	35600	153542	kWh
NOVEMBRE	31888	7268	0	0	34452	73608	kWh
DICEMBRE	38412	6818	4815	52555	35600	138200	kWh
	453,374	109,968	346,645	740,813	419,166	2,069,966	kWh

Dal grafico è semplice individuare il peso delle varie utenze e l'andamento durante l'anno.



4.2. Calcolo produzione fotovoltaica

Per questo studio la tipologia migliore di impianto da utilizzare è senza ombra di dubbio quello fotovoltaico posizionato su tetti e pensiline. Altre forme di produzione di energia come eolico, geotermico non erano compatibili con l'ambiente sia funzionalmente che a livello di estetica.

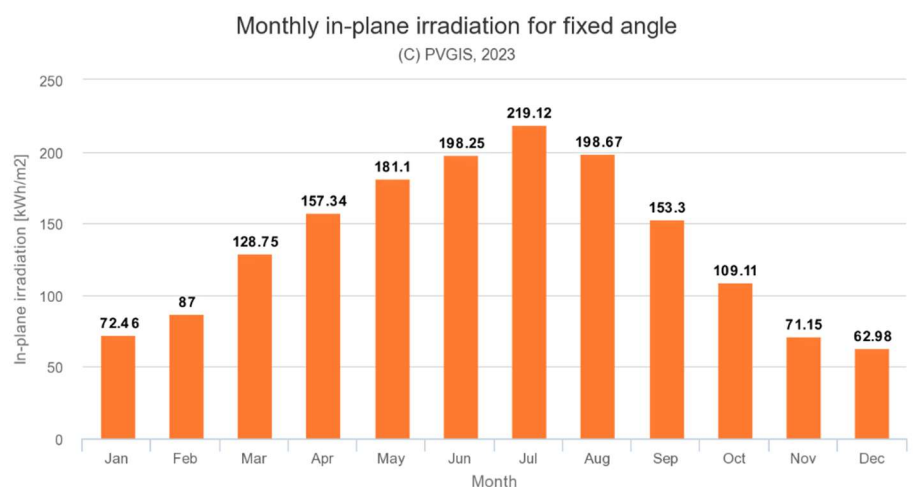
Ovviamente per usare al meglio l'energia solare è indispensabile conoscere la traiettoria del sole durante l'anno. Il percorso del sole descrive un arco che varia sia in funzione del periodo che dalla latitudine del luogo. Il sole non arriva alla stessa altezza tutti i giorni dell'anno, nei mesi estivi raggiunge l'altezza massima (solstizio d'estate) mentre nei mesi freddi resta molto più basso (solstizio d'inverno). A definire la posizione del sole rispetto ad un punto sulla terra ci sono due angoli:

- L'altezza solare o tilt (α): angolo formato dalla direzione dei raggi solari rispetto il piano orizzontale
- L'angolo azimutale o azimut solare (γ): angolo formato tra la proiezione sul piano orizzontale dei raggi solari e la direzione del sud ($0: \pm 180^\circ$)

Una volta accennati questi concetti teorici è importante capire come la produzione fotovoltaica sia molto influenzata dalla radiazione solare giornaliera durante tutto il corso dell'anno. Il primo passo da fare è quello di stabilire la produzione solare sul sito del nostro progetto. Come detto prima, è importante conoscere la latitudine e l'angolo di inclinazione del tetto in cui verranno posizionati i moduli fotovoltaici. Ormai con la tecnologia è possibile conoscere la radiazione solare annua proprio della città specifica grazie ad atlanti geografici. Per questo progetto ho utilizzato l'atlante geografico online PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System).

Le multifunzioni di questo programma hanno dato la possibilità di registrare la radiazione solare mese per mese. Per questo progetto pensare mese per mese, e non stagionalmente, è sicuramente la scelta per avere un risultato migliore.

	Irraggiamento kWh/m ²
GENNAIO	72.46
FEBBRAIO	87
MARZO	128.75
APRILE	157.34
MAGGIO	181.1
GIUGNO	198.25
LUGLIO	219.12
AGOSTO	198.67
SETTEMBRE	153.3
OTTOBRE	109.11
NOVEMBRE	71.15
DICEMBRE	62.98



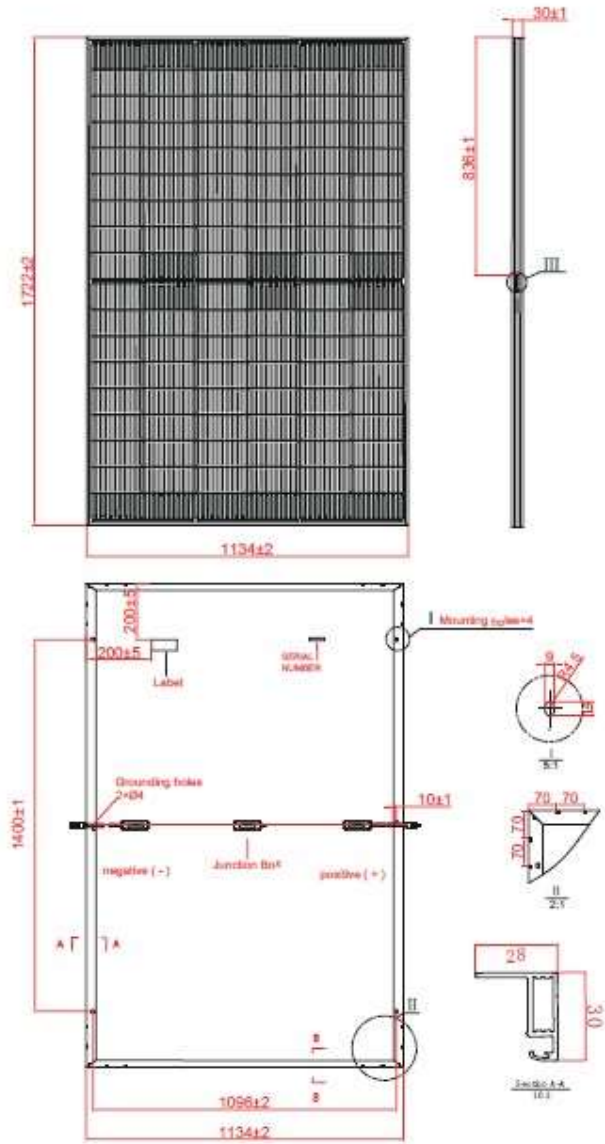
Era prevedibile che nei mesi più caldi ci sarebbe stata una radiazione maggiore sia per l'altezza raggiunta dal sole durante il giorno che per le ore di luce. Il grafico lo conferma.

Le variabili in gioco per determinare la produzione di energia da fotovoltaico oltre alla radiazione solare durante l'anno, sono la tipologia di pannelli usati, il numero e il rendimento dell'impianto che considera le non idealità dello stesso. I pannelli considerati sono Pannelli della marca Seraphim.



Module Type	SRP-420-BTD-HV		SRP-425-BTD-HV		SRP-430-BTD-HV		SRP-435-BTD-HV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power at STC (Pmp)	420	316	425	320	430	324	435	328
Open Circuit Voltage (Voc)	38.50	36.58	38.70	36.77	38.90	36.96	39.10	37.15
Short Circuit Current (Isc)	13.83	11.06	13.91	11.13	13.99	11.19	14.07	11.26
Maximum Power Voltage (Vmp)	31.90	29.99	32.10	30.21	32.30	30.41	32.50	30.62
Maximum Power Current (Imp)	13.17	10.54	13.24	10.59	13.32	10.66	13.39	10.71
Module Efficiency at STC(%)	21.51		21.76		22.02		22.28	
Power Tolerance	(0, +4.99W)							
Maximum System Voltage	1500V DC							
Maximum Series Fuse Rating	25 A							

STC: Irradiance 1000 W/m² module temperature 25°C AM=1.5
 Power measurement tolerance: +/-3%



Per capire il numero preciso di pannelli visto i diversi interventi da effettuare lungo tutta la pineta, verranno mostrate di seguito le diverse soluzioni pensate per ottimizzare i maggior punti di interesse.



Golf Club



Golf Club Parking



Hotel 1 Parking



Hotel 1



Condominio Poggio Ulivi



Condominio 7 case

	Golf club	Golf 2 (park)	Hotel 1	Hotel 1	P. Ulivi	7 Case
kWp	34	43.5	369	41	100	82.65
Moduli	78	100	847	95	230	190

A questo punto è sufficiente applicare le formule per ottenere l'energia prodotta durante l'anno. Si può valutare la produzione mese per mese e poi farne la somma oppure utilizzare l'indice di irraggiamento di Arenzano espresso in kWh/kWp per ottenere con un unico calcolo l'energia totale.

Energia totale prodotta		
potenza modulo	0.435	kWp
moduli	1540	
radiazione solare annua	1639	kWh/kWp
Potenza impianto	670	kWp
superficie occupata	3003.00	m ²
energia	802405	kWh/anno

Scelta impianti

5.1. Fotovoltaico

La scelta del numero dei moduli, la tipologia e l'energia prodotta è stata ampiamente già citata nei capitoli precedenti. Ora andiamo ad analizzare altri dettagli dei vari impianti.



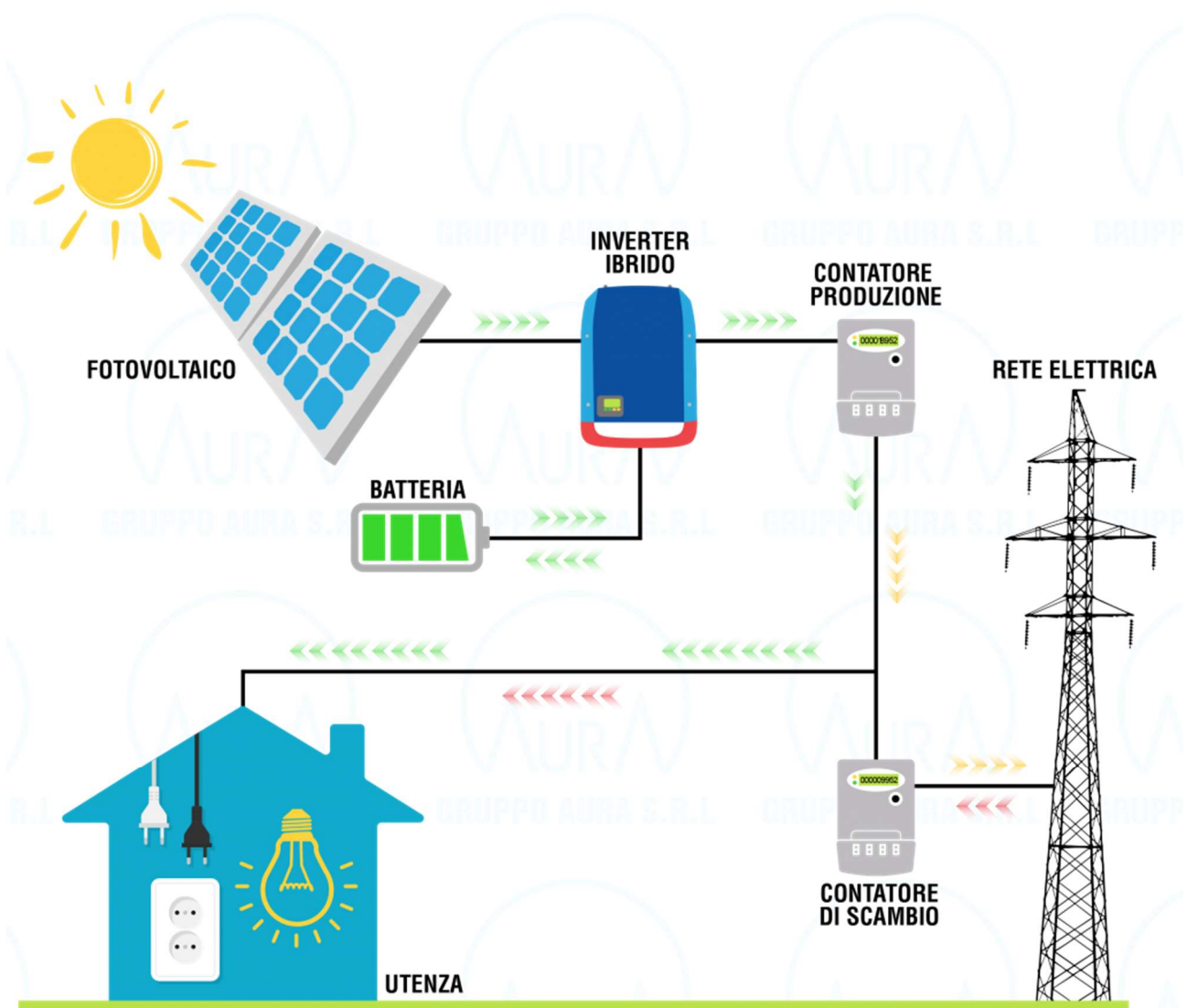
Una soluzione valida per i parcheggi sia dell'hotel che del Golf Club è una struttura come questa. Una pensilina fotovoltaica che segua le linee dei parcheggi.



Per i tetti invece dei diversi condomini i moduli verranno disposti in queste tipologie in base alla natura dei tetti. In caso di tetti piatti, i pannelli verranno posizionati su basamenti di calcestruzzo ad una certa distanza una fila dall'altra per evitare fenomeni di oscuramento. Nel caso di tetti che sono già inclinati, si cercherà di seguire la linea della struttura per un risultato più elegante. Per queste installazioni sarà necessario costruire ponteggi intorno alle abitazioni per operare in sicurezza o installare linee vita sui tetti qualora ci fosse un passaggio diretto tra edificio e tetto.

5.2. Sistemi di accumulo stazionario

Con sistema di accumulo stazionario si intende un sistema in cui è possibile immagazzinare dell'energia elettrica da poter usare in un momento diverso da quando è direttamente disponibile. Nei casi più semplici si tratta banalmente di una batteria che dalla storia sappiamo si tratti di un oggetto capace di convertire energia elettrica in energia chimica e poi viceversa. Nei casi più sofisticati si tratta di un vero e proprio sistema nel quale c'è un continuo controllo e monitoraggio dello stato di carica e dei flussi di potenza da o verso la rete. In una situazione come quella in esame si potrebbe pensare a posizionare diverse batterie per ogni impianto fotovoltaico che, come in seguito, mostriamo uno schema rappresentativo:



Visto che gli impianti proposti non sono di utenze singole ma sono sistemi per hotel, ristoranti e condomini è difficile pensare di inserire delle batterie. Visto anche dal bilancio energetico i consumi sono alti e la produzione non è infinita. Questo comporta che, se anche andassimo ad inserire delle batterie, durante il giorno i nostri sistemi fotovoltaici o andrebbero a caricare le batterie o darebbero energia alle strutture. Ha più senso sviluppare l'uso di auto elettriche per andare a sfruttare la batteria dell'auto come accumulo come spiegato nel capitolo precedente.

5.3. Infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici

Con infrastruttura di ricarica per i veicoli elettrici si intende ogni dispositivo che permette ad un veicolo elettrico o plug-in hybrid di ricaricarsi grazie all'energia elettrica prelevata da una casa o da una postazione situata all'esterno della propria abitazione domestica o lavorativa. Questa energia elettrica può essere prelevata dalla rete elettrica nazionale o prodotta in loco attraverso la diretta conversione di energia rinnovabile prodotta da sole, vento o altre sorgenti. La modalità più semplice da realizzare è l'installazione di una wallbox, ossia, una presa collegata all'impianto domestico da 3 kW. Ovviamente per le proprie caratteristiche elettriche la massima potenza che si può prelevare non può superare i 3 kW per ogni ora. Questa soluzione, quindi, può garantire ricarica lenta. Considerando una macchina utilitaria da città che può montare una batteria da 20-30 kWh, una ricarica completa avverrà in circa 6-9 ore. Tipicamente si sfrutta tutta la notte. Se la macchina però fosse una suv con batteria da più di 60 kWh la ricarica potrebbe chiedere quasi un giorno completo. Questa soluzione, quindi, è molto limitata dal tipo di macchina e dal tempo che si dispone per la ricarica.

L'alternativa alla wallbox è una vera e propria colonna di ricarica che può avere anche due prese. La potenza va di tagli in tagli più alti. Le potenze delle colonnine di ricarica più diffuse sono da 11 kW o 22 kW trifasi. Queste colonne sono normalmente posizionate in parcheggi pubblici, hotel e ristoranti. Eventualmente anche in ambito residenziale. Ovviamente per poter offrire potenze elevate e quindi tempo di ricarica dell'ordine di qualche ora devono avere alle spalle un'infrastruttura elettrica ben progettata e una sorgente capace di fornire ogni ora la potenza richiesta.

Di seguito qualche esempio di infrastruttura:



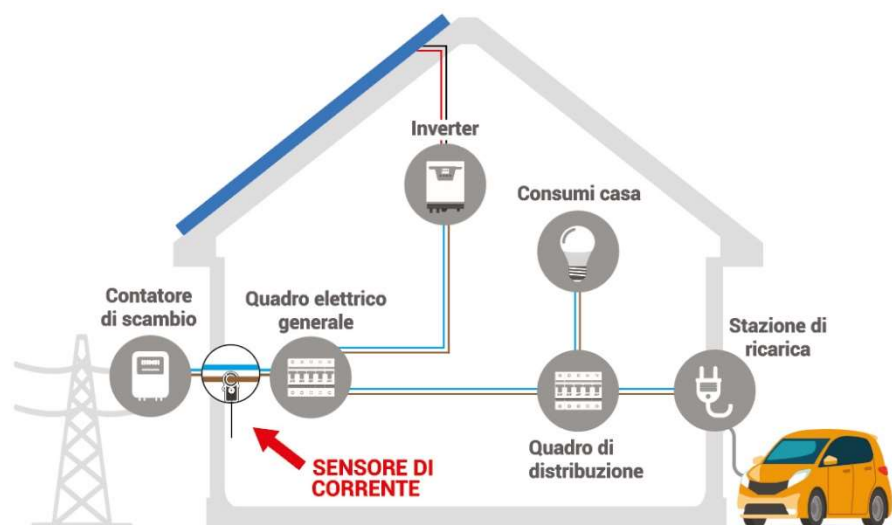
Wallbox

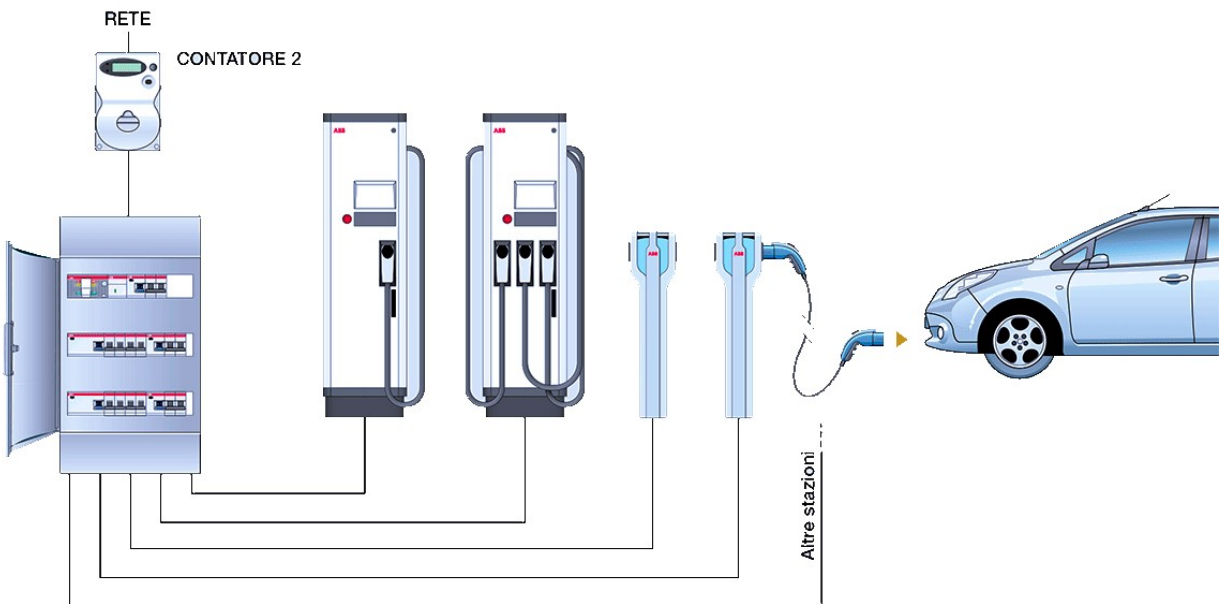
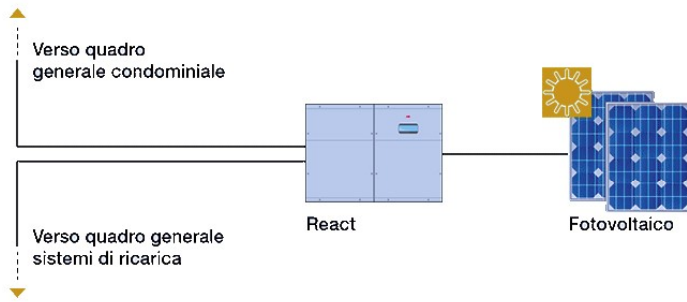
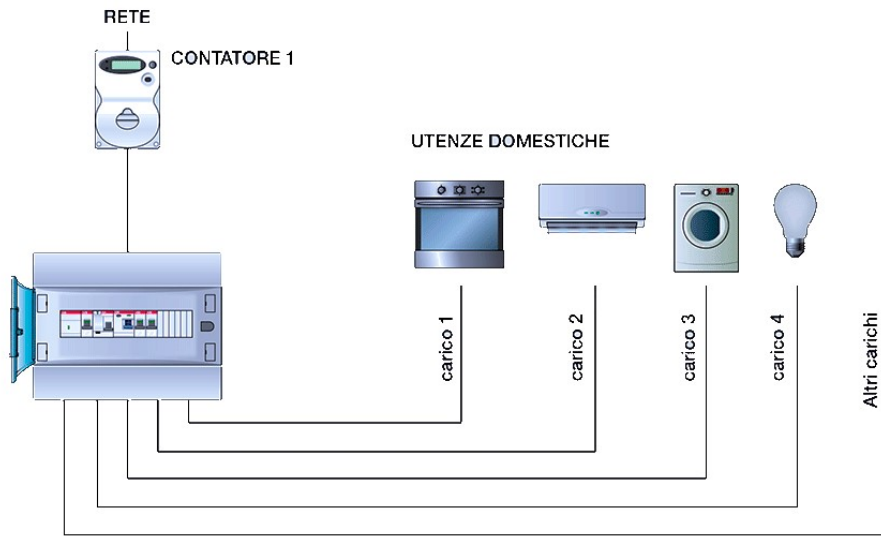


Colonna di ricarica 2x22 kW

Quindi i fattori in gioco per realizzare una catena operativa funzionale sono:

- Una fonte energetica possibilmente rinnovabile (es. il sole)
- Un impianto capace di catturarla e convertirla in energia elettrica
- Inverter bidirezionale per la conversione dell'energia
- Un sistema elettrico che direzioni l'energia
- Una wallbox o una colonnina
- Il veicolo da ricaricare





Il concetto di ricarica del veicolo all'interno delle comunità energetiche assume particolare importanza. Perché oltre ad avere la possibilità di ricaricare il proprio veicolo elettrico con energia prodotta degli impianti è possibile sfruttare la batteria carica dei veicoli proprio come una vera batteria di accumulo invertendo il senso del flusso di energia dal veicolo alla rete. In questo modo ad esempio è possibile sfruttare la propria auto in box carica per alimentare le proprie utenze domestiche. Più in generale, con un sistema ben progettato è possibile usare tutte le batterie collegate alla comunità per alimentare altre utenze che in quel momento avrebbero bisogno. Ovviamente il sistema farà trovare l'auto carica al proprio proprietario nel momento di bisogno.

Questo è possibile se le auto elettriche dispongono di una tecnologia che permetta il flusso energetico in entrambi i sensi, quindi che i convertitori di potenza presenti all'interno lavorino in almeno due quadranti. Altra cosa importante è che l'inverter sia bidirezionale.

Un'altra importante conseguenza dello sviluppo delle auto elettriche nelle proprie case è quello di avere una risorsa di energia immagazzinata da poter sfruttare anche in situazioni di blackout. Con la tecnologia vehicle to grid la macchina potrebbe alimentare la casa se non ci fosse un'altra fonte energetica presente. Questo è un ulteriore motivo per cui l'uso di macchine elettriche dovrebbe svilupparsi.

A questo punto si può approfondire il concetto mostrando dei numeri che possano essere presi come punto di partenza per il nostro progetto.

Innanzitutto, quando parliamo di batterie di accumulo, ci sono delle grandezze fondamentali da conoscere a esempio:

- Capacità [kWh]: è la quantità di energia che si può immagazzinare all'interno e che poi può essere ceduta al sistema di trazione per muoversi
- Il numero di cicli di carica e scarica che la batteria nella sua vita è predisposta a sopportare
- La profondità di scarica (DoD), un indicatore in percentuale che indica di quanto vogliamo scaricare la batteria prima di ricaricarla. Un tipico valore è 80%
- Round trip efficiency (RTE) è un indicatore sull'efficienza della batteria
- L'Energy throughput è l'energia che una batteria è capace di immagazzinare e cedere nell'arco della sua vita

Di seguito verrà mostrato un esempio di calcolo con dei numeri validi per una macchina elettrica utilitaria. Verrà mostrato l'Energy throughput della batteria e il calcolo della quota adibita guida del veicolo e la quota dedicata al consumo domestico. Da lì poi verrà calcolato il ricavo annuale di questa scelta considerando i prezzi dell'energia di mercato e il tempo di ritorno dell'investimento.

Dati:

- Capacità: 40 kWh
- Cicli: 2000
- DoD: 80%

- RTE: 0.9

BETh = Energy throughput = $40 * 0.8 * 2000 * 0.9 = 57.6$ MWh

Quota di guida = $150000 \text{ km} * 0.2 \text{ kWh/km} = 30$ MWh

(si può considerare che un'auto nella sua vita possa fare circa 150'000 km)

Quota per la rete: BETH – Quota di guida = $57.6 - 30 = 27.6$ MWh

Quindi si può capire che una macchina con quella batteria possa sfruttare la sua batteria quasi per metà per muoversi e per l'altra metà per essere usata come batteria di accumulo.

Ora facciamo delle valutazioni annuali:

Considerando di fare circa 10000 km all'anno: $10000 \text{ km} * 0.2 \text{ kWh/km} = 2000$ kWh/anno

Quindi all'anno si avrebbe un consumo da sostenere 2000 kWh che prodotte da un sistema fotovoltaico sarebbe gratuito in termini di energia. Quindi si può calcolare il ricavo considerando un costo dell'energia di $300 \text{ €/MWh} = 2000 \text{ kWh/anno} * 300 \text{ €/MWh} = 600 \text{ €/anno}$.

Ora considerando il costo di una wallbox o una colonnina da circa 2500 € il tempo di ritorno dell'investimento si calcola come $I/FC = 2500/600 = 4.16$ anni.

Questo è un esempio non troppo lontano dalla realtà dei fatti. Infatti, si può considerare un ricavo che oscilla tra i 500 e i 1000 euro per auto elettrica.

Per il nostro progetto è stato preso in considerazione l'idea di andare ad installare diverse colonnine di ricarica in punti strategici come, ad esempio, i parcheggi degli hotel che abbiamo citato in precedenza, al Golf Club e nella piazza centrale. Si tratta quindi di colonnine ad uso pubblico, quindi, devono essere abbastanza performanti per garantire tempi di ricarica brevi per tutte le tipologie di auto veicolo. In precedenza, sono stati mostrati i consumi delle colonnine e la loro modalità d'uso. È chiaro dai calcoli numerici mostrati che in futuro qualunque privato possa pensare all'acquisto della propria wallbox e di passare all'auto elettrica in quanto in non più di quattro anni ammortizza l'investimento e inoltre ha così un sistema di accumulo domestico a tutti gli effetti praticamente gratuito.

Benefici fiscali e incentivi

6.1. Benefici fiscali per le comunità energetiche

Oltre ai benefici ambientali di questa possibile realizzazione, si possono analizzare i benefici economici e gli incentivi economici per privati o aziende.

- 1) Remunerazione sull'energia condivisa
- 2) Ricavo sull'energia venduta alla rete
- 3) Detrazione del 50% su impianti di potenza complessiva minore di 20 kW

Con il decreto del Ministro dello sviluppo economico del 16 settembre 2020 i premi di remunerazione erano fissati a 100 euro/MWh per l'autoconsumo collettivo e 110 euro/MWh per le comunità energetiche. Incentivo che va a sommarsi alle componenti della bolletta restituite secondo la delibera di ARERA e al risparmio sul costo dell'energia.

Attualmente siamo in presenza della nuova regolamentazione che prende le mosse del decreto legislativo 8 novembre 2021 n°199: "Attuazione della direttiva UE 2018/2001 del parlamento europeo e del consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. Essa stabilisce che sono aggiornati i meccanismi di incentivazione e soprattutto stabilisce che il precedente limite di 200 kWp viene alzato a 1MWp per quanto riguarda la potenza degli impianti fotovoltaici installati all'interno della CER.

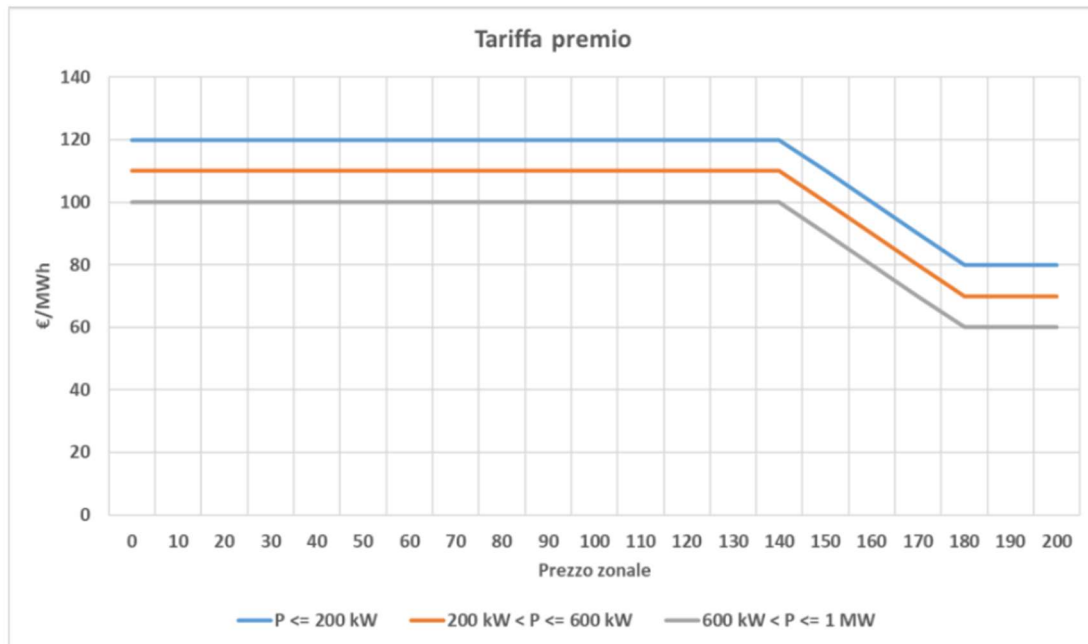
Tali meccanismi di incentivazione rimangono fissi per 20 anni a partire dalla data di entrata in esercizio commerciale dell'impianto o della nuova sezione realizzata, nel caso di potenziamento di un impianto esistente. La tariffa incentivante è erogata dal GSE, insieme al corrispettivo relativo ai costi di rete evitati individuato da ARERA con la delibera 727/2022/R/eel, a cui si accennerà nel seguito. Alla copertura dei costi gestionali sostenuti dal GSE si provvede tramite un corrispettivo richiesto ai soggetti ammessi alle tariffe incentivanti. ARERA definisce inoltre le modalità con cui le risorse per l'erogazione delle tariffe incentivanti trovano copertura mediante le componenti tariffarie delle bollette elettriche da essa definite. Le tariffe incentivanti sono differenziate in funzione della potenza degli impianti a fonti rinnovabili che producono l'energia condivisa. In particolare:

- Impianti di potenza $> 600 \text{ kW}$ e $\leq 1 \text{ MW}$
 - Tariffa = $60 + \max(0; 180 - \text{Prezzo zonale})$ con un massimo di 100 €/MWh
- Impianti di potenza $> 200 \text{ kW}$ e $\leq 600 \text{ kW}$
 - Tariffa = $70 + \max(0; 180 - \text{Prezzo zonale})$ con un massimo di 110 €/MWh
- Impianti di potenza $\leq 200 \text{ kW}$ e $\leq 1 \text{ MW}$
 - Tariffa = $80 + \max(0; 180 - \text{Prezzo zonale})$ con un massimo di 120 €/MWh

Come si può notare, la tariffa è composta da una parte fissa, che a seconda della taglia dell'impianto vale 60, 70 oppure 80 €/MWh, e da una parte variabile che decresce al crescere del prezzo zonale dell'energia, fino ad azzerarsi per un prezzo zonale pari a 180 €/MWh o superiore.

In ogni caso, la tariffa non può superare un livello massimo definito in funzione della taglia dell'impianto, pari a 100, 110 o 120 €/MWh. La figura mostra l'andamento della tariffa premio in funzione del prezzo zonale.

Restiamo comunque in attesa delle pubblicazioni finali delle linee guide generali.



Per quanto riguarda lo scambio sul posto invece, c'è la possibilità di immettere energia nella rete quando si ha una produzione superiore al proprio consumo. La remunerazione in questo caso non è pari al costo dell'acquisto dell'energia ma più basso (5-10 cent/kWh).

Nel caso in cui un individuo o un'attività decida di acquistare personalmente gli impianti ha la possibilità di detrarre il 50% della spesa negli anni successivi.

Relazione tecnica ed economica

7.1. Interventi da intraprendere

Ora preso in considerazione tutto ciò che è stato detto finora, definiamo gli interventi da realizzare:

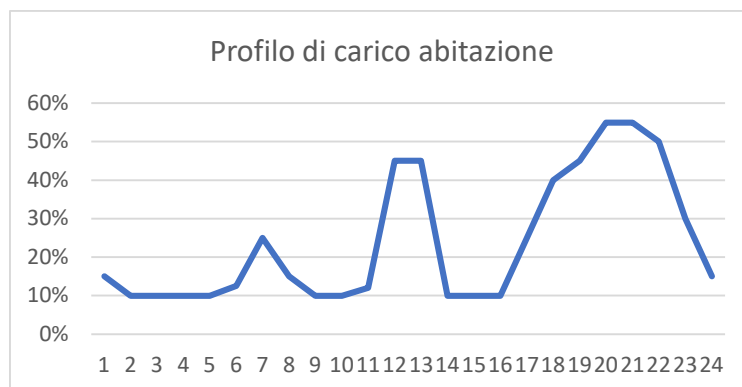
- Realizzazione impianto fotovoltaico su tetto da 34 kW e 78 moduli
- Realizzazione impianto fotovoltaico su pensilina da 43.5 kW e 100 moduli
- Realizzazione impianto fotovoltaico su pensilina da 369 kW e 847 moduli
- Realizzazione impianto fotovoltaico su tetto da 41 kW e 95 moduli
- Realizzazione impianto fotovoltaico su tetto da 100 kW e 230 moduli
- Realizzazione impianto fotovoltaico su tetto da 82.65 kW e 190 moduli
- Installazione di 7 colonnine di ricarica per veicolo elettrico a due prese 2x22 kW
- Operazioni di allaccio e messa in servizio degli impianti
- Gestione pratiche E-distribuzione e GSE

Per l'installazione e l'acquisto delle colonnine di ricarica dei veicoli elettrici possono essere seguite due strade. La prima è quella di rendere di proprietà le colonnine ai grandi impianti come hotel, golf club e amministrazione della pineta occupandosi quindi della spesa economica e offrendo poi a tutti i partecipanti la possibilità di ricaricare la propria auto come valore aggiunto dell'attività. La seconda che risulta sicuramente più complicata da punto di vista organizzativo e legale è quella di installare le colonnine in zone comuni e dividere la spesa tra tutti i partecipanti. Considerando un costo per colonnina di 4000 euro e quindi una spesa totale di 30'000 euro circa, la spesa per partecipante sarebbe di circa 150/200 euro una tantum.

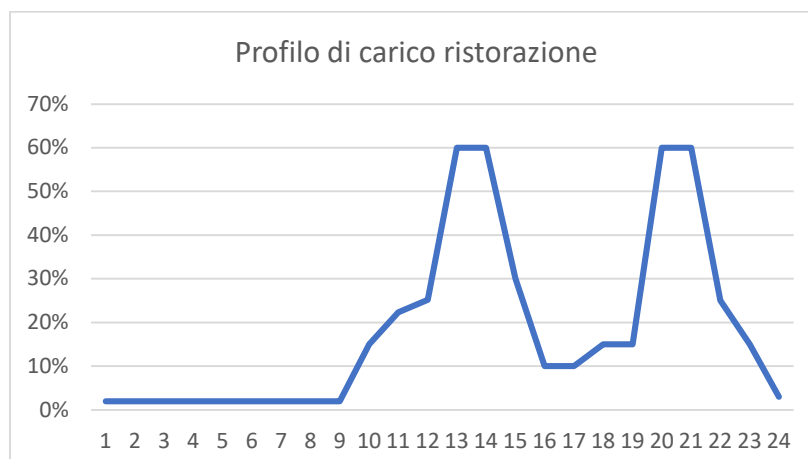
7.2. Autoconsumo

Come ultimo step bisogna definire l'autoconsumo di tutte le utenze rispetto alla produzione fotovoltaica totale. Per fare questo è necessario costruire dei profili di carico di tutte le utenze giornaliere, esaminando quindi i flussi di potenza ora per ora nell'arco della giornata. Non avendo queste informazioni, attraverso i dati in possesso sono stati costruiti dei profili che possano rappresentare i reali andamenti delle realtà e che coincidano con i dati complessivi in nostro possesso.

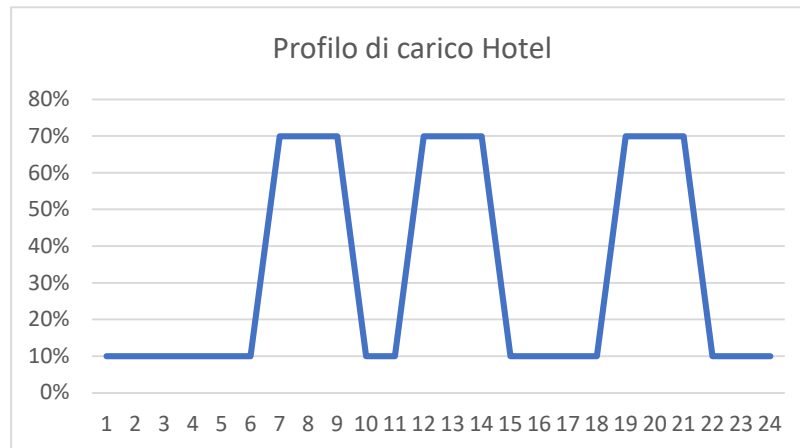
Quindi, per andare a realizzare i profili abbiamo preso degli schemi di riferimento teorici e li abbiamo adattati al nostro progetto.



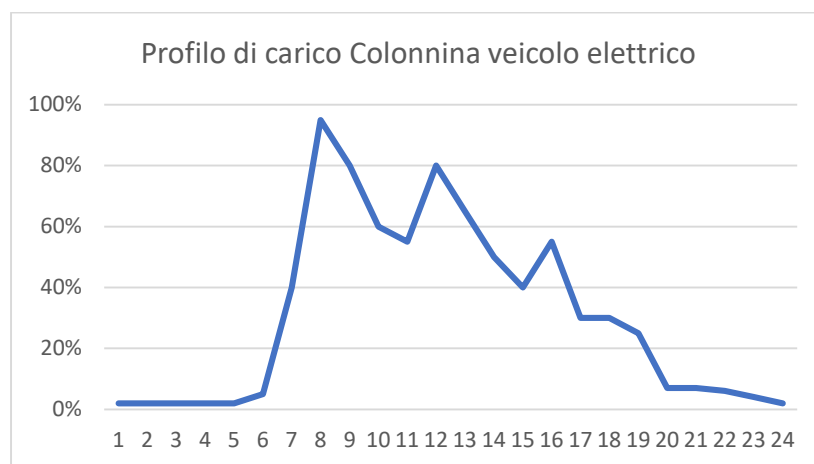
Per un'abitazione si può notare che i maggiori picchi di consumo sono verso l'ora di pranzo e poi nella fascia serale.



Nell'ambito della ristorazione invece i picchi sono più accentuati e localizzati durante i servizi di pranzo e cena.



Per quanto riguarda gli hotel invece i picchi di punta sono localizzati durante l'orario di colazione, pranzo e cena. Durante il resto del giorno invece l'hotel sarà meno pieno.



Le colonnine di ricarica mostrano invece un andamento come mostrato nel grafico. A partire dalle prime ore del mattino si ha un maggior consumo, ad esempio chi ricarica l'auto appena uscito di casa. A pranzo e tardo pomeriggio chi è casa e ne ha bisogno può ricaricare l'auto.

Ora, nelle prossime tabelle e grafici visioneremo la distribuzione fotovoltaica ora per ora, mese per mese di Arenzano. Dopodiché, verrà analizzato il comportamento mese per mese di consumi e produzioni per andare a definire il preciso autoconsumo del sistema completo rispetto alla produzione fotovoltaica annuale. Questo deve essere fatto per comprendere esattamente come durante una giornata, di tutta la produzione fotovoltaica quanta effettivamente ne viene auto consumata. Questo perché è su questo numero che l'incentivo riconosce la remunerazione economica.

Produzione fotovoltaica giornaliera oraria

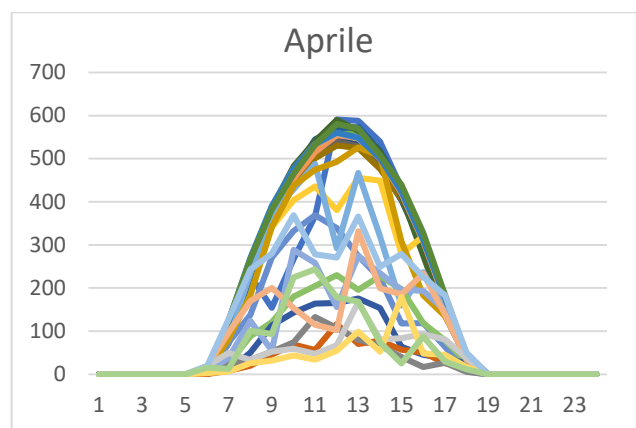
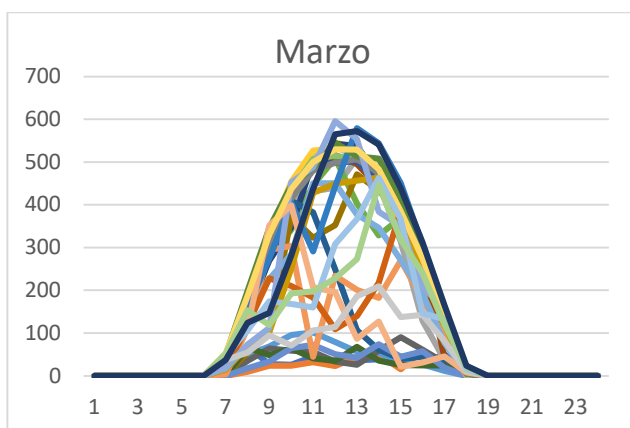
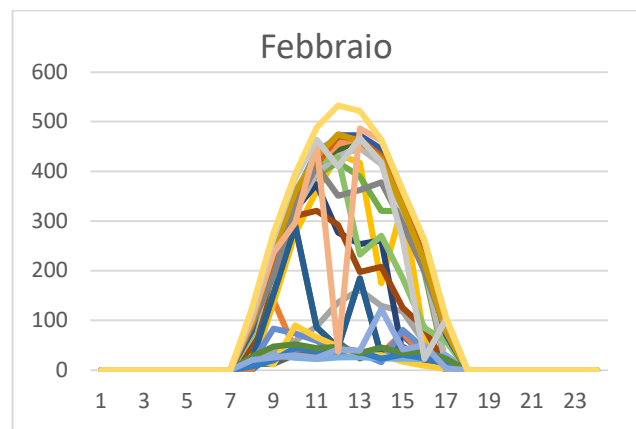
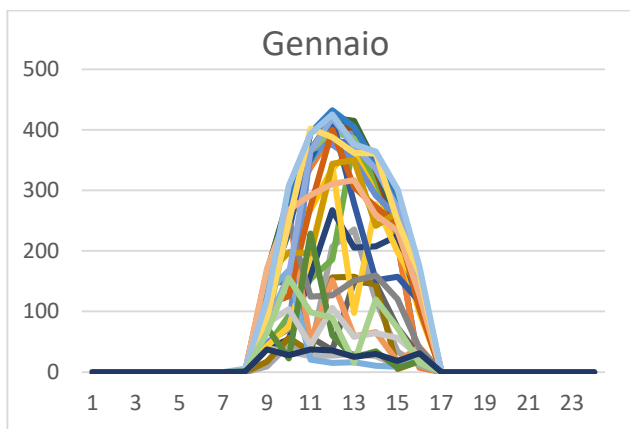
Una volta collezionati i valori di irraggiamento solare e i dati tecnici dell'impianto fotovoltaico, l'esame che bisogna intraprendere non è facile. Lo studio più accurato che si potrebbe fare sarebbe quello di analizzare produzione e consumi in quarti orari. Questo consisterebbe nel vedere gli andamenti con intervalli di ogni quarto d'ora. Con i dati in nostro possesso ciò che si può realizzare è uno studio sviluppato mensilmente. Nello specifico vedremo di seguito come sono stati valutati i consumi ma ora vediamo come sono stati valutati i dati relativi alla produzione fotovoltaica.

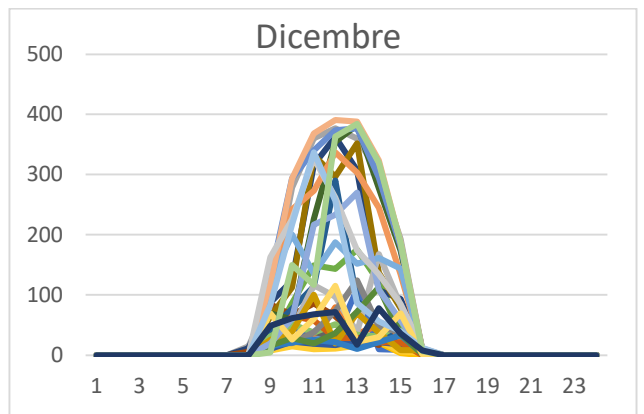
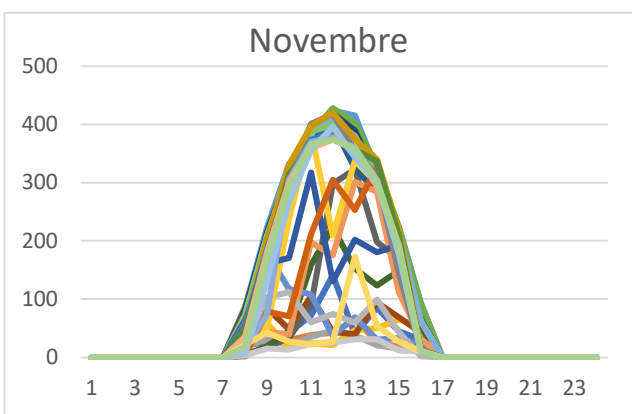
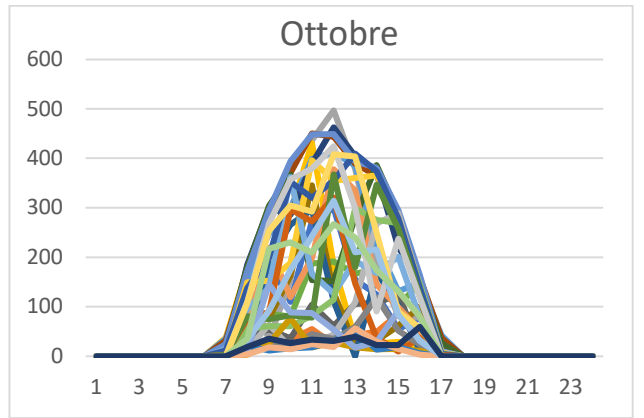
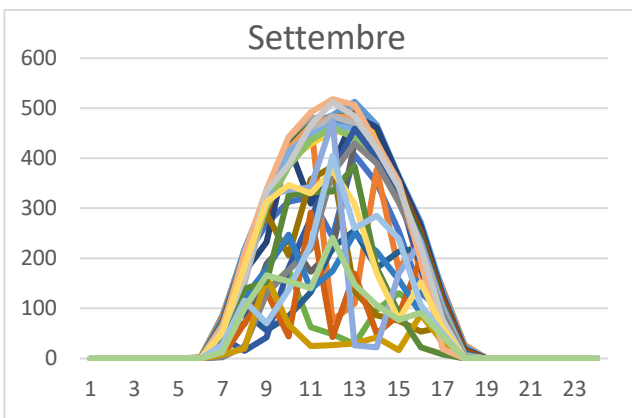
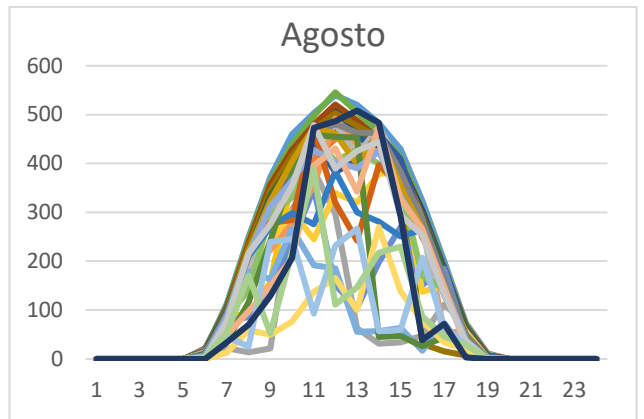
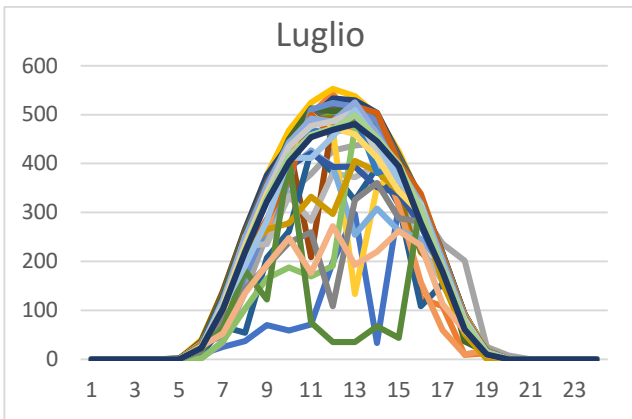
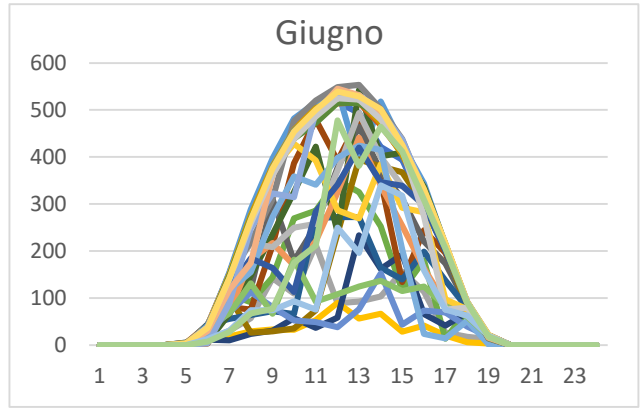
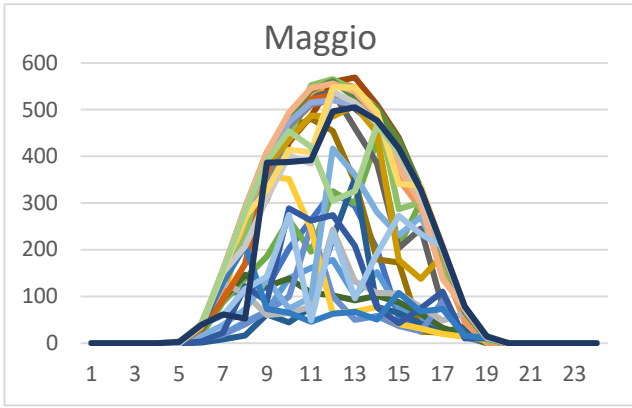
Attraverso l'atlante geografico online "PVGIS" è stato possibile inserendo i dati dell'impianto avere tutti i valori orari di un anno di produzione. Elaborando il file excel che mostrava giorno per giorno le diverse parabole di produzione sono stati prodotti i seguenti grafici:

- Grafici mensili completi di tutte le curve giornaliere
- Grafici medi mensili
- Grafico generale annuale

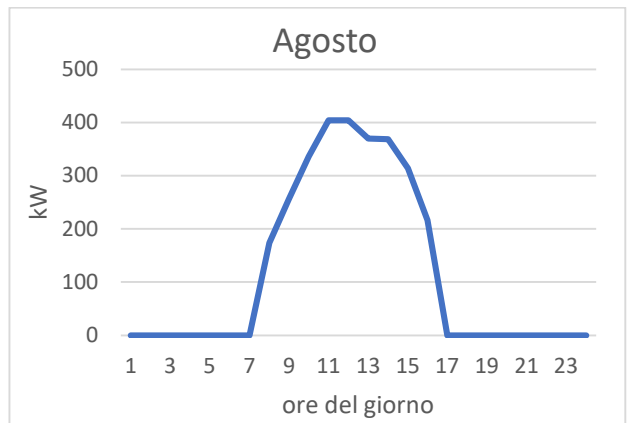
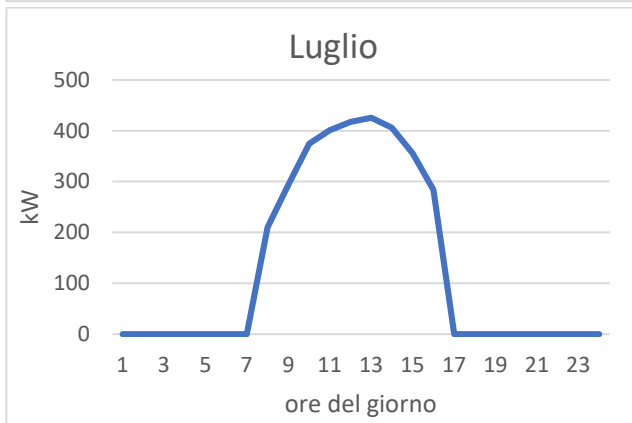
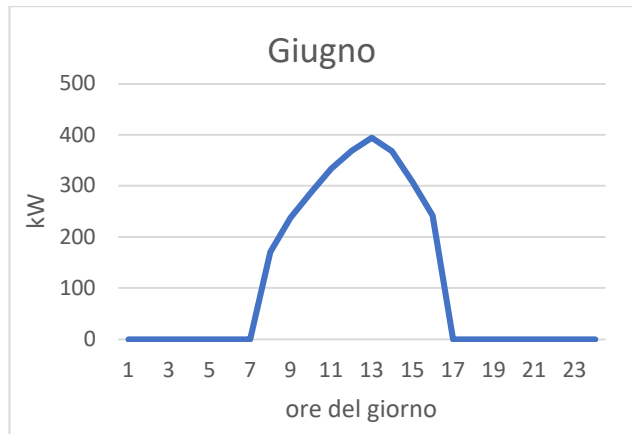
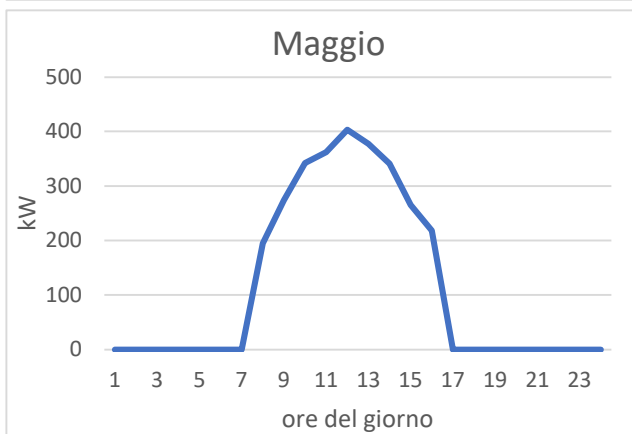
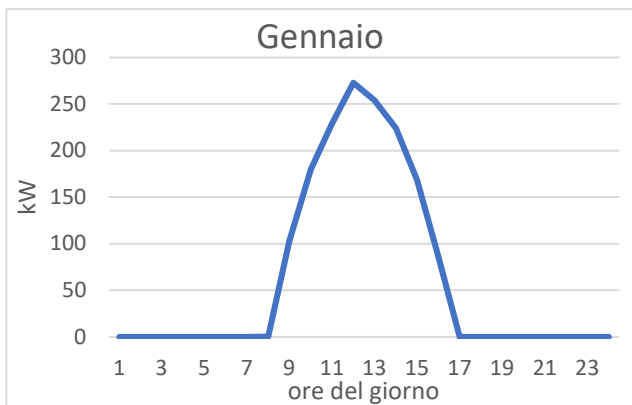
Nei grafici mensili completi si vedono tutte le curve fotovoltaiche generate giornalmente. Ovviamente ci sono curve con aspetto lineare e altre molto diverse dalla classica parabola ideale, questo è dovuto alle diverse situazioni meteorologiche.

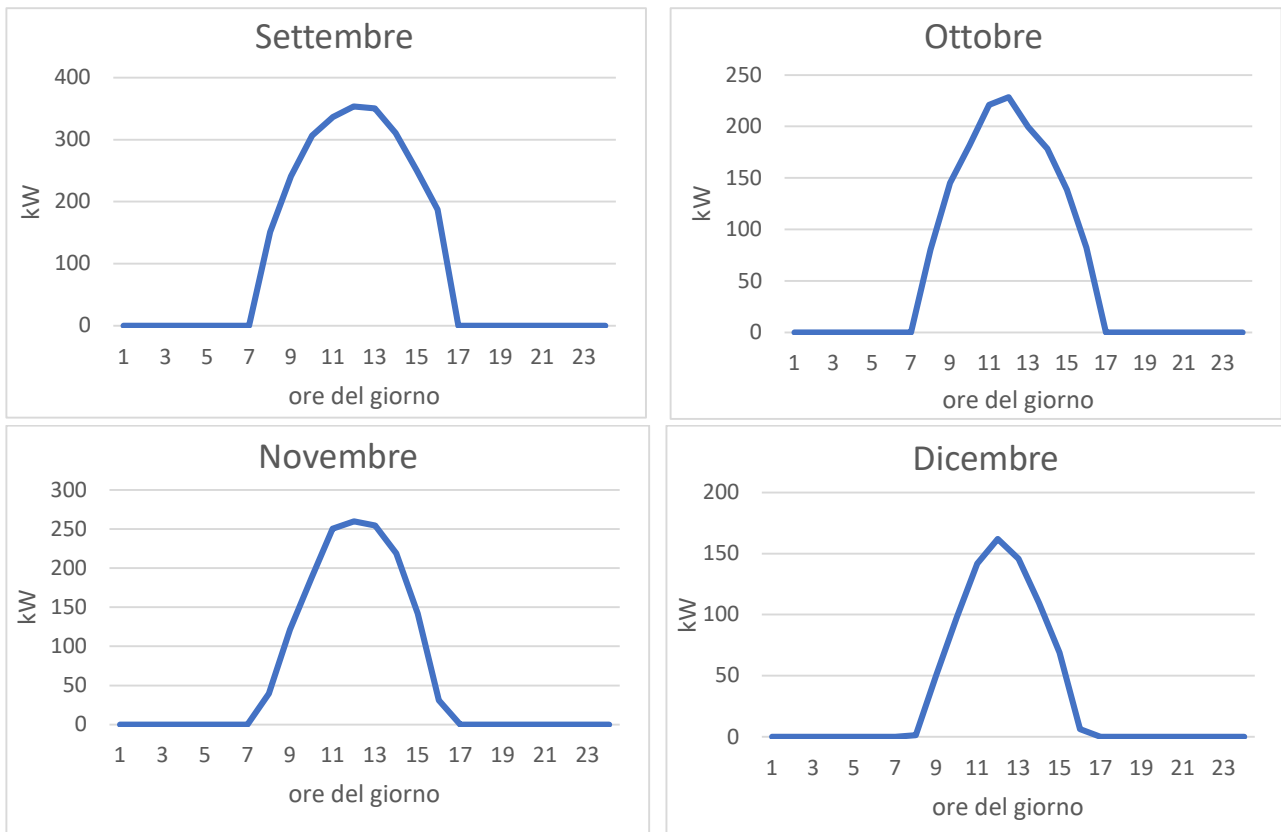
Di seguito verranno mostrate le dodici mensilità



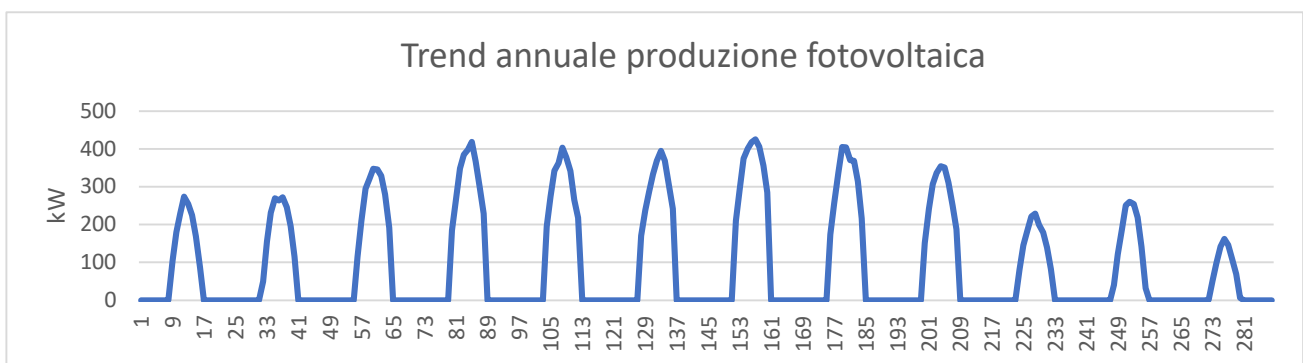


Nei grafici mensili invece si vedranno delle curve non reali ma che rappresentano in termini energetici l'andamento medio mensile. In altre parole, con i grafici che verranno mostrati di seguito è possibile rappresentare tutti i giorni del mese nello stesso modo al fine di ottenere un bilancio finale corretto.





Nel grafico generale annuale è invece possibile vedere e comprendere il diverso andamento annuale in termini di produzione fotovoltaica. Sono stati inseriti i diversi andamenti visti nel punto precedente uno dopo l'altro come se fossero fotografie di ogni mese messe tutte nello stesso piano così da comprendere anche visivamente la differenza sia in altezza del vertice che di larghezza della curva.



Un'osservazione importante da notare è che, anche se la potenza nominale dell'impianto è 670 kWp, dal grafico si vede che non si raggiunge mai tale valore. Questo è corretto perché infatti i dati di targa sono valori che difficilmente si raggiungono per un periodo esteso di tempo. Però, oltre a questo fattore bisogna tenere conto che le curve sono approssimazioni delle reali curve che tengono quindi anche conto di giornate poco produttive. Infatti, ci sono mesi in cui per lo stesso orario le potenze prodotte sono molto differenti tra loro.

Nella tabella sono indicate le potenze di riferimento per i contatori complessivi delle diverse utenze.

Taglie Contatore (POD)		
Abitazioni	570	kW
Golf	50	kW
Hotel	300	kW
EV	180	kW

Di seguito verranno mostrate le tabelle con i profili di carico relativi alle diverse realtà presenti nella pineta. Sono stati costruiti a partire dai consumi reali e sviluppati in maniera oraria.

Profilo di carico delle abitazioni													
ore	%Pn	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
1	15%	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
2	10%	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
3	10%	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
4	10%	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
5	10%	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
6	13%	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
7	25%	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
8	15%	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
9	10%	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
10	10%	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
11	12%	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
12	45%	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257
13	45%	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257
14	10%	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
15	10%	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
16	10%	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
17	25%	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
18	40%	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
19	45%	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257
20	55%	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314
21	55%	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314	314
22	50%	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285
23	30%	171	171	171	171	171	171	171	171	171	171	171	171
24	15%	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86

Nella prima colonna ci sono le ore del giorno, da 1 a 24. Nella seconda colonna c'è un'indicazione della percentuale rispetto alla potenza nominale contrattuale dei diversi pod delle utenze considerate. Nelle colonne successive sono stati aggiustati i valori in maniera individuale per farsi che mese per mese i profili combaciassero con i reali consumi registrati in bolletta mantenendo comunque l'andamento tipico dell'utenza considerata.

Profilo di carico Golf e ristorante													
ore	%Pn	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
1	2%	1	0.8	1.0	1.2	1.3	2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.0
2	2%	1	0.8	1.0	1.2	1.3	2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.0
3	2%	1	0.8	1.0	1.2	1.3	2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.0
4	2%	1	0.8	1.0	1.2	1.3	2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.0
5	2%	1	0.8	1.0	1.2	1.3	2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.0
6	2%	1	0.8	1.0	1.2	1.3	2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.0
7	2%	1	0.8	1.0	1.2	1.3	2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.0
8	2%	1	0.8	1.0	1.2	1.3	2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.0
9	2%	1	0.8	1.0	1.2	1.3	2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1	1.0
10	15%	8	6.0	7.3	8.6	9.6	15	16.5	16.5	16.8	8.5	7.9	7.3
11	22%	11	8.9	10.8	12.8	14.3	22	24.5	24.5	25.0	12.6	11.7	10.8
12	25%	13	10.1	12.2	14.5	16.1	25	27.7	27.7	28.2	14.2	13.2	12.2
13	60%	30	24.0	29.1	34.5	38.4	60	66.0	66.0	67.2	33.9	31.5	29.1
14	60%	30	24.0	29.1	34.5	38.4	60	66.0	66.0	67.2	33.9	31.5	29.1
15	30%	15	12.0	14.6	17.3	19.2	30	33.0	33.0	33.6	17.0	15.8	14.6
16	10%	5	4.0	4.9	5.8	6.4	10	11.0	11.0	11.2	5.7	5.3	4.9
17	10%	5	4.0	4.9	5.8	6.4	10	11.0	11.0	11.2	5.7	5.3	4.9
18	15%	8	6.0	7.3	8.6	9.6	15	16.5	16.5	16.8	8.5	7.9	7.3
19	15%	8	6.0	7.3	8.6	9.6	15	16.5	16.5	16.8	8.5	7.9	7.3
20	60%	30	24.0	29.1	34.5	38.4	60	66.0	66.0	67.2	33.9	31.5	29.1
21	60%	30	24.0	29.1	34.5	38.4	60	66.0	66.0	67.2	33.9	31.5	29.1
22	25%	13	10.0	12.1	14.4	16.0	25	27.5	27.5	28.0	14.1	13.1	12.1
23	15%	8	6.0	7.3	8.6	9.6	15	16.5	16.5	16.8	8.5	7.9	7.3
24	3%	2	1.2	1.5	1.7	1.9	3	3.3	3.3	3.4	1.7	1.6	1.5

Profilo di carico Hotel 1													
ore	%Pn	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
1	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
2	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
3	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
4	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
5	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
6	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
7	70%	12.6	10.5	15	53	95	164	210	212.1	158	53	0	13
8	70%	12.6	10.5	15	53	95	164	210	212.1	158	53	0	13
9	70%	12.6	10.5	15	53	95	164	210	212.1	158	53	0	13
10	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
11	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
12	70%	12.6	10.5	15	53	95	164	210	212.1	158	53	0	13
13	70%	12.6	10.5	15	53	95	164	210	212.1	158	53	0	13
14	70%	12.6	10.5	15	53	95	164	210	212.1	158	53	0	13
15	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
16	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
17	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
18	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
19	70%	12.6	10.5	15	53	95	164	210	212.1	158	53	0	13
20	70%	12.6	10.5	15	53	95	164	210	212.1	158	53	0	13
21	70%	12.6	10.5	15	53	95	164	210	212.1	158	53	0	13
22	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
23	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2
24	10%	1.8	1.5	2	8	14	23	30	30.3	23	8	0	2

Profilo di carico Hotel 2

ore	%Pn	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
1	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
2	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
3	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
4	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
5	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
6	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
7	70%	84.0	151.2	189	151	179	263	305	273.0	231	179	0	151
8	70%	84.0	151.2	189	151	179	263	305	273.0	231	179	0	151
9	70%	84.0	151.2	189	151	179	263	305	273.0	231	179	0	151
10	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
11	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
12	70%	84.0	151.2	189	151	179	263	305	273.0	231	179	0	151
13	70%	84.0	151.2	189	151	179	263	305	273.0	231	179	0	151
14	70%	84.0	151.2	189	151	179	263	305	273.0	231	179	0	151
15	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
16	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
17	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
18	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
19	70%	84.0	151.2	189	151	179	263	305	273.0	231	179	0	151
20	70%	84.0	151.2	189	151	179	263	305	273.0	231	179	0	151
21	70%	84.0	151.2	189	151	179	263	305	273.0	231	179	0	151
22	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
23	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22
24	10%	12.0	21.6	27	22	26	38	44	39.0	33	26	0	22

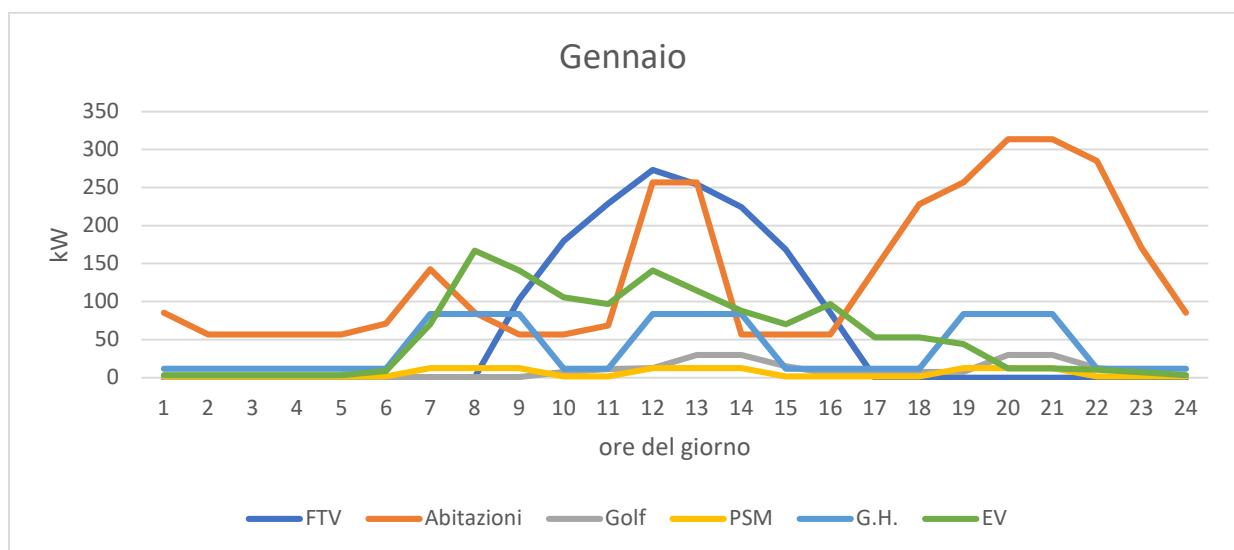
Profilo di carico colonnine													
ore	%Pn	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
1	2%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	2%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	2%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	2%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	2%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	5%	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
7	40%	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
8	95%	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167
9	80%	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
10	60%	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106
11	55%	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
12	80%	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
13	65%	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
14	50%	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
15	40%	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
16	55%	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
17	30%	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
18	30%	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
19	25%	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
20	7%	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
21	7%	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
22	6%	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
23	4%	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
24	2%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Di seguito verrà mostrato il calcolo dell'auto consumo mese per mese. Nelle prossime 12 tabelle e relativi grafici si potranno osservare come sono stati calcolati gli auto consumi in maniera precisa per determinare quanta dell'energia prodotta dai sistemi fotovoltaici viene effettivamente consumata dalle utenze. Di conseguenza è possibile capire la quota che invece può essere immessa in rete o accumulata.

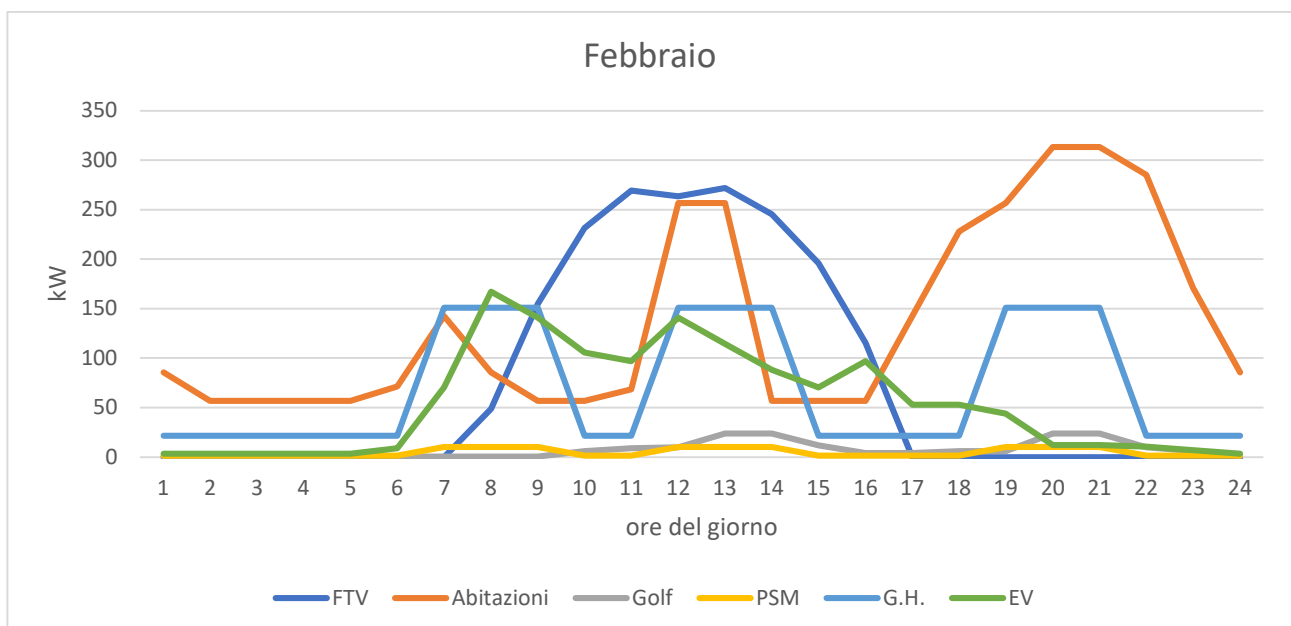
Nelle tabelle è evidente il significato delle voci FTV, Abitazioni, Hotel, Golf, EV che sono rispettivamente produzione fotovoltaica, consumo di tutte le abitazioni, consumo dei due hotel, consumo del golf e consumo delle colonnine di ricarica.

La voce delta è la differenza tra FTV e tutti i consumi ($\Delta = FTV - \sum Consumi$). Attraverso la funzione "SE" di excel è stato impostato che, se tale differenza è negativa, tutta la produzione fotovoltaica concorre all'auto consumo. Se invece Δ è positivo, l'auto consumo corrisponde alla somma dei consumi, mentre la produzione fotovoltaica eccedente sarà ceduta alla rete.

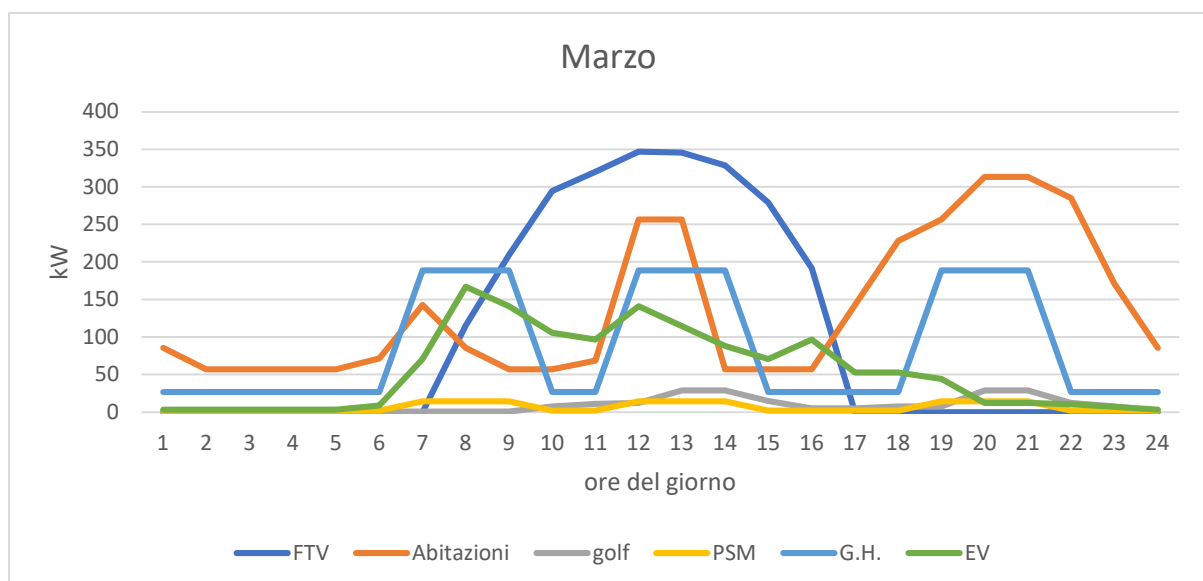
Gennaio							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	13.8	1	4	-104	0
2	0	57	13.8	1	4	-75	0
3	0	57	13.8	1	4	-75	0
4	0	57	13.8	1	4	-75	0
5	0	57	13.8	1	4	-75	0
6	0	71	13.8	1	9	-95	0
7	0	143	96.6	1	70	-311	0
8	0	86	96.6	1	167	-350	0
9	103	57	96.6	1	141	-192	103
10	180	57	13.8	8	106	-4	180
11	229	68	13.8	11	97	39	190
12	273	257	96.6	13	141	-233	273
13	254	257	96.6	30	114	-243	254
14	224	57	96.6	30	88	-47	224
15	168	57	13.8	15	70	12	156
16	85	57	13.8	5	97	-87	85
17	0	143	13.8	5	53	-214	0
18	0	228	13.8	8	53	-302	0
19	0	257	96.6	8	44	-405	0
20	0	314	96.6	30	12	-452	0
21	0	314	96.6	30	12	-452	0
22	0	285	13.8	13	11	-322	0
23	0	171	13.8	8	7	-199	0
24	0	86	13.8	2	4	-104	0
1,516.84							1466
							kWh



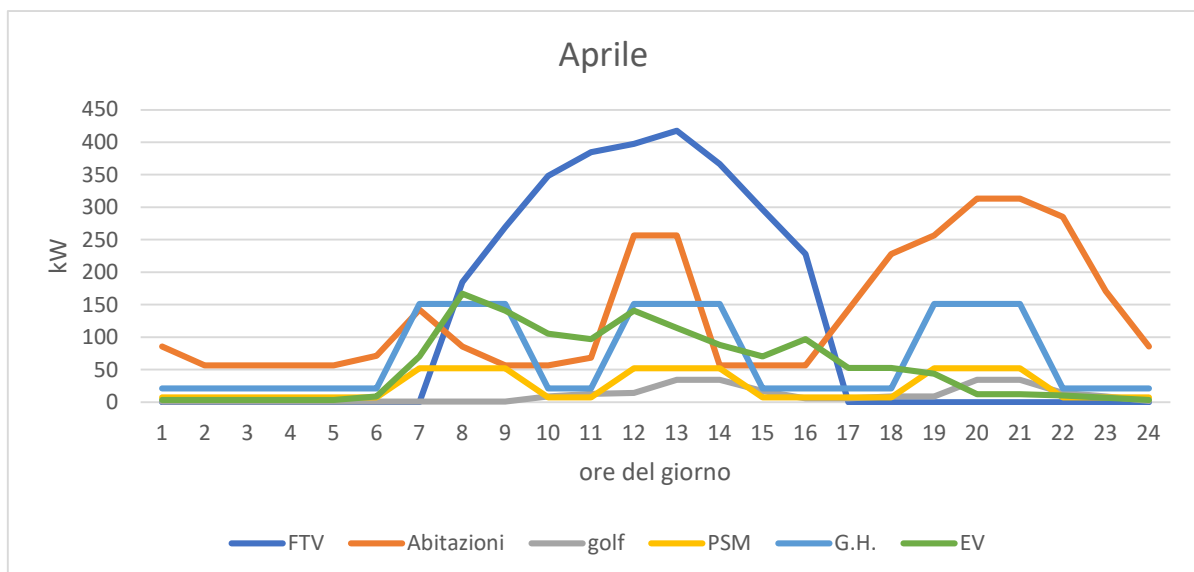
Febbraio							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	23.1	1	4	-113	0
2	0	57	23.1	1	4	-84	0
3	0	57	23.1	1	4	-84	0
4	0	57	23.1	1	4	-84	0
5	0	57	23.1	1	4	-84	0
6	0	71	23.1	1	9	-104	0
7	0	143	161.7	1	70	-375	0
8	49	86	161.7	1	167	-366	49
9	155	57	161.7	1	141	-206	155
10	231	57	23.1	6	106	40	192
11	269	68	23.1	9	97	72	197
12	264	257	161.7	10	141	-306	264
13	272	257	161.7	24	114	-285	272
14	245	57	161.7	24	88	-85	245
15	196	57	23.1	12	70	33	163
16	115	57	23.1	4	97	-65	115
17	0	143	23.1	4	53	-222	0
18	0	228	23.1	6	53	-310	0
19	0	257	161.7	6	44	-468	0
20	0	314	161.7	24	12	-512	0
21	0	314	161.7	24	12	-512	0
22	0	285	23.1	10	11	-329	0
23	0	171	23.1	6	7	-207	0
24	0	86	23.1	1	4	-113	0
1,796.03							1651
							kWh



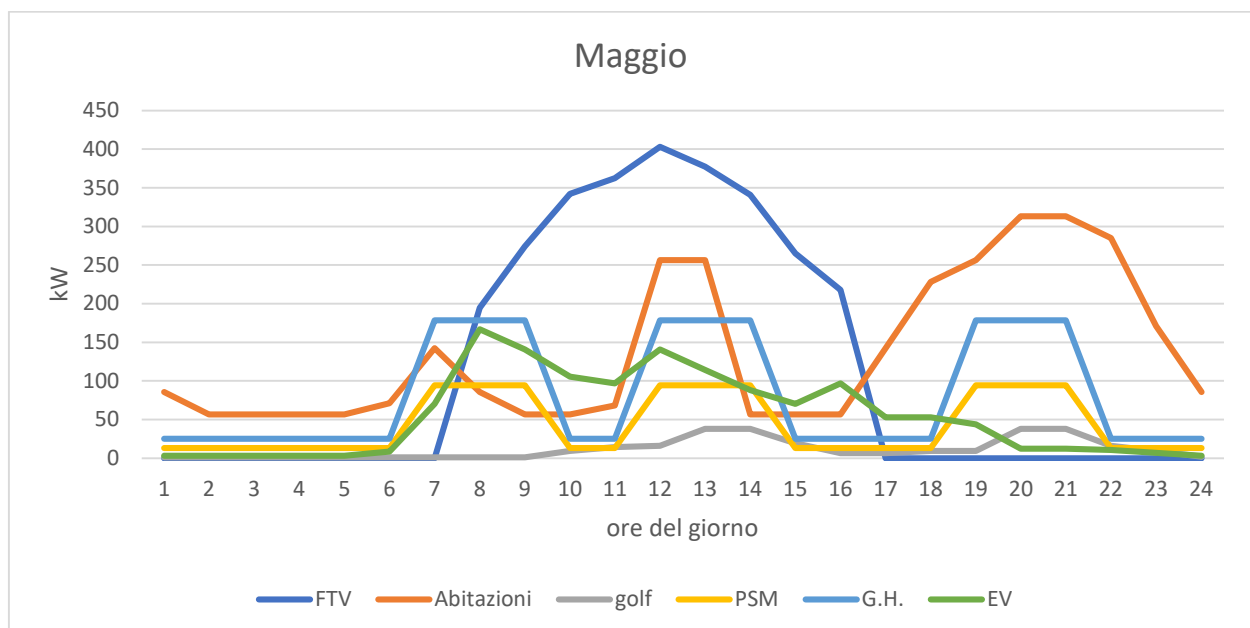
Marzo							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	29.1	1.0	4	-119	0
2	0	57	29.1	1.0	4	-91	0
3	0	57	29.1	1.0	4	-91	0
4	0	57	29.1	1.0	4	-91	0
5	0	57	29.1	1.0	4	-91	0
6	0	71	29.1	1.0	9	-110	0
7	0	143	203.7	1.0	70	-418	0
8	115	86	203.7	1.0	167	-342	115
9	209	57	203.7	1.0	141	-193	209
10	294	57	29.1	7.3	106	95	199
11	320	68	29.1	10.8	97	115	205
12	347	257	203.7	12.2	141	-266	347
13	346	257	203.7	29.1	114	-258	346
14	329	57	203.7	29.1	88	-49	329
15	279	57	29.1	14.6	70	108	171
16	192	57	29.1	4.9	97	4	188
17	0	143	29.1	4.9	53	-229	0
18	0	228	29.1	7.3	53	-317	0
19	0	257	203.7	7.3	44	-511	0
20	0	314	203.7	29.1	12	-559	0
21	0	314	203.7	29.1	12	-559	0
22	0	285	29.1	12.1	11	-337	0
23	0	171	29.1	7.3	7	-214	0
24	0	86	29.1	1.5	4	-120	0
2,431.33							2109
							kWh



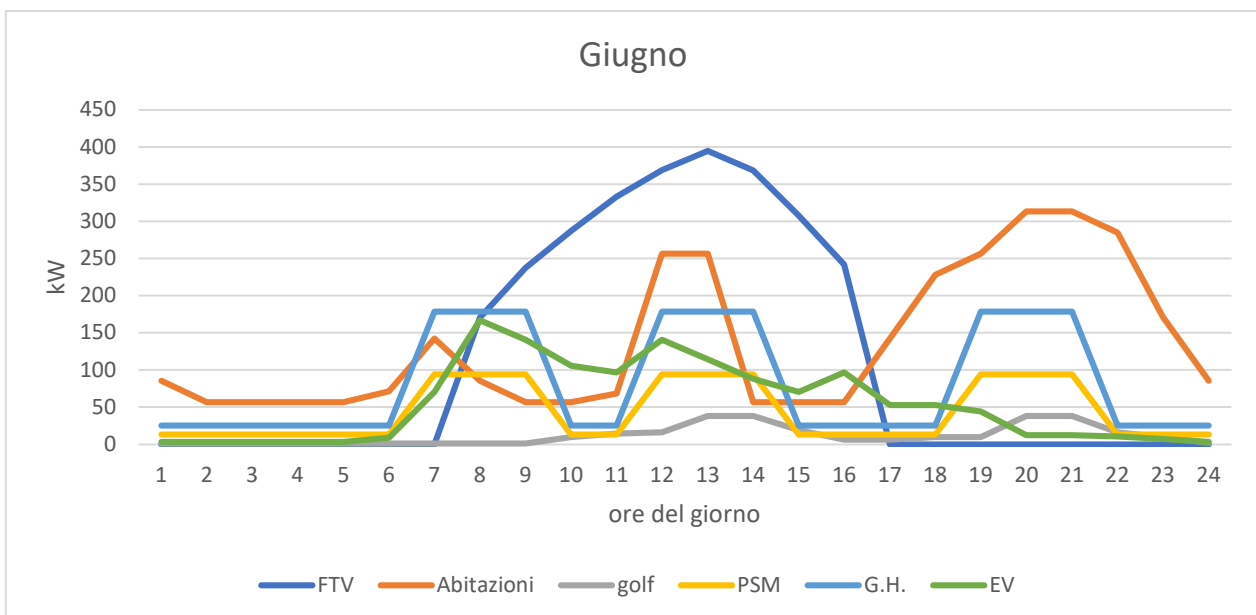
Aprile							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	29.1	1.2	4	-119	0
2	0	57	29.1	1.2	4	-91	0
3	0	57	29.1	1.2	4	-91	0
4	0	57	29.1	1.2	4	-91	0
5	0	57	29.1	1.2	4	-91	0
6	0	71	29.1	1.2	9	-110	0
7	0	143	203.7	1.2	70	-418	0
8	185	86	203.7	1.2	167	-273	185
9	270	57	203.7	1.2	141	-133	270
10	348	57	29.1	8.6	106	148	200
11	385	68	29.1	12.8	97	177	207
12	398	257	203.7	14.5	141	-218	398
13	418	257	203.7	34.5	114	-191	418
14	367	57	203.7	34.5	88	-17	367
15	297	57	29.1	17.3	70	123	174
16	228	57	29.1	5.8	97	40	189
17	0	143	29.1	5.8	53	-230	0
18	0	228	29.1	8.6	53	-319	0
19	0	257	203.7	8.6	44	-513	0
20	0	314	203.7	34.5	12	-564	0
21	0	314	203.7	34.5	12	-564	0
22	0	285	29.1	14.4	11	-339	0
23	0	171	29.1	8.6	7	-216	0
24	0	86	29.1	1.7	4	-120	0
2,894.32							2407
							kWh



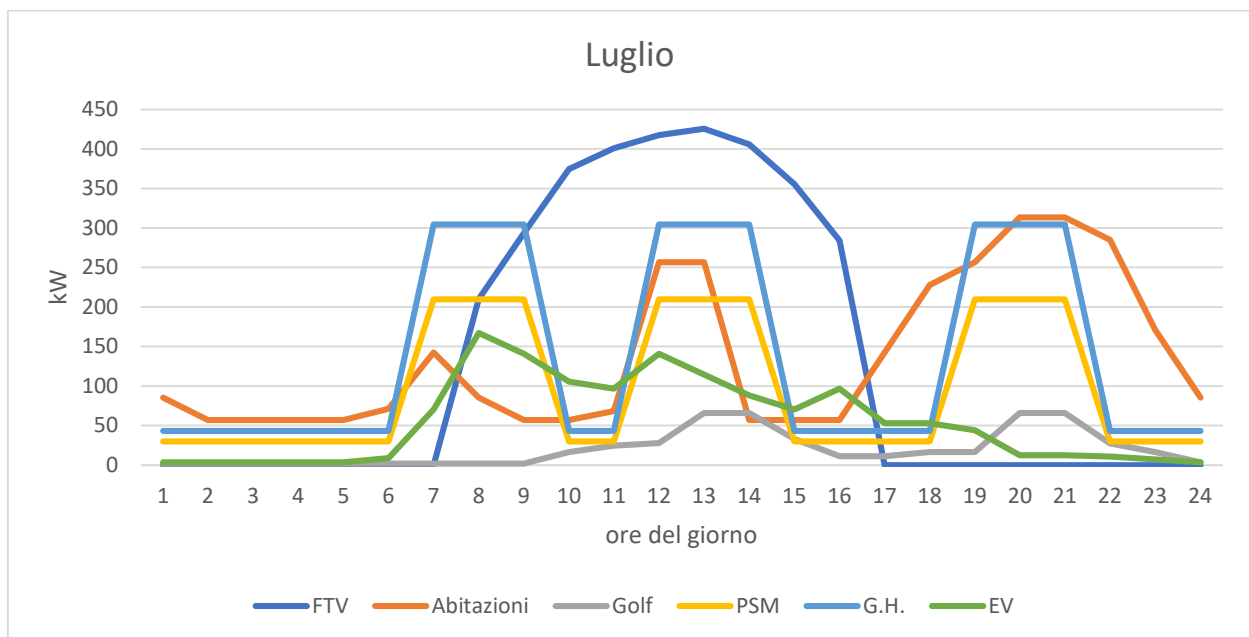
Maggio							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	39.0	1.3	4	-129	0
2	0	57	39.0	1.3	4	-101	0
3	0	57	39.0	1.3	4	-101	0
4	0	57	39.0	1.3	4	-101	0
5	0	57	39.0	1.3	4	-101	0
6	0	71	39.0	1.3	9	-120	0
7	0	143	273.0	1.3	70	-487	0
8	195	86	273.0	1.3	167	-332	195
9	274	57	273.0	1.3	141	-198	274
10	342	57	39.0	9.6	106	131	211
11	362	68	39.0	14.3	97	144	218
12	403	257	273.0	16.1	141	-283	403
13	377	257	273.0	38.4	114	-305	377
14	341	57	273.0	38.4	88	-116	341
15	265	57	39.0	19.2	70	79	186
16	218	57	39.0	6.4	97	19	199
17	0	143	39.0	6.4	53	-241	0
18	0	228	39.0	9.6	53	-329	0
19	0	257	273.0	9.6	44	-583	0
20	0	314	273.0	38.4	12	-637	0
21	0	314	273.0	38.4	12	-637	0
22	0	285	39.0	16.0	11	-351	0
23	0	171	39.0	9.6	7	-227	0
24	0	86	39.0	1.9	4	-130	0
2,777.94							2405
							kWh



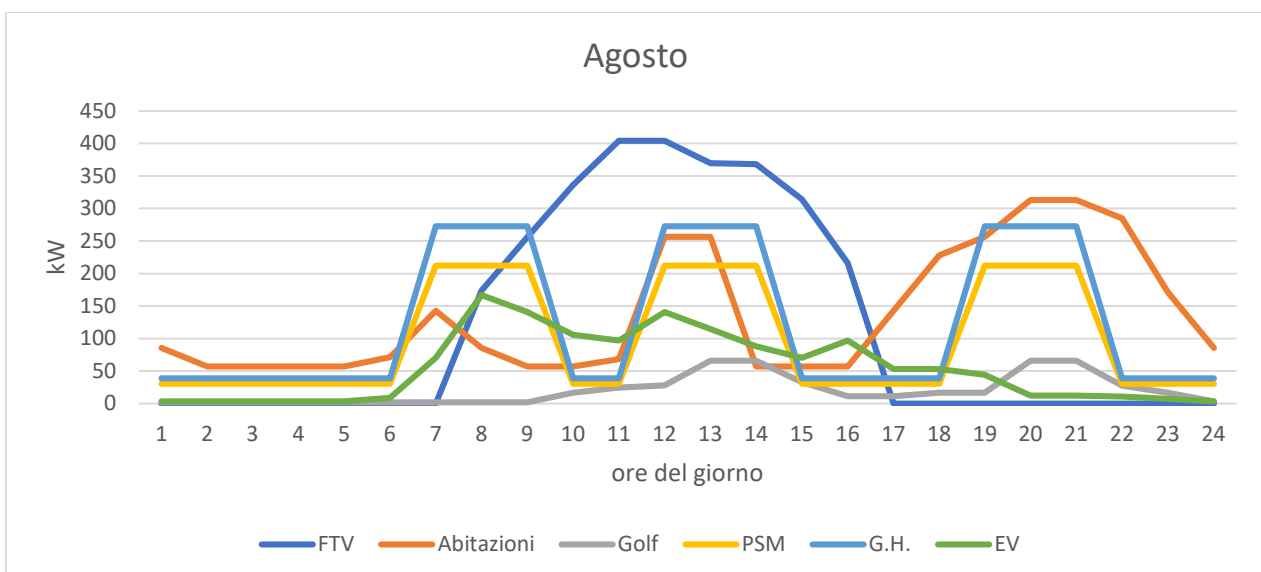
Giugno							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	60.9	2.0	4	-152	0
2	0	57	60.9	2.0	4	-123	0
3	0	57	60.9	2.0	4	-123	0
4	0	57	60.9	2.0	4	-123	0
5	0	57	60.9	2.0	4	-123	0
6	0	71	60.9	2.0	9	-143	0
7	0	143	426.3	2.0	70	-641	0
8	170	86	426.3	2.0	167	-511	170
9	238	57	426.3	2.0	141	-388	238
10	287	57	60.9	15.0	106	49	239
11	333	68	60.9	22.3	97	85	248
12	369	257	426.3	25.1	141	-480	369
13	395	257	426.3	60.0	114	-463	395
14	368	57	426.3	60.0	88	-263	368
15	308	57	60.9	30.0	70	89	218
16	242	57	60.9	10.0	97	17	225
17	0	143	60.9	10.0	53	-266	0
18	0	228	60.9	15.0	53	-357	0
19	0	257	426.3	15.0	44	-742	0
20	0	314	426.3	60.0	12	-812	0
21	0	314	426.3	60.0	12	-812	0
22	0	285	60.9	25.0	11	-381	0
23	0	171	60.9	15.0	7	-254	0
24	0	86	60.9	3.0	4	-153	0
2,709.05							2469
							kWh



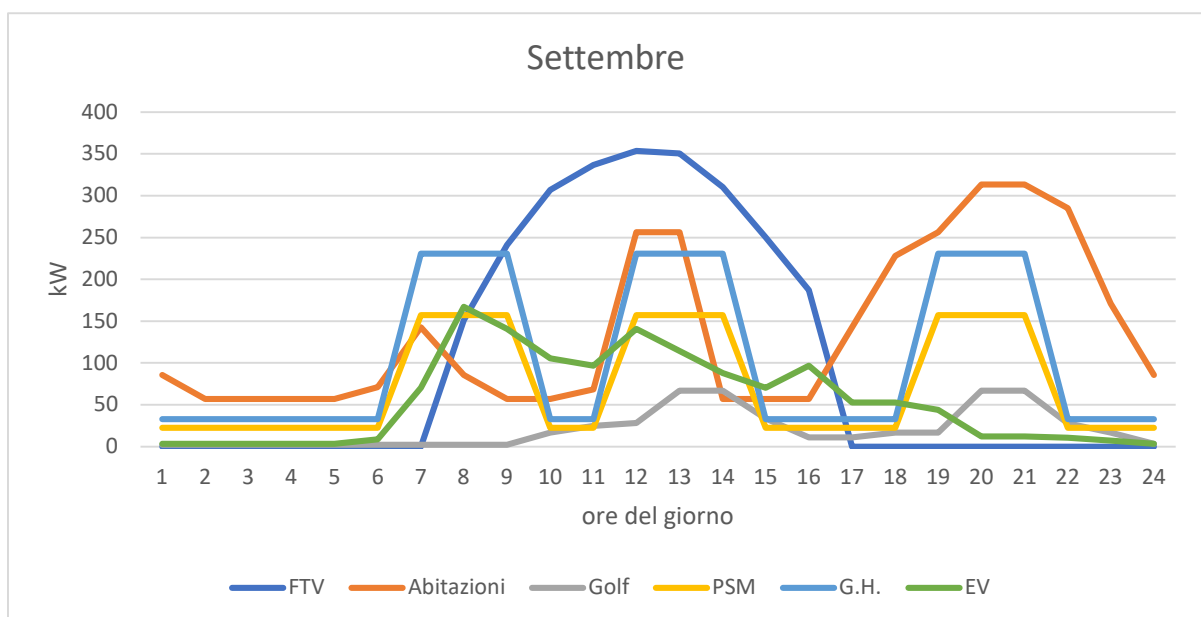
Luglio							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	73.5	2.2	4	-165	0
2	0	57	73.5	2.2	4	-136	0
3	0	57	73.5	2.2	4	-136	0
4	0	57	73.5	2.2	4	-136	0
5	0	57	73.5	2.2	4	-136	0
6	0	71	73.5	2.2	9	-156	0
7	0	143	514.5	2.2	70	-730	0
8	210	86	514.5	2.2	167	-559	210
9	294	57	514.5	2.2	141	-421	294
10	374	57	73.5	16.5	106	122	253
11	401	68	73.5	24.5	97	138	263
12	417	257	514.5	27.7	141	-522	417
13	426	257	514.5	66.0	114	-526	426
14	406	57	514.5	66.0	88	-320	406
15	356	57	73.5	33.0	70	122	234
16	284	57	73.5	11.0	97	46	238
17	0	143	73.5	11.0	53	-280	0
18	0	228	73.5	16.5	53	-371	0
19	0	257	514.5	16.5	44	-832	0
20	0	314	514.5	66.0	12	-906	0
21	0	314	514.5	66.0	12	-906	0
22	0	285	73.5	27.5	11	-397	0
23	0	171	73.5	16.5	7	-268	0
24	0	86	73.5	3.3	4	-166	0
3,168.00							2741
							kWh



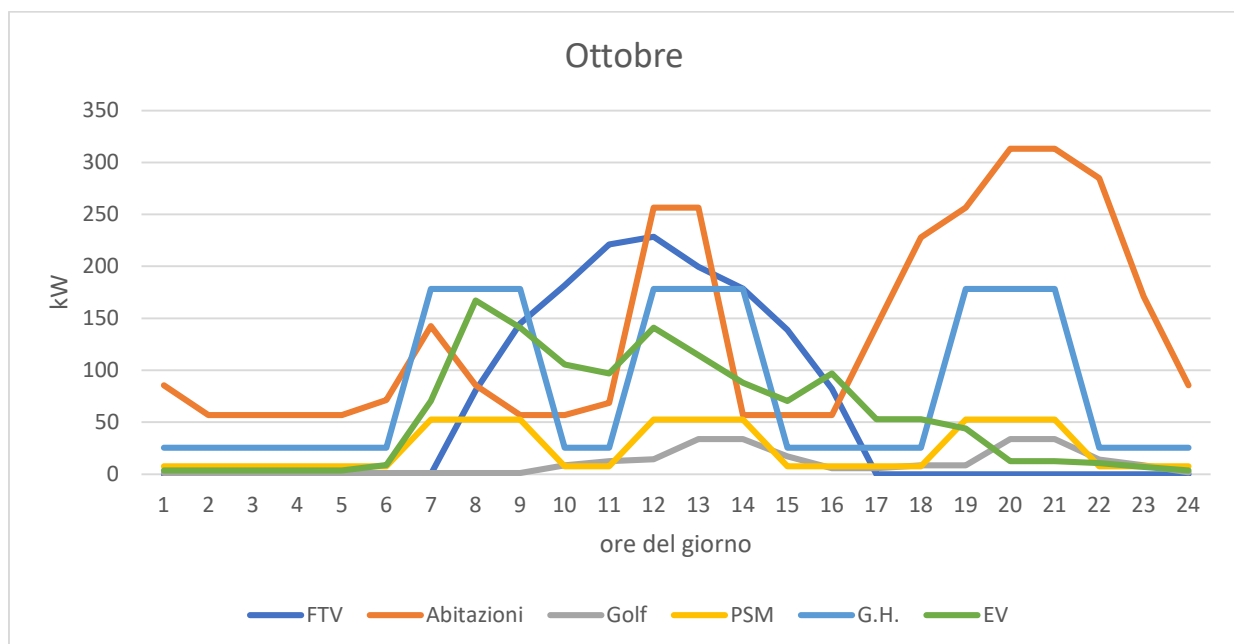
Agosto							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	69.3	2.2	4	-161	0
2	0	57	69.3	2.2	4	-132	0
3	0	57	69.3	2.2	4	-132	0
4	0	57	69.3	2.2	4	-132	0
5	0	57	69.3	2.2	4	-132	0
6	0	71	69.3	2.2	9	-152	0
7	0	143	485.1	2.2	70	-700	0
8	173	86	485.1	2.2	167	-567	173
9	256	57	485.1	2.2	141	-429	256
10	336	57	69.3	16.5	106	88	248
11	404	68	69.3	24.5	97	145	259
12	404	257	485.1	27.7	141	-506	404
13	370	257	485.1	66.0	114	-552	370
14	368	57	485.1	66.0	88	-328	368
15	314	57	69.3	33.0	70	84	230
16	216	57	69.3	11.0	97	-18	216
17	0	143	69.3	11.0	53	-276	0
18	0	228	69.3	16.5	53	-367	0
19	0	257	485.1	16.5	44	-802	0
20	0	314	485.1	66.0	12	-877	0
21	0	314	485.1	66.0	12	-877	0
22	0	285	69.3	27.5	11	-392	0
23	0	171	69.3	16.5	7	-264	0
24	0	86	69.3	3.3	4	-162	0
2,842.06							2525
							kWh



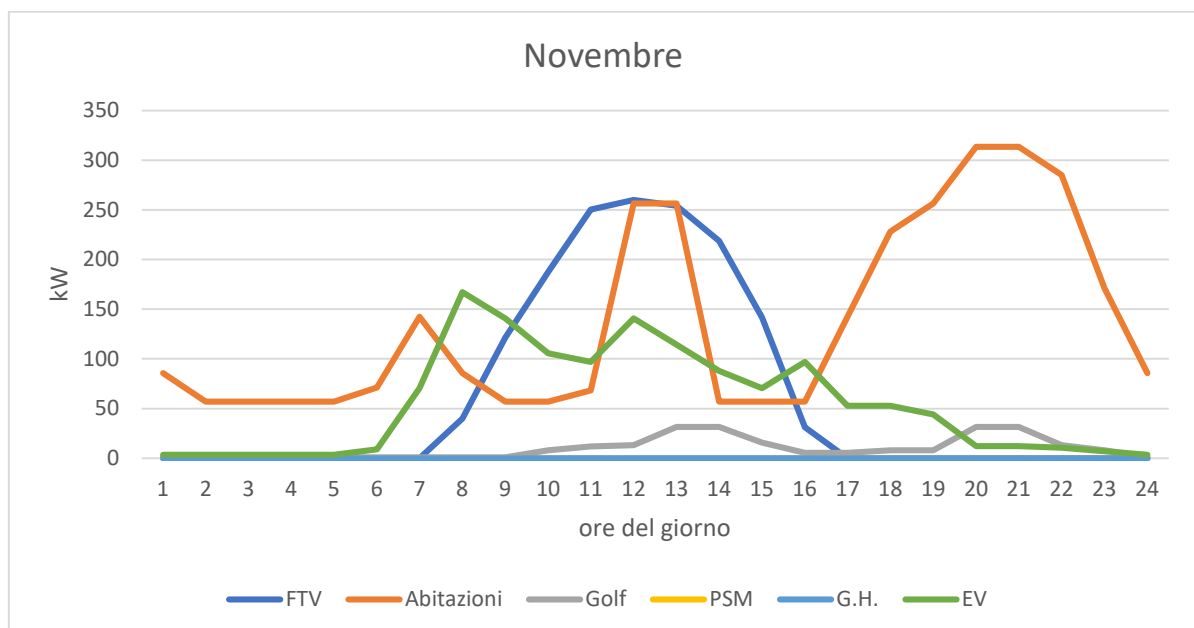
Settembre							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	55.5	2.2	4	-147	0
2	0	57	55.5	2.2	4	-118	0
3	0	57	55.5	2.2	4	-118	0
4	0	57	55.5	2.2	4	-118	0
5	0	57	55.5	2.2	4	-118	0
6	0	71	55.5	2.2	9	-138	0
7	0	143	388.5	2.2	70	-604	0
8	151	86	388.5	2.2	167	-492	151
9	241	57	388.5	2.2	141	-347	241
10	307	57	55.5	16.8	106	72	235
11	337	68	55.5	25.0	97	91	246
12	354	257	388.5	28.2	141	-460	354
13	351	257	388.5	67.2	114	-476	351
14	310	57	388.5	67.2	88	-290	310
15	250	57	55.5	33.6	70	34	217
16	187	57	55.5	11.2	97	-33	187
17	0	143	55.5	11.2	53	-262	0
18	0	228	55.5	16.8	53	-353	0
19	0	257	388.5	16.8	44	-706	0
20	0	314	388.5	67.2	12	-782	0
21	0	314	388.5	67.2	12	-782	0
22	0	285	55.5	28.0	11	-379	0
23	0	171	55.5	16.8	7	-250	0
24	0	86	55.5	3.4	4	-148	0
2,487.54							2291
							kWh



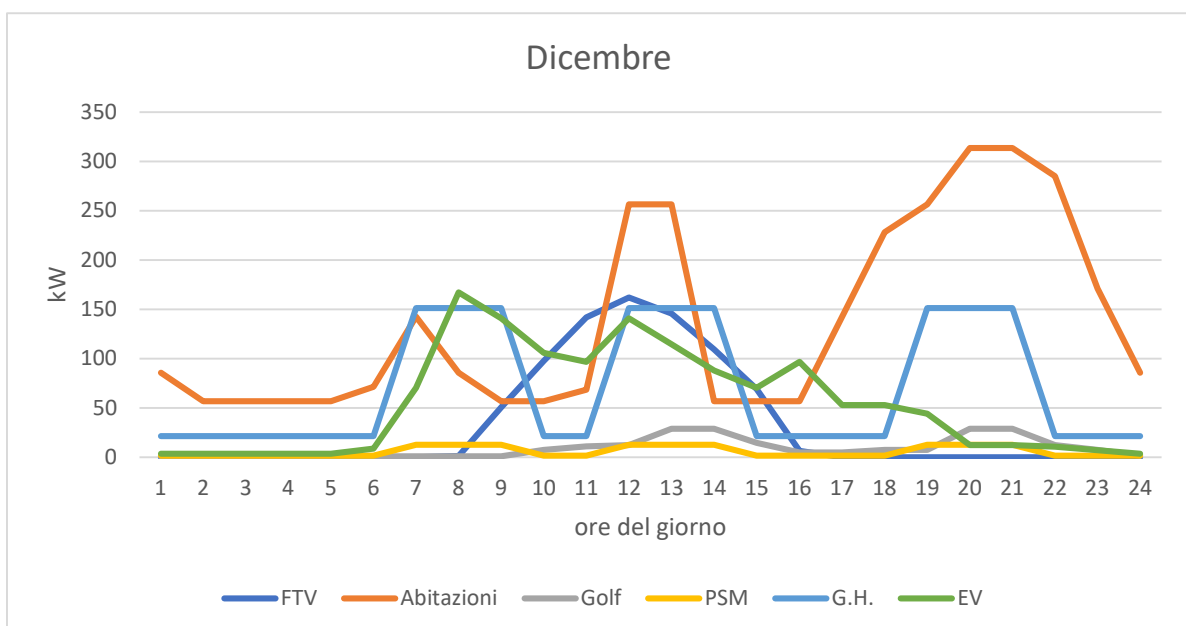
Ottobre							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	33.0	1.1	4	-123	0
2	0	57	33.0	1.1	4	-95	0
3	0	57	33.0	1.1	4	-95	0
4	0	57	33.0	1.1	4	-95	0
5	0	57	33.0	1.1	4	-95	0
6	0	71	33.0	1.1	9	-114	0
7	0	143	231.0	1.1	70	-445	0
8	81	86	231.0	1.1	167	-404	81
9	145	57	231.0	1.1	141	-285	145
10	182	57	33.0	8.5	106	-22	182
11	221	68	33.0	12.6	97	10	211
12	229	257	231.0	14.2	141	-414	229
13	199	257	231.0	33.9	114	-436	199
14	178	57	231.0	33.9	88	-231	178
15	139	57	33.0	17.0	70	-39	139
16	82	57	33.0	5.7	97	-110	82
17	0	143	33.0	5.7	53	-234	0
18	0	228	33.0	8.5	53	-322	0
19	0	257	231.0	8.5	44	-540	0
20	0	314	231.0	33.9	12	-591	0
21	0	314	231.0	33.9	12	-591	0
22	0	285	33.0	14.1	11	-343	0
23	0	171	33.0	8.5	7	-220	0
24	0	86	33.0	1.7	4	-124	0
1,455.70							1445
							kWh



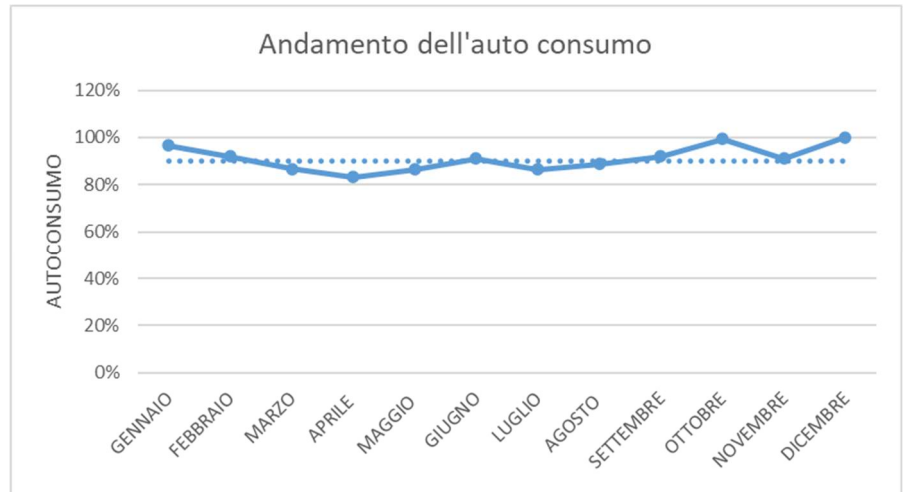
Novembre							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	0.0	1.1	4	-90	0
2	0	57	0.0	1.1	4	-62	0
3	0	57	0.0	1.1	4	-62	0
4	0	57	0.0	1.1	4	-62	0
5	0	57	0.0	1.1	4	-62	0
6	0	71	0.0	1.1	9	-81	0
7	0	143	0.0	1.1	70	-214	0
8	40	86	0.0	1.1	167	-214	40
9	121	57	0.0	1.1	141	-77	121
10	187	57	0.0	7.9	106	17	170
11	250	68	0.0	11.7	97	74	177
12	260	257	0.0	13.2	141	-150	260
13	254	257	0.0	31.5	114	-148	254
14	219	57	0.0	31.5	88	42	177
15	142	57	0.0	15.8	70	-1	142
16	31	57	0.0	5.3	97	-128	31
17	0	143	0.0	5.3	53	-201	0
18	0	228	0.0	7.9	53	-289	0
19	0	257	0.0	7.9	44	-308	0
20	0	314	0.0	31.5	12	-357	0
21	0	314	0.0	31.5	12	-357	0
22	0	285	0.0	13.1	11	-309	0
23	0	171	0.0	7.9	7	-186	0
24	0	86	0.0	1.6	4	-91	0
1,505.00							1372
							kWh



Dicembre							
	FTV	Abitazioni	Hotel	Golf	EV	Delta	Auto consumo
1	0	86	23.4	1.0	4	-113	0
2	0	57	23.4	1.0	4	-85	0
3	0	57	23.4	1.0	4	-85	0
4	0	57	23.4	1.0	4	-85	0
5	0	57	23.4	1.0	4	-85	0
6	0	71	23.4	1.0	9	-104	0
7	0	143	163.8	1.0	70	-378	0
8	1	86	163.8	1.0	167	-416	1
9	51	57	163.8	1.0	141	-312	51
10	98	57	23.4	7.3	106	-96	98
11	142	68	23.4	10.8	97	-58	142
12	162	257	163.8	12.2	141	-411	162
13	146	257	163.8	29.1	114	-418	146
14	109	57	163.8	29.1	88	-229	109
15	69	57	23.4	14.6	70	-96	69
16	6	57	23.4	4.9	97	-176	6
17	0	143	23.4	4.9	53	-224	0
18	0	228	23.4	7.3	53	-311	0
19	0	257	163.8	7.3	44	-472	0
20	0	314	163.8	29.1	12	-519	0
21	0	314	163.8	29.1	12	-519	0
22	0	285	23.4	12.1	11	-331	0
23	0	171	23.4	7.3	7	-209	0
24	0	86	23.4	1.5	4	-114	0
783.58							784
							kWh



AUTO CONSUMO	
GENNAIO	97%
FEBBRAIO	92%
MARZO	87%
APRILE	83%
MAGGIO	87%
GIUGNO	91%
LUGLIO	87%
AGOSTO	89%
SETTEMBRE	92%
OTTOBRE	99%
NOVEMBRE	91%
DICEMBRE	100%



mese	Produzione (kWh/giorno)	Produzione (kWh/mese)	Autoconsumo (kWh/giorno)	Autoconsumo (kWh/mese)	Autoconsumo (%)
gennaio	1517	47022	1466	45450	90%
febbraio	1796	50289	1651	46230	
marzo	2431	75371	2109	65375	
aprile	2894	86830	2407	72196	
maggio	2778	86116	2405	74547	
giugno	2709	81272	2469	74076	
luglio	3168	98208	2741	84966	
agosto	2842	88104	2525	78270	
settembre	2488	74626	2291	68734	
ottobre	1456	45127	1445	44809	
novembre	1505	45150	1372	41169	
dicembre	784	24291	784	24291	
		802405		720113	
		kWh/anno		kWh/anno	

Nella tabella ci sono le due colonne che distinguono la produzione fotovoltaica dal reale auto consumo. Questo secondo termine è fondamentale per compilare in maniera corretta il piano economico e stabilirne la resa.

7.3. Piano economico

Il piano economico è un documento che mostra l'andamento di un investimento dall'inizio alla fine della sua durata. Nello specifico, nel nostro caso si considera l'anno "zero" l'anno di installazione degli impianti e poi la durata di 20 anni. Il piano economico mostra le spese totali (costituite da diversi fattori fissi e periodici) e i risparmi. Mostra poi l'andamento dell'investimento, quindi in quanto tempo si rientra nell'investimento e la cifra economica risparmiata alla fine dei vent'anni.

Di seguito verranno descritte tutte le voci presenti:

- Produzione annua di energia elettrica [kWh]: è l'energia prodotta totale da tutti i sistemi fotovoltaici
- Autoconsumo energia elettrica [kWh]: è la percentuale tra energia consumata e prodotta nell'arco di un anno. Esattamente il numero che abbiamo calcolato nel capitolo precedente
- Contributo comunità energetica [€]: è la somma di denaro riconosciuta alla comunità energetica per l'auto consumo come energia condivisa (Auto consumo [kWh] x 110 [€/MWh])
- Risparmio da auto consumo: si intende la quota risparmiata in quanto l'energia auto consumata è stata prodotta dall'impianto e non è stata acquistata dalla rete (Auto consumo [kWh] x 0.25 [€/kWh]). Il numero 0.25 è stato calcolato facendo la media ponderata sui consumi e i costi espressi nelle bollette. Per la valutazione è stato quindi considerato un valor medio.

€/kWh hotel	€/kWh case	€/kWh golf	€/kWh EV	P hotel	P case	P golf	P EV
0.12	0.35	0.2	0.5	1087458	453374	109968	419166

$$\frac{\sum P * W}{\sum W} = 0.25 \text{ €/kWh}$$

Dove P sono i prezzi dell'energia e W sono i pesi usati nell'operazione che rappresentano i consumi.

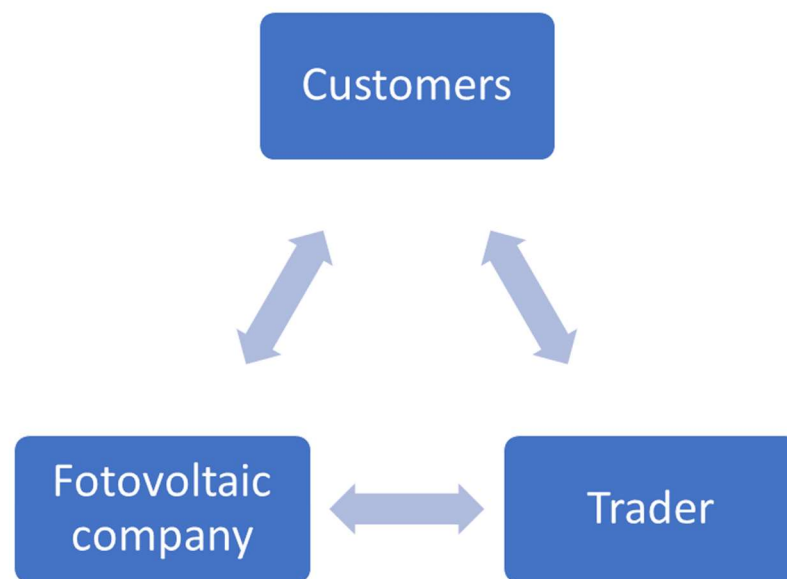
- Manutenzione straordinaria: rappresenta la cifra economica da sostenere in caso di alcune manutenzioni che vanno al di fuori delle classiche operazioni da sostenere annualmente. Tra cui ad esempio sostituzioni impreviste o lavori particolari. La cifra inserita nel piano è un'indicazione della spesa plausibile definita in linea con anni di esperienza nel settore
- Manutenzione ordinaria: rappresenta la cifra economica che invece annualmente è necessario sostenere per mantenere il corretto funzionamento dell'impianto.
- Assicurazione: si intende la polizza che bisogna pagare annualmente per possibili problematiche, tra cui eventi atmosferici, cedimenti delle strutture e altro.
- Valore investimento: si intende la somma di denaro necessaria per sostenere tutte le spese di installazione degli impianti fotovoltaici.

Dopodiché nelle ultime righe si può capire l'efficacia dell'investimento in quanto considerando un tempo di ritorno dell'investimento di 4 anni, già dai primi anni si ha un utile positivo che poi dopo i primi quattro anni in cui l'investimento viene pagato si hanno solo flussi di cassa molto positivi con un utile finale che si aggira sui 4.5 milioni di euro.

7.4. Noleggio operativo

Una volta stabilito quali interventi verranno realizzati bisogna capire in quale modalità finanziaria gestire la cosa. Il costo di un impianto fotovoltaico della taglia in progetto non ha un costo indifferente e soprattutto sarebbe difficile convincere ogni partecipante all'iniziativa se i costi fossero tutti loro carico.

È qui che entra in gioco il noleggio operativo, il quale permette attraverso una formula di avere l'impianto fotovoltaico senza fare spendere un solo centesimo ai residenti.



Si tratta di un accordo tra tre parti in cui il trader si occupa finanziariamente di coprire tutti i costi dell'impianto che verranno riconosciuti alla compagnia che realizzerà l'impianto considerando costi Capex e Opex. In questo caso la compagnia fotovoltaica potrebbe essere ELVI S.p.a, il trader sarebbe A2A e per chiudere il triangolo ci sono i clienti finali di Arenzano. Il piano economico si basa sul fatto che il trader sapendo la produzione di energia dall'impianto è capace di calcolare il ricavo che avrebbe per ogni kWh venduto e determina un canone mensile da far pagare ai partecipanti. Al termine del periodo l'impianto resta ai partecipanti dando la possibilità di avere un impianto gratuito da continuare a sfruttare.

Di seguito verrà mostrata la quotazione proposta da A2A che comprende il finanziamento dell'intero impianto comprensivo di manutenzioni ordinarie e straordinarie. È importante tenere presente che nelle successive formulazioni sono state fatte delle semplificazioni di carattere generale che nello specifico verranno illustrate:

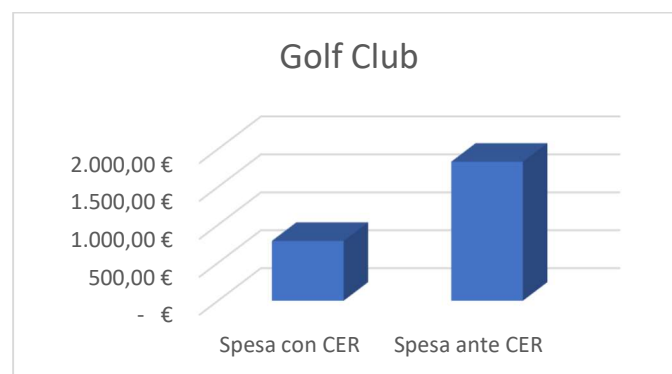
- Il canone viene proposto per ogni POD ed è un canone annuale.
- Il costo dell'energia è da considerarsi il consumo di ogni utenza presa in esame per il relativo costo dell'energia attuale.
- La remunerazione economica per l'incentivo CER è stata considerata di 110 €/MWh.
- La ripartizione di tale incentivo è stata calcolata nel piano economico. Nelle tabelle successive il suo valore è stato ricavato considerando una parte dell'incentivo totale pesato sulla percentuale di potenza installata, motivo per il quale nelle tabelle compaiono delle percentuali. Tali percentuali sono inerenti alla percentuale del singolo impianto rispetto a quello complessivo.
- Il risparmio da auto consumo è stato calcolato considerando il 90% dei consumi di ogni utenza. Per ognuna poi è stato applicato il relativo costo dell'energia.
- Detrazione fiscale del noleggio operativo: è possibile detrarre per 10 anni il 50% della spesa

	Golf club	Golf 2 (park)	hotel 1	hotel 1	P. Ulivi	7 Case	
% kW installati	5%	6%	55%	6%	15%	12%	100%
kWp	34	43,5	369	41	100	82,65	670,15
Moduli	78	100	847	95	230	190	1540
Canone [€/anno]	8200,00 €	11000,00 €	89500,00 €	9000,00 €	21800,00 €	18200,00 €	157.700,00 €
Incentivo CER	3843,17 €	4917,00 €	41709,69 €	4634,41 €	11303,44 €	9342,29 €	75.750,00 €
Risp da Autoconsumo	8021,55 €	10262,87 €	52234,45 €	5803,83 €	41287,39 €	34124,03 €	151.734,11 €
(Inc. + risp) - canone	3664,72 €	4179,87 €	4444,14 €	1438,24 €	30790,83 €	25266,32 €	69784,12 €

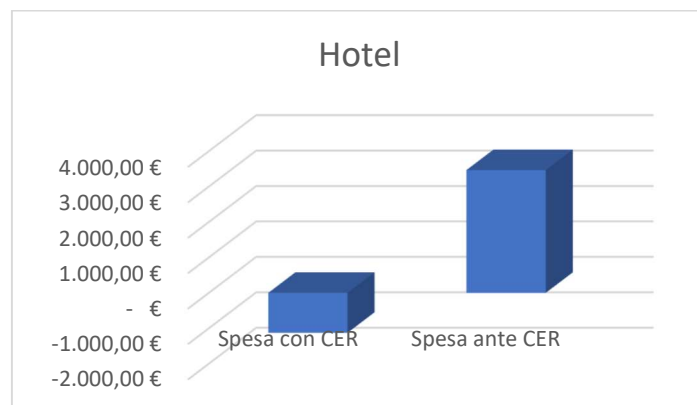
Nel seguito sono mostrati i bilanci economici della spesa energetica del golf club, dell'hotel e delle utenze private ottenuti con la CER. Dalla tabella superiore sono state sommate le cifre economiche inerenti alla medesima realtà per semplicità. In rosso si considerano gli importi che dovranno essere pagati dalle utenze (canone del noleggio e spesa di acquisto dell'energia), in verde invece importi che rappresentano dei risparmi quindi, quindi importi non pagati o costi evitati. Nella riga "Bilancio annuale" si considera la differenza tra i costi dell'energia e il canone (in rosso) e la somma dei risparmi (in verde) realizzati in un anno.

Si vede che risulta sempre un vantaggio economico, essendo sempre i risparmi superiori alla spesa per l'energia. Viene poi evidenziata la spesa mensile per l'energia prima e dopo la creazione della CER, che mostra il beneficio economico.

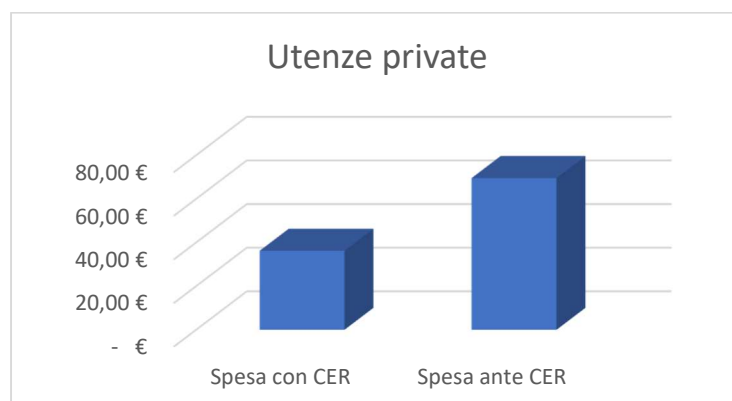
Golf club			
Costo noleggio operativo		19,200.00 €	
Costo energia		21,993.60 €	
Risparmio da auto consumo		18,284.42 €	
Incentivo CER		3,843.17 €	
Detrazione fiscale noleggio (50%)		9,600.00 €	
Bilancio annuale		9,466.01 €	€/anno
Spesa energetica con CER		788.83 €	€/mese
Spesa energetica ante CER		1,832.80 €	€/mese



Hotel			
Costo noleggio operativo		98,500.00 €	
Costo energia		41,597.40 €	
Risparmio da auto consumo		58,038.28 €	
Incentivo CER		46,344.10 €	
Detrazione fiscale noleggio (50%)		49,250.00 €	
Bilancio annuale	-	13,534.98 €	€/anno
Spesa energetica con CER	-	1,127.91 €	€/mese
Spesa energetica ante CER		3,466.45 €	€/mese



Utenze private			
Costo noleggio operativo	€/utenza	210.53 €	
Costo energia	€/utenza	835.16 €	
Risparmio da auto consumo	€/utenza	396.90 €	
Incentivo CER	€/utenza	108.66 €	
Detrazione fiscale noleggio (50%)	€/utenza	105.26 €	
Bilancio annuale	€/utenza	434.86 €	€/anno
Spesa energetica con CER	€/utenza	36.24 €	€/mese
Spesa energetica ante CER	€/utenza	69.60 €	€/mese



Da quello che si può vedere il noleggio operativo è una formula adatta a questa iniziativa; infatti, il costo dell'investimento è impattante e di certo non è possibile coinvolgere tutti i partecipanti. Facendo un bilancio tra le diverse tipologie di utenze è possibile vedere come risulta per tutti vantaggioso. infatti, si ha sempre un risparmio economico paragonando la spesa ante CER e post. Sicuramente bisogna attendere le regole tecniche per capire come gestire i risparmi e come spartirli tra tutti i partecipanti in funzione di dove siano realmente ubicati.

Conclusioni

Lo studio di fattibilità ha mostrato che questo progetto è tecnicamente realizzabile e vantaggioso da un punto di vista economico e finanziario. Nello specifico i risultati positivi dello studio sono sotto riportati.

- Il piano economica mostra che l'investimento richiesto per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, se venisse fatto a carico di privati, porterebbe in 20 anni ad un ricavo netto di circa 4.5 milioni di euro a fronte di un investimento iniziale di 940'000 euro, cui corrisponderebbe un tempo di payback di 4 anni, stimato con calcolo semplificato.
- La formula alternativa del noleggio operativo consentirebbe a tutti i partecipanti alla CER di non sostenere un esborso diretto per finanziare l'investimento. Si pagherebbe un canone annuale che comunque garantirebbe un risparmio sulle bollette energetiche. Non è vantaggioso quanto la soluzione al primo punto, in quanto c'è una terza figura che si occupa di finanziare l'impianto.
- L'adozione di colonnine per la ricarica del veicolo elettrico presenta un duplice vantaggio, sia quello di offrire un punto di ricarica ai partecipanti alla CER e ai residenti, sia quello di avere un sistema di accumulo di energia utile per bilanciare l'intermittenza della generazione fotovoltaica. Inoltre, adottando idonee colonnine con flusso bidirezionale di potenza (capaci di caricare e scaricare le batterie del veicolo elettrico), si potrebbe realizzare un sistema di alimentazione di emergenza, in grado di garantire il funzionamento di alcuni carichi della comunità, anche in caso di mancanza rete per blackout.
- Il fatto che la Pineta di Arenzano si trovi su un terreno privato è una caratteristica vantaggiosa in quanto semplifica le procedure di autorizzazione degli impianti, dovendosi interfacciare con meno enti responsabili.
- Il parametro chiave "auto consumo" risultante dalle simulazioni (90%) è molto elevato, e questa è un'ottima caratteristica per poter implementare una Comunità Energetica Rinnovabile (CER) conveniente, essendo incentivata l'energia autoprodotta e condivisa.

La creazione di una CER ha anche lo scopo di unire le persone partecipanti in una vera e propria comunità per godere di benefici energetici, ambientali ed economici condivisi. La CER avrà anche una funzione di insegnamento per imparare a gestire in modo efficiente i consumi e a sfruttare le fonti di energia rinnovabile al meglio. Questo è perfettamente in linea con gli obiettivi generali di sostenibilità che sono stati fissati per gli anni a venire dalla comunità internazionale.

Bibliografia

- Sito GSE: <https://www.gse.it/servizi-per-te/autoconsumo/gruppi-di-autoconsumatori-e-comunita-di-energia-rinnovabile/requisiti-di-accesso>
- Auto consumo collettivo o comunità energetica: <https://energia.regione.emilia-romagna.it/comunita-energetiche/autoconsumo-collettivo-e-comunita-energetiche-rinnovabili-cosa-sono-e-quali-sono-i-benefici>
- Supporto alle comunità energetiche: <https://www.gardauno.it/it/comunita-energetiche#cinque>
- Libro: La pineta di Arenzano -Architettura e paesaggio. Storia di un’utopia mancata.
- Delibera comunità energetiche (22/11/23): <https://www.segretariocomunalivighenzi.it/archivio/anno-2023/novembre/27-11-2023-energia-via-libera-di-bruxelles-all2019incentivo-per-le-comunita-energetiche-rinnovabili#null>

Disclaimer – Limitazione di Responsabilità

Il presente studio è oggetto di una tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica e come tale ha una validità tecnica e scientifica, orientata ad illustrare un metodo di analisi della fattibilità di una Comunità Energetica Rinnovabile (CER).

Lo studio può rappresentare un punto di partenza per una eventuale futura implementazione di una CER presso la Pineta di Arenzano, in quanto è stato assunto come base per questa tesi il complesso residenziale sito in tale località.

I dati tecnici, le valutazioni economiche, i calcoli finanziari per giustificare l’investimento contenuti in questa tesi, dovranno però essere confermati da specialisti e da aziende del settore, prima di avviare una concreta iniziativa.

È stato fatto il migliore sforzo per tenere conto della normativa tecnica e legislativa esistente e degli incentivi, ma essendo i regolamenti e le norme applicabili in evoluzione, non si possono escludere importanti novità che le parti interessate alle Comunità Energetiche dovranno prendere in considerazione per eventuali progetti esecutivi.

Le prospettive future si basano sulle tendenze tecnologiche in corso, ma la loro applicazione alle Comunità Energetiche dipenderà dalle norme e regolamenti che verranno approvati dagli enti preposti (ARERA, GSE, CEI tra gli altri).